

Tecnologia das Construções I

Tecnologia das Construções I

Paula Marie Siqueira Pacheco

© 2018 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 Camila Cardoso Rotella Danielly Nunes Andrade Noé Grasiele Aparecida Lourenço Isabel Cristina Chagas Barbin Lidiane Cristina Vivaldini Olo Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Vanessa Cadan Scheffer Sheila Ribeiro de Gouveia

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora) Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente) Elmir Carvalho da Silva (Coordenadori) Leticia Bento Pieroni (Coordenadora) Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Pacheco, Paula Marie Siqueira

P116t Tecnologia das construções I / Paula Marie Siqueira Pacheco. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 232 p.

ISBN 978-85-522-0800-6

 Engenharia. 2. Tecnologia. 3. Construção. I. Pacheco, Paula Marie Siqueira. II. Título.

CDD 620

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

Sumário

Unidade 1 O cliente	7
Seção 1.1 - Contato com o cliente	9
Seção 1.2 - Anteprojeto, projeto e custos	24
Seção 1.3 - Análise do local da obra	39
Unidade 2 Implantação	59
Seção 2.1 - Canteiro de obra	61
Seção 2.2 - Preparando o terreno	77
Seção 2.3 - Locação da obra	97
Unidade 3 Fundação, elementos estruturais e alvenaria	117
Seção 3.1 - Elementos de fundações ————————————————————————————————————	119
Seção 3.2 - Elementos estruturais	136
Seção 3.3 - Elementos de vedação	152
Unidade 4 Instalações prediais, cobertura e acabamentos	171
Seção 4.1 - Instalações elétricas e hidráulicas prediais	173
Seção 4.2 - Cobertura	192
Seção 4.3 - Impermeabilização, revestimentos e pintura	209

Palavras do autor

Caro aluno, é com entusiasmo que lhe dirigimos essas palavras. É muito gratificante poder desenvolver um material de apoio a essa disciplina tão importante para a sua formação: Tecnologia das Construções I. O conteúdo é baseado na vivência prática da Construção Civil, a fim de poder enriquecer ainda mais o seu aprendizado.

Em cada unidade, serão abordados conteúdos alinhados ao cliente e às etapas de uma obra para auxiliá-lo a conhecer os principais processos construtivos que a construção de uma edificação envolve. Esse conhecimento se desenvolverá a partir da análise e entendimento de como tratar as necessidades do cliente. Em seguida, você poderá conhecer as principais normas de instalação de canteiro e as atividades iniciais da obra. Por fim, compreenderá os procedimentos de execução da fundação, elementos estruturais, alvenaria e instalações elétricas, hidráulicas e algumas de suas patologias.

A primeira unidade de ensino trata dos aspectos relacionados ao cliente, suas necessidades e elementos oriundos do contato entre você, como futuro profissional, e ele. Na Unidade 2, você será convidado a explorar os temas ligados às etapas iniciais da implantação de uma obra: montagem do canteiro, preparação do terreno e locação. Já na Unidade 3, trataremos das obras de fundação, estrutura e vedação de uma edificação. Por fim, na Unidade 4, você conhecerá um pouco mais sobre as instalações elétricas e hidráulicas, coberturas, impermeabilização, revestimentos e pintura.

A Construção Civil é um dos setores mais importantes da economia do nosso país, mas passa por constantes mudanças e, por isso, tornase um desafio para aqueles que nela ingressam. É também um campo vasto, com o qual você irá contribuir, com seus conhecimentos, quando se tornar um profissional. Logo, espero que esse material possa lhe orientar ao longo de sua jornada de aprendizado e que lhe instigue a buscar outras fontes de conhecimento.

O cliente

Convite ao estudo

Olá, aluno!

Nesta unidade, seu primeiro foco de estudo será o cliente, pois trataremos dos aspectos envolvidos na relação profissional/cliente ou construtora/cliente.

Você, aluno, como futuro profissional da Construção Civil, deverá administrar a relação com aquele que lhe contrata. Nesse sentido, iremos abordar desde a captação do serviço até o encerramento do contrato.

O conteúdo da unidade visa lhe orientar para além da técnica, constitui também um apoio no desenvolvimento de suas competências quanto ao entendimento e trato das necessidades do cliente. Essa compreensão é parte importante no Estudo de Viabilidade Técnico-econômica de um Projeto Arquitetônico, pois as necessidades daquele que contrata o projeto irão orientar o desenvolvimento da concepção do arquiteto e, mais tarde, serão repassadas ao gestor da obra.

Lembre-se que o cliente tanto pode ser aquele que paga pelo produto final, como aquele profissional ou empresa que requisita os serviços de outro para, juntos, atenderem o primeiro.

Você conhecerá as ferramentas de divulgação dos serviços de engenharia e arquitetura, as formas de elaboração de proposta e contrato de prestação de serviços e aprenderá sobre gestão da comunicação com o cliente.

Para que você possa entender melhor a importância do que iremos discutir na seção, pense na seguinte situação: seja você, um arquiteto ou um engenheiro, é provável que vá atuar em uma dessas funções: elaboração dos projetos, planejamento e orçamentação, gestão e fiscalização da obra,

serviços de consultoria ou no fornecimento de materiais, prestação de serviços especializados.

Imagine que um investidor deseja construir um edifício residencial de elevado padrão com 21 pavimentos e 21 apartamentos, sendo um por andar. Ele ficará situado em um bairro predominantemente residencial, cujos moradores possuem elevado poder aquisitivo, próximo à região central de uma grande cidade, porém em área com restrição de tráfego de veículos pesados durante o dia.

E você é contratado por esse investidor para elaborar o projeto arquitetônico do prédio e aprová-lo junto à Prefeitura do Município. Os clientes que comprarão as unidades optarão entre o apartamento modelo ou poderão solicitar alterações nos acabamentos e disposição de algumas paredes, desde que essas alterações ocorram dentro do prazo.

Tendo em vista a situação apresentada, como ela se relaciona com o tema a ser discutido? E qual a sua importância na viabilidade do empreendimento?

Seção 1.1

Contato com o cliente

Diálogo aberto

Você, que nesse momento é um estudante de ensino superior, logo será um profissional da Construção Civil. Quando isso acontecer, você precisará ser capaz de lidar com as pessoas que lhe procuram em busca de seus serviços. O seu cliente nem sempre é aquele que, diretamente, paga pelo que você oferece, muitas vezes, ele é um intermediário entre você e o comprador. Em qualquer uma dessas situações, você deve se preocupar em atender bem a quem requisita os seus servicos.

Um profissional da Construção Civil atua nas diversas etapas dos empreendimentos: concepção, estudo de viabilidade, planejamento, projetos, orçamentação, execução, manutenção e reforma. Em todas as etapas, o atendimento às necessidades do cliente é o objetivo final de todos os envolvidos.

É importante que você chegue ao mercado de trabalho ciente das atribuições dos dois principais agentes desse processo: o engenheiro e o arquiteto. Como você acha que o cliente chega até cada um desses profissionais quando busca um serviço?

Suponha que um investidor tem dúvidas com relação à contratação dos projetos e profissionais para execução de um edifício. Ele não sabe se deve contratar um engenheiro ou um arquiteto para gerenciar a obra. Você conhece as atribuições de cada um desses dois profissionais? Sabe a função dos conselhos de entidade de classe CREA e CAU?

Infelizmente, é muito comum que os engenheiros e arquitetos recém-formados não saibam com clareza suas atribuições, não entendam como chegar até o cliente e nem como formalizar um serviço. Você consegue perceber a importância desse conhecimento para a sua carreira?

A seguir, você terá a oportunidade de conhecer mais sobre as atribuições da sua futura profissão.

Além disso, serão abordadas algumas ferramentas que poderão auxiliar na divulgação dos serviços que você irá prestar, quando for

um profissional da área. Alguns aspectos relativos à elaboração de propostas e contratos formais também serão explorados. Você será capaz de compreender as ferramentas disponíveis de divulgação de serviços, a maneira formal de elaboração de propostas e contratos, e algumas técnicas de gerenciamento da comunicação com seu cliente a fim de evitar problemas futuros.

Acreditamos que o conteúdo desta unidade poderá lhe auxiliar no desenvolvimento de uma atitude mais proativa na solução das demandas reais do seu cotidiano como profissional.

Não pode faltar

Ferramentas de divulgação dos serviços de Engenharia e Arquitetura e atribuições desses profissionais

Em breve você será um profissional de Construção Civil: um arquiteto, um engenheiro, um técnico. Você poderá optar entre trabalhar como profissional liberal ou como colaborador em uma empresa. É claro que existem inúmeras possibilidades, pois outros setores (empresas de água e saneamento, companhias de energia, mineradoras, indústrias de bens de consumo etc.) também absorvem esses profissionais, inclusive por causa da versatilidade característica da sua formação.

Caso você deseje ser um colaborador em uma empresa, deve saber elaborar um bom currículo, objetivo e bem escrito. Percebe a importância da linguagem no meio profissional? Então, procure dedicar atenção ao aperfeiçoamento da norma culta da Língua Portuguesa, além, é claro, de aprender um outro idioma. Você logo vai perceber que uma boa expressão na linguagem lhe auxiliará se expressar melhor e conquistar mais confiança das pessoas.

Existem muitas ferramentas que auxiliam na elaboração de um bom currículo, sites nos quais você se cadastra e geram currículos a partir das informações que você insere. As redes sociais também são boas ferramentas para aqueles que desejam uma vaga de trabalho. Um exemplo que pode lhe auxiliar no desenvolvimento de sua rede de relações profissionais é o LINKEDIN® (Disponível em: <www.linkedin.com>. Acesso em: 13 out. 2017). Nela, você insere seus dados, como se estivesse preenchendo um currículo e procura vagas de emprego, a diferença é a conexão com outras pessoas e empresas, a fim de criar uma rede de comunicação, troca de experiências etc.

Muitas empresas procuram candidatos a partir dessa rede social, nela também é possível gerar um currículo em formato para impressão. Isso facilita bastante para o candidato que não tem experiência na formatação de currículo.

Mesmo nas suas redes sociais particulares, fique atento à imagem que você passa para os outros, já que muitas empresas utilizam dados desses meios para buscar conhecer melhor o perfil de seus candidatos. Leve em conta que, entre os seus contatos de redes sociais pode estar seu futuro empregador, ou aquele que lhe indicará para dentro de uma empresa.

Por outro lado, caso você deseje e tenha a oportunidade de trabalhar como profissional liberal ou abrir sua própria empresa, existem ferramentas de divulgação do seu trabalho também na Internet. Um exemplo é o Google Adwords® (Figura 1.1), um sistema que conecta as pessoas que utilizam as ferramentas de busca do Google® aos anunciantes. Dessa maneira, caso deseje anunciar seus serviços de Engenharia ou Arquitetura, por exemplo, você paga um valor por clique para ter o link da sua página disponibilizado na lista de pesquisa.

Cada vez que um usuário clica no seu link, abate-se uma taxa do seu saldo. Para direcionar as pesquisas aos seus serviços, você configura o sistema com as palavras a partir das quais deseja que o usuário lhe localize.

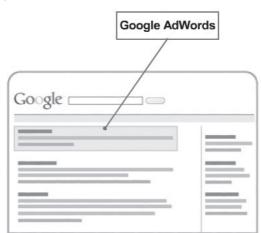


Figura 1.1 | Google Adwords®

Fonte: https://www.flickr.com/photos/szjason/848582990. Acesso em: 24 ago. 2017.

A ferramenta oferece relatórios mensais com o comportamento dos seus potenciais clientes, informando quais palavras obtiveram mais retorno, em número de cliques, conforme ilustra a Figura 1.2.

Figura 1.2 | Relatório do Google Adwords®



Fonte: https://pixabay.com/pt/tecnologias-modernas-de-marketing-1263422/. Acesso em: 24 ago. 2017.

Como nós falamos dos profissionais engenheiro e arquiteto, que tal entendermos um pouco mais sobre as atribuições de cada um e os órgãos que fiscalizam suas atuações?

O instrumento criado para regular o exercício das profissões dos Engenheiros, arquitetos e engenheiros agrônomos foi o CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) regido pela Lei nº 5.194/1966. Antes disso, essas profissões eram reguladas por decreto. Em 2010, no entanto, foi sancionada a Lei nº 12.378/2010 para regulamentar o exercício da profissão do arquiteto e urbanista e criar um conselho próprio: CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo). A partir dessa lei, a classe dos arquitetos se separou da dos engenheiros e agrônomos. Todas as lei, decretos, normas e resoluções estão disponíveis nos sites dos conselhos. Mas qual seria a atribuição de cada um desses profissionais? Antes disso, vamos entender o que são e para que servem os conselhos CREA e CAU.

Os CREAs, Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, pertencem à esfera Estadual e são regidos pelo CONFEA na esfera Federal. O detalhamento das atribuições dos profissionais de Engenharia e Agronomia pode ser obtido no Artigo 5º da Resolução nº 1.073/2016 do CONFEA. O conselho cobra uma anuidade para manutenção da filiação, que é obrigatória para o exercício profissional e uma taxa por

serviço técnico para a emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica. ART.

Os CAUs também atuam por estado e na esfera federal. O detalhamento das atribuições desses profissionais consta no Artigo 2º da Lei 12.378/2010.

O conselho também cobra a anuidade e a taxa por serviço técnico para a emissão do Registro de Responsabilidade Técnica, RRT.

A função dos dois conselhos é fiscalizar o exercício profissional de pessoas e empresas, seus serviços técnicos e obras.

Ambos, ART e RRT, devem ser emitidos pelo profissional responsável pelo serviço técnico como forma de assegurar que as atividades são executadas por alguém habilitado. Os conselhos têm a obrigação de orientar o profissional na elaboração do documento.

Agora que você já entendeu o papel dos dois conselhos profissionais, é interessante que tenha ciência que engenheiros e arquitetos possuem atribuições diferentes no processo produtivo de uma edificação. Apesar disso, é comum haver avenças entre as entidades, já que algumas das atribuições são comuns ou se sobrepõem às duas profissões. Por isso, é sempre importante consultar o que diz a lei para que você possa entender com clareza os limites de sua atuação.



Conforme você já sabe, todo serviço técnico demanda um responsável, que emite uma ART ou RRT, conforme o caso. Para exemplificar essa situação, suponha que o morador de um edifício desejava executar uma reforma em sua unidade apenas com a mão de obra dos pedreiros, sem a correta fiscalização técnica, para economizar. Porém, a obra foi denunciada pelos vizinhos, e o síndico do prédio exigiu a regularização da obra. Mas, por que o síndico se envolveu em uma obra que ocorre dentro do apartamento do proprietário? Quais os potenciais riscos que esse tipo de obra compreende?

Desde 2014, entrou em vigor a ABNT NBR 16280/2014 (Reforma em Edificações – Sistema de Gestão de Reformas - Requisitos) que, complementando o que diz o Capítulo VII do Código Civil Lei 10.406/2002, estabelece que os síndicos são corresponsáveis pelas obras executadas em condomínio, ainda que no interior das unidades autônomas. Isso porque o síndico é o responsável legal pela edificação e, por isso, responde civil e criminalmente pelos atos cometidos em sua gestão.

Para fazer cumprir suas prerrogativas, o síndico do prédio exigiu do morador a contratação de profissional para fiscalizar e emitir ART ou RRT, bem como laudo técnico que ateste que a obra não compromete o funcionamento da estrutura do edifício, nem parte dela. Foi aí que o proprietário lhe procurou, para que você elaborasse esses documentos, gerenciasse e fiscalizasse a obra.

Paralelamente, o síndico contratou um profissional técnico habilitado para emitir um laudo atestando que a obra do seu cliente segue a norma, de maneira a se resguardar, em caso de problemas. Esse profissional tanto pode ser um engenheiro, como um arquiteto.

Todas essas ações tomadas pelo síndico estão de acordo com a norma citada e visam contribuir com a segurança de todos os moradores e usuários da edificação.

Em resumo, os projetos arquitetônicos podem ser elaborados tanto por arquitetos, como por engenheiros, assim como o acompanhamento de obras. O desenvolvimento dos projetos de instalações elétricas, hidráulicas, gás canalizado, SPDA (Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas) etc. é atribuição de engenheiros, assim como os projetos de fundação e estruturas. Engenheiros e arquitetos também são responsáveis pelas etapas de orçamento e planejamento das construções, elaboram laudos técnicos diversos e prestam consultorias, dentre outras atribuições.

Suponha que a empresa na qual você trabalha deseja captar um cliente que lhes solicitou uma proposta para elaboração de um projeto arquitetônico. Esse documento deve ser formal, utilizando a norma culta da Língua Portuguesa, contendo alguns dados da empresa prestadora do serviço e outras informações que embasem a escolha do solicitante. É importante que ela contenha os dados mais relevantes do prestador de serviço, tais como nome da empresa e localização, um breve histórico profissional da mesma, descrição do serviço a ser executado, preço por unidade, condições de pagamento, prazo de conclusão/entrega, e quaisquer observações que se façam necessárias, bem como sua validade. A proposta segue assinada pelo responsável pela empresa e deve conter um campo para assinatura do cliente, em caso de aceitação da mesma.

Após o assentimento dos termos da proposta, é hora de confeccionar o contrato para celebrar a prestação do serviço solicitado pelo cliente.

Assim como na proposta, o contrato deve conter elementos essenciais, mas esses são distribuídos em cláusulas. Compõem o contrato:

- Identificação completa do contratante e contratado;
- Especificação do objeto que o contrato celebra;
- Apresentação das etapas e prazos para a conclusão dos serviços;
- Definição dos honorários/preços, bem como condições de pagamento;
- Obrigações das duas partes;
- Penalidades e rescisão:
- Considerações finais e foro para resolver qualquer litígio.

Qualquer alteração no contrato inicial deve ser formalmente comunicada às partes e devidamente documentada, através de um novo contrato ou de um aditivo.

Segundo Cunha (2015), podem ser definidos cinco tipos diferentes de contrato na Construção Civil:

- Contrato por empreitada: o prestador de serviço/construtora assume os riscos totais, já que o preço global é acertado previamente e não cabe aditivo. Ele se compromete a entregar o serviço pronto. Pode contemplar material mais serviço, também chamada empreitada mista ou apenas serviço, sendo, nesse caso, empreitada de lavor.
- Contrato por subempreitada: relação estabelecida quando o prestador/construtora contrata outro (terceirização) para assumir as funções mais especializadas do serviço global. Deve-se ficar atento, no entanto, que o empreiteiro principal assume corresponsabilidade nas avenças trabalhistas e de segurança, conforme estabelece Artigo 455 da Consolidação das Leis do Trabalho. Essa situação é chamada de Responsabilidade solidária.
- Empreitada global a preços unitários: o contratado é responsável pelos preços unitários e suas variações, mas não pelas quantidades. Nesse caso, se houver variação nos preços unitários e quantidades do contrato, ele tem que arcar apenas com o primeiro. Trata-se de uma situação pouco comum.
- Obra por administração ou preço de custo: o contratado recebe uma taxa (%) pela administração da obra que incide sobre o custo real. Nessa modalidade, preços e quantidades são variáveis, não ficando, pois, o contratado responsável pela manutenção dos mesmos.

• Contrato por preço máximo garantido: a proposta do contratado é fixada como o preço máximo do empreendimento. Caso o valor seja superado, ele assume os gastos. Caso o valor seja inferior, divide com o proprietário o resultado.



Pesquise mais

Agora que você já sabe que engenheiros e arquitetos possuem atribuições diferentes, pesquise nos sites dos respectivos conselhos suas atribuições. Veja também nesses sites os serviços oferecidos aos profissionais.

Segue, abaixo, o link para acesso ao site do CREA-PE. Nele, apresentam-se aspectos gerais referentes à ART:

http://www.creape.org.br/art-aspectos-gerais/>. Acesso em: 29 ago. 2017.

Abaixo, segue o link do CREA-MG, que explica os tipos de ART que o profissional pode confeccionar:

http://www.crea-mg.org.br/servicos/ART/Pages/formas-de-registro-da-ART.aspx. Acesso em: 29 ago. 2017.

O link do site do CAU-BR segue abaixo. Pesquise nele as Tabelas de Honorários recomendados para os serviços de Arquitetura:

. Acesso em: 29 ago. 2017.

Em seguida, procure exemplos de Propostas Técnicas e Contratos de Prestação de Serviços Técnicos. Seguem alguns links que poderão lhe ajudar:

http://pt.wikihow.com/Fazer-um-Contrato. Acesso em: 29 ago. 2017.

http://exame.abril.com.br/pme/como-elaborar-uma-boa-proposta-comercial/. Acesso em: 29 ago. 2017.

O texto disponível no link a seguir contém um resumo das principais modalidades de contrato:

http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/modalidades-de-contrato-80736-1.aspx. Acesso em: 29 ago. 2017.

Pesquise sobre as situações nas quais se faz um Aditivo de Contrato e os elementos que devem compor esse novo documento.

Pode-se dizer que a proposta e o contrato são os primeiros instrumentos de comunicação entre o cliente e o prestador de serviço/ fornecedor. Depois que o contrato é celebrado, é importante que você tenha ciência que toda comunicação entre as partes deve ser sempre

formalizada, através de documentos. Isso garante que todos tenham acesso ao desenvolvimento da relação estabelecida e evita problemas em caso de discordâncias que possam resultar em litígio futuro.

Todas as reuniões com o contratante devem ser documentadas através de ata assinada pelos participantes, inclusive reuniões internas, desde que versem sobre o serviço prestado ao cliente. A ata é um documento formal utilizado em reuniões na qual deve constar a data, os nomes dos participantes, suas respectivas assinaturas e a pauta tratada na ocasião.

Outras formas de comunicação com o cliente se dão através de correspondência ou e-mail, que devem sempre ser arquivados. É importante desenvolver o hábito de estabelecer sempre comunicação formal, tanto com cliente, como com prestadores de serviço e colaboradores.

Como exemplo, pode-se citar a construção de um edifício, no qual você é o engenheiro gerente da obra. Suponha que toda semana, você realize uma reunião com o técnico de segurança, mestre de obras e encarregados para tratar de questões de segurança e saúde da equipe, produtividade, metas etc. Como você já é experiente, faz questão de documentar todos esses encontros por meio de atas nas quais constam os temas, as soluções propostas, as responsabilidades de cada membro e as soluções alcançadas, bem como as assinaturas de cada um e a data. Em caso de atraso em algum serviço, seu cliente pode questionar sua gerência e você pode lhe apresentar a ata onde está documentado que o atraso se deve a questões externas, atraso de um fornecedor, por exemplo.

Suponha que nesse prédio, os clientes compraram os apartamentos na planta. Nas reuniões com eles, você documenta tudo o que é tratado também através da ata e, inclusive, leva a esses encontros os e-mails trocados entre vocês, como forma de alinhar as demandas deles e as suas providências.

A entrega do serviço também deve ser formalizada através de documento no qual o cliente reconhece o recebimento do que foi contratado. No caso de reforma ou construção, esse documento se chama Termo de Recebimento de Obra. Nele estão descritas todas as etapas e intervenções realizadas, bem como a ausência de defeitos visíveis, por meio de Relatório Fotográfico, e que, ainda, os projetos foram seguidos. Declara-se que as obrigações da contratada foram

cumpridas e que começa a vigência do prazo de garantia, segundo estabelecido no artigo 618 do Código Civil (Lei 10.406/2002) e nos artigos 26 e 27 do Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078/1990).



Você teve a oportunidade de conhecer algumas das ferramentas de divulgação do seu trabalho, tanto como colaborador em uma empresa, como profissional liberal que atua por conta própria. Fique atento às diferenças entre cada uma e o que elas oferecem. Você conheceu também os conselhos que fiscalizam a atuação de engenheiros e arquitetos: CREA e CAU, respectivamente. Lembre-se que eles atuam regionalmente e são regidos pelos conselhos federais, CONFEA e CAU-BR, respectivamente.

Não se esqueça da importância dos documentos de Responsabilidade Técnica para o contratante, para o profissional e para a sociedade como um todo.

Uma maneira de se apresentar ao cliente é através da Proposta de Prestação de Serviço. Ela é seu "cartão de visitas", podendo ser, às vezes, a primeira oportunidade que os outros têm de conhecer o trabalho da empresa onde você atua, como funcionário ou sócio. Procure utilizar sempre uma linguagem formal no ambiente de trabalho, principalmente com seu cliente. E não se esqueça dos elementos que devem estar presentes tanto na proposta, como no contrato que você irá firmar com ele, em caso de aceite do seu orçamento.

Nós discutimos também sobre os diferentes tipos de contrato no âmbito da Construção Civil.

Por fim, tratamos da importância da comunicação entre os envolvidos sempre se dar de maneira formal, via correspondência ou e-mail.



Reflita

É importante que você tenha ciência que da relação entre o cliente e o prestador de serviço/construtora pode surgir conflito. Como você pretende evitar essas situações com seu cliente?

Você já tinha ouvido falar dessas ferramentas de divulgação de trabalho? Como você acha que os meios digitais contribuem com a sua futura profissão? Existem pontos negativos? Quais seriam eles?

Considerando a atuação dos profissionais descrita ao longo dessa seção, pense na importância de cada um no ciclo produtivo da construção.

No exemplo da reforma no interior do apartamento, você pode perceber que os síndicos devam ficar atentos às obras que acontecem no prédio. Quais os impactos que uma obra mal executada pode gerar nos moradores e usuários do edifício? É importante que você reflita sobre a importância da responsabilidade na atuação de engenheiro e arquitetos e como isso se reflete na segurança das pessoas e na preservação do patrimônio coletivo.

Ao refletirmos sobre os modelos de contrato, um exemplo dado foi o por Empreitada global a preços unitários. Nesse tipo, caso a quantidade, por exemplo, de pintura de parede varie, com relação ao escopo inicial, o prestador de serviços tem prejuízo?

Foi mostrado que é importante que a comunicação entre você e seu cliente e se dê formalmente. Nesse caso, por que não podemos considerar mensagens de celular ou de aplicativos de celular como comunicação formal?

Sem medo de errar

Dentro do contexto profissional proposto, referente ao empreendimento no qual seu cliente pretende investir. Como você se lembra, ele tinha dúvidas com relação à contratação dos demais projetos e profissionais para execução da obra. Ele havia lhe perguntado se deveria contratar um engenheiro ou um arquiteto para gerenciar a obra.

As dúvidas dele decorriam da falta de conhecimento com relação às atribuições de cada um desses dois profissionais.

Conforme nós discutimos anteriormente, foi criada a Lei nº 5.194/1966 para regular o exercício das profissões dos engenheiros, arquitetos e engenheiros agrônomos e criar o conselho dessas classes, na época, apenas o CREA. Depois disso, em 2010, os arquitetos e urbanistas criaram um conselho próprio, CAU, por meio da Lei nº 12.378/2010.

É comum que arquitetos sejam contratados para a elaboração de projetos arquitetônicos e aprovação dos mesmos junto à Prefeitura do Município. Porém, não há empecilho legal à atuação desse profissional como gestor de obras, assim como não há para

que o engenheiro elabore projetos arquitetônicos. O engenheiro é normalmente contratado para a elaboração dos projetos complementares e gestão da obra, emissão de laudos e pareceres técnicos etc. A descrição completa das funções de cada um está nas leis que regulamentam sua atuação.

A função dos dois conselhos é fiscalizar o exercício profissional de pessoas e empresas, seus serviços técnicos e obras, a fim de garantir a manutenção dos interesses da sociedade.

Procure ler as leis indicadas nessa seção para que você possa conhecer melhor os limites de sua atuação. Esse entendimento lhe permitirá orientar melhor seu potencial cliente sempre que ele lhe procurar.

Avançando na prática

Reforma em apartamento

Descrição da situação-problema

Suponha que você é um engenheiro a quem o síndico procurou em busca de uma consultoria técnica. Ele lhe relata a situação e diz que ouviu falar de uma norma de reforma em condomínios, mas não sabe direito do que ela trata. Ele tem dúvidas se o proprietário do apartamento apresentar apenas ART ou RRT, e laudo técnico são suficientes, e deseja saber quais outras medidas ele, como responsável legal pela edificação, pode tomar para se resguardar.

Resolução da situação-problema

Como você é experiente nessas situações, pode orientar o síndico e lhe oferecer seus serviços.

A norma a qual ele se refere é a ABNT NBR 16.280/2014 – Reforma em Edificações – Sistema de Gestão de Reformas – Requisitos. Você explica que, segundo esse regulamento, toda reforma em edificação deve garantir a segurança existente e continuidade da manutenção periódica, caso contrário, deverá ser analisada pela incorporadora/construtora, se ainda estiver no prazo decadencial, ou por um responsável técnico designado pelo síndico. Todas as etapas da obra

devem ser descritas, bem como os canais de comunicação com o responsável técnico pela mesma e, se necessário, deverá haver o registro junto à Prefeitura, ou outro órgão que se aplique. Além disso, será necessário:

- Autorização para circulação específica dos funcionários e materiais, em horário de trabalho, apenas durante a vigência dos serviços;
- Dados da empresa/profissional responsável pela obra, os projetos e memoriais, escopo e cronograma, definição dos locais de armazenamento de materiais e ferramentas;
- Comunicação da intensidade dos ruídos e materiais tóxicos ou inflamáveis, indicação da forma de descarte dos resíduos;
- Indicação das implicações e atualização do Manual de Uso, Operação e Manutenção da Edificação.

Você explica ao síndico também que ele, ao final da obra, deve receber o termo de encerramento da mesma e pode contratar um profissional habilitado para vistoriar a obra e emitir parecer técnico. Todos os documentos serão arquivados.

Faça valer a pena

1. Conforme conversamos até aqui, logo você será um profissional. Existem diversas oportunidades relacionadas ao mercado da Construção Civil. Isso quer dizer que você poderá trabalhar em uma construtora, em uma empresa de projetos, no setor privado ou público. É comum também que as pessoas dessa área queiram desenvolver seu próprio negócio, tendo em vista o grande potencial empreendedor do setor.

Considerando essa versatilidade de atuação do setor, analise as afirmativas abaixo e aponte a alternativa correta.

- a) As empresas preferem os currículos formais, elaborados em ferramentas de edição de texto, pois as opções disponíveis na Internet ainda apresentam poucos recursos.
- b) O LINKEDIN® é uma rede social que promove o relacionamento entre profissionais e entre profissionais e empresas, que desejam trocar experiências e divulgar o seu trabalho.
- c) Conforme as leis que definem as atribuições dos profissionais, apenas os arquitetos podem elaborar projetos; aos engenheiros cabe a responsabilidade exclusiva de acompanhar as obras.

- d) O Google Adwords® também oferece a opção de geração de currículo para impressão.
- e) O arquiteto que deseja gerenciar obras deve se registrar junto ao conselho CREA, para que possa emitir ART.
- **2.** A ABNT NBR 16.280/2014 apresenta os requisitos para reformas em edificações. Nesse contexto, estão incluídas as obras nas áreas comuns, privativas e unidades autônomas. Essa norma surgiu da necessidade de resguardar a segurança dos usuários após sucessivos acidentes envolvendo reformas no interior de edifícios.

Tendo como premissa o que foi discutido sobre a norma, analise as opções a seguir e marque aquela que melhor se aplica ao tema.

- a) Em caso de acidente ou prejuízo do patrimônio coletivo decorrente de reforma no interior de apartamento, apenas o proprietário da unidade autônoma é responsabilizado, desde que o síndico não tenha ciência da obra.
- b) As obras de fachada não precisam ser submetidas à aprovação do condomínio.
- c) O proprietário que pretende executar uma obra de reforma na sua unidade autônoma precisa submeter ao síndico ou outro representante legal da edificação, a documentação exigida em norma. Ele deverá ainda contratar responsável técnico habilitado para acompanhar a obra e emitir ART ou RRT, bem como laudo.
- d) Apenas o técnico que acompanhará a obra de reforma em edifício deve manter um registro junto à portaria do edifício para ter sua entrada autorizada. Os demais funcionários que executarão a obra ficarão sob sua responsabilidade.
- e) É proibido ao engenheiro executar projeto de reforma, cabendo essa atribuição exclusivamente ao arquiteto.
- **3.** No setor da Construção Civil, em todo e qualquer serviço prestado por empresa ou profissional, deverá ser elaborado um contrato a fim de se estabelecerem as condições e responsabilidades e se garantir a preservação do interesse das partes envolvidas.

Lembre-se dos tipos de contrato que abordamos, seus elementos e premissas e escolha a alternativa correta.

a) Os contratos não podem, em hipótese alguma, ser modificados, nem sofrer adições em seu escopo inicial.

- b) No Contrato por empreitada, ocorre a terceirização dos serviços. Essa modalidade apenas permite o oferecimento de serviço, sem material incluso, e é chama de empreitada mista.
- c) A CLT garante que não há transferência de responsabilidade nas avenças trabalhistas, ficando essas a cargo apenas do subempreiteiro.
- d) Na Obra por administração, o contratado não é responsável pela manutenção dos preços, mas o valor da sua administração é fixo.
- e) São alguns dos elementos que compõem um contrato: especificação do objeto que se celebra, explicitação dos honorários e condições de pagamento, penalidades e rescisão, considerações finais e foro de litígio.

Seção 1.2

Anteprojeto, projeto e custos

Diálogo aberto

Na seção anterior, apresentamos uma situação na qual um investidor desejava construir um empreendimento e lhe contratou para elaborar e aprovar o projeto arquitetônico na prefeitura local. Naquele momento, nós falamos sobre as ferramentas que empresas e profissionais liberais podem utilizar para divulgação dos seus serviços a potenciais clientes. Destacamos a importância da apresentação através da redação de uma proposta e de uma gestão eficaz da comunicação com aquele que contrata seus serviços (ou da empresa onde você trabalha). Tratamos ainda das modalidades de contratos mais comuns no setor da Construção Civil.

Nesse momento, você já tem ideia do que pretende projetar para a edificação e agendou uma reunião com seu cliente para lhe apresentar a concepção. O investidor gostou do conceito e irá submeter a ideia aos sócios, que são os demais investidores nessa construção, para que você possa dar continuidade ao projeto. O cliente sabe que irá gastar um valor elevado, porém precisa se programar e deseja ter uma estimativa dos gastos para, a partir daí, viabilizar seu empreendimento. Você acredita que o cliente somente terá acesso à essa estimativa com a finalização e aprovação do projeto arquitetônico? O que será entregue ao cliente nesse momento da concepção da ideia?

Depois que o cliente autoriza a finalização do projeto, você procede à aprovação do mesmo junto à prefeitura do município. Quais são as etapas principais para aprovação junto à prefeitura?

Após a etapa de aprovação, os demais projetistas elaboram os outros projetos, em seguida, o orçamentista pode desenvolver o orçamento e planejamento final do empreendimento. Quais são os elementos do orçamento e planejamento de uma construção?

O conteúdo que será apresentado a seguir engloba alguns dos principais conceitos relativos à concepção, planejamento e orçamentação de uma construção. Serão abordados:

- Principais etapas de um projeto Arquitetônico.
- Procedimentos de aprovação junto à prefeitura local.
- Conceito de: Habite-se e projeto As built.
- Introdução à orçamentação de obras.

Dessa maneira, você poderá ter uma ideia geral dos procedimentos antes de iniciar uma obra

Não pode faltar

Aprovação de projeto arquitetônico, As Built e Habite-se

Nesse momento do curso, você já sabe sobre os diferentes tipos de contratos na construção, já sabe a importância da elaboração de uma proposta e da boa comunicação com seu cliente. Agora é hora de você se perguntar: o que vem depois que eu consigo captar o cliente?

Pensando nas etapas iniciais do planejamento de uma construção, o contratante primeiro busca o arquiteto para que este elabore os projetos iniciais e aprove o arquitetônico junto aos órgãos do poder público, para que então, se iniciem as demais etapas.

Quando o projetista (arquiteto ou engenheiro) é contratado por um investidor que deseja construir um edifício, o primeiro passo do seu trabalho é conversar com ele sobre o empreendimento. Esse diálogo é imprescindível para que se tenha acesso às expectativas e desejos do contratante. Normalmente, nesse momento, é comum que os clientes apresentem referências de outros empreendimentos (fotos, sites, vídeos, etc) que viram, porque algum elemento lhes chamou a atenção, como por exemplo a fachada. Dessa conversa, resulta o programa de necessidades (ABNT NBR 13.531/1995) do cliente, também chamado de briefing.

Tendo em vista o que o contratante deseja, é necessário visitar o local onde será implantada a obra. Essa visita técnica é bastante enriquecedora para se conhecerem as especificidades do lote, tais como: acesso, terrenos vizinhos, declividade, comércio local, disponibilidade de mão de obra e fornecedores etc. Tudo isso embasará a escolha dos métodos construtivos e materiais a serem empregados, por exemplo. É interessante que essa visita gere um relatório fotográfico com os apontamentos das situações verificadas

no local, pois essas informações ajudarão, mais tarde, na elaboração dos projetos, e poderão auxiliar os demais profissionais envolvidos nas etapas subsequentes.

De posse das informações do lote, procede-se à consulta da Lei de Uso e Ocupação do Solo e Informação Básica do Lote/Imóvel junto à prefeitura do município. Essa consulta visa avaliar as especificidades e restrições da região/bairro onde o lote está inserido para, a partir disso, definirem-se os recuos impostos à edificação com relação aos vizinhos, número máximo permitido de pavimentos, cálculo de área construída, área permeável mínima, se trata-se de área tombada pelo patrimônio histórico ou de proteção ambiental etc. Essas informações permitem, inclusive, saber se o empreendimento é viável naquele lote. Mais tarde, trataremos do Habite-se e a importância de se seguir as normas ficará mais clara. As etapas descritas, desde a conversa com o cliente até a consulta junto à prefeitura, constituem o estudo preliminar do empreendimento.

O produto resultado do estudo preliminar é um projeto simplificado, com os conceitos iniciais, níveis e cotas, locação de esquadrias, definição dos ambientes e suas dimensões e um memorial básico de revestimentos, sem ainda os modelos e marcas.

Pesquise mais

A norma ABNT NBR 13.531/1995 deve ser levada em conta na elaboração de projetos, tanto por arquitetos como por engenheiros. Ela define as etapas de elaboração dos projetos.

Já a norma ABNT NBR 13.532/1995 contempla as etapas de elaboração específicas de projetos de arquitetura.

Pesquise sobre essas normas:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13531**: elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13532**: elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

Suponha que a obra é viável, do ponto de vista arquitetônico, com isso, já se pode começar o anteprojeto da edificação. Mas o que é um anteprojeto? Por que você não poderia elaborar diretamente o projeto arquitetônico?

Na etapa do anteprojeto, produzem-se todos os desenhos necessários à completa compreensão do projeto, tais como, plantas, cortes, fachadas, plantas das coberturas, elevações, níveis, ou até mesmo desenhos em 3D etc. Os desenhos devem conter, ainda, as definições de materiais de acabamento, esquadrias, paginações, acabamentos hidráulicos. Esse momento é destinado às alterações necessárias e escolhas por parte do cliente, para se evitar retrabalho futuramente, por isso, é a etapa na qual o arquiteto ou engenheiro gasta mais tempo.

Nesse momento, o arquiteto ou engenheiro deve se preocupar com o bom desempenho da edificação resultante de seu projeto. Mas como você transfere essa preocupação para o projeto?

Desde 2013, projetistas e demais responsáveis pela concepção, fornecedores de materiais e construtores agregaram uma responsabilidade a mais em seus trabalhos: a de garantir o desempenho das edificações, dentro de suas áreas de atuação. Isso porque nesse ano foi implementada a norma ABNT NBR 15.575/2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – que estabelece os requisitos e critérios a serem cumpridos a fim de atender as expectativas dos usuários, garantindo segurança, conforto e qualidade.

Isso quer dizer que, ao projetar um edifício, como o do nosso exemplo, você deve levar em conta essa e outras normas técnicas desde o dimensionamento dos espaços até a escolha de materiais, métodos e sistemas construtivos. Nesse sentido, você deve se preocupar também com a compatibilização entre os diversos sistemas envolvidos em uma edificação, tais como, instalações elétricas, hidráulicas, ar condicionado etc. Por que você deve se preocupar com isso?

Nas construções, alguns problemas comuns são, por exemplo, as interferências entre os sistemas estruturais e as instalações elétricas e hidrossanitárias, tais como a impossibilidade de continuidade de uma tubulação em virtude de uma viga existente. Nesses casos, as soluções são definidas em obra, com base no conhecimento de encarregados, sem um estudo prévio, buscando-se facilitar e agilizar o serviço. Isso acaba gerando problemas ao usuário, tais como, caimento inadequado

de tubulações, retornos etc.

Para se evitar esses problemas, estão disponíveis no mercado instrumentos de gestão dos projetos das diferentes disciplinas. Exemplos disso são os softwares de modelagem de projetos que utilizam a ferramenta BIM (Building Information Modeling) – Modelagem de Informação da Construção. Nesses programas, é possível gerenciar as equipes interdisciplinares de projeto, de forma que as intervenções sejam detectadas já na fase de projeto da construção. Mais do que isso, trata-se de um processo que reúne informações, desde a fase de planejamento de uma construção, e que resulta em um modelo 3D com equivalência virtual dos processos de construção. Os desenhos são feitos em uma plataforma inteligente, que é capaz de gerir as informações do empreendimento e repassar as alterações às demais disciplinas, em todas os cortes e vistas.



Procure mais informações a respeito dos softwares que utilizam tecnologia BIM em seus sistemas. Seguem algumas indicações que poderão lhe ajudar.

Disponível em:

- http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/ artigo224333-2.aspx>. Acesso em: 08 set. 2017.
- https://www.youtube.com/watch?v=p_N5Xi8nUqY. Acesso em: 08 set. de 2017.
- https://www.youtube.com/watch?v=dxbzZIC7R2s. Acesso em: 08 set. de 2017.

Com a finalização do anteprojeto e sua aceitação completa pelo cliente, o projeto arquitetônico segue para a etapa de aprovação junto à prefeitura do município onde será construído o empreendimento. Em alguns casos, ele precisará ser submetido também à administração do condomínio, do shopping etc., conforme o caso. Simultaneamente, outro profissional deve elaborar o projeto de terraplenagem, com indicação dos cortes e acréscimo de terra que serão necessários. Esse projeto deve ser entregue juntamente com o arquitetônico na prefeitura para aprovação.

Cada município possui regras próprias para aprovação de projetos, de acordo com o Código de obras local, mas, de modo geral, os

procedimentos envolvem:

- Solicitação das informações básicas do imóvel.
- Elaboração do projeto arquitetônico.
- Avaliação do projeto junto à prefeitura para conferência se o mesmo está de acordo com as normas locais, se atende ao Código de Obras, se foi respeitado o zoneamento etc.
 - Realização das correções, quando solicitadas.
 - Aprovação final.
 - Solicitação da Licença para Construção.

Para submissão do projeto junto à prefeitura, devem ser pagas as taxas estipuladas e o profissional responsável deve anexar sua ART, se engenheiro, ou RRT, se arquiteto. Adicionalmente, a prefeitura pode exigir laudo de estabilidade de terreno, acompanhado de ART, de engenheiro ou geólogo como requisito para aprovação do projeto.

Com a aprovação do projeto, o cliente busca os outros profissionais que elaborarão os demais projetos necessários, tais como: fundações, estruturas, instalações elétricas e hidrossanitárias, SPDA (Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas) etc. O responsável pelo projeto arquitetônico deverá ficar atento e participar de reuniões com os demais projetistas a fim de contribuir com a compatibilização dos projetos envolvidos

De posse de todos os projetos necessários, elabora-se o projeto executivo, que é um detalhamento construtivo do arquitetônico, com marcações de eixos hidráulicos, espessuras de reboco e contrapiso, paginações dos revestimentos, detalhes das esquadrias e quaisquer outras informações que os operários em campo necessitam para executar a obra

Para iniciar a construção, o proprietário deverá proceder à solicitação de outros documentos junto à prefeitura, tais como, autorização para construir tapume e barracão de obra, para movimentar terra e destinar entulho e o Alvará de construção. Em outras unidades, trataremos desse assunto novamente.

Mesmo com todos os projetos executados, de posse do projeto executivo e das diferentes disciplinas corretamente compatibilizadas, durante a obra, é comum que decisões de última hora, ou mesmo erros de execução, afetem as disposições dos sistemas elétricos e hidráulicos, ar-condicionado, posição de paredes, dimensões de cômodos etc.

Esses itens não alteram a área construída aprovada na prefeitura, nem a fachada definida, mas precisam ser documentados em caso de reformas e manutenções futuras. Sendo assim, ao final da obra será necessária a contratação de profissional para levantar e catalogar, através de um desenho técnico, as informações verificadas em campo relativas aos serviços executados e materiais empregados. Esse desenho técnico final recebe o nome de *As-built* cuja tradução é "como construído".

O cliente não entende direito por que é tão importante seguir todos esses passos para a construção de um imóvel. O projetista, então, lhe explica que a adoção das normas em um empreendimento aumenta a segurança daqueles que compram as unidades autônomas (apartamentos, por exemplo) e facilita a obtenção da certidão de Habitese. Mas o investidor ainda tem dúvidas se todo esse trabalho vale a pena.



Na prática, os questionamentos do cliente são muitos comuns. Normalmente, eles não entendem porque necessitam seguir as normas, contratar profissionais qualificados, aprovar os projetos e solicitar os documentos exigidos. Você, como futuro profissional, quais estratégias usará para convencer o seu cliente que vale a pena contratar os seus serviços técnicos ao invés de recorrer às construções sem supervisão?

Em conversa com o contratante, o responsável pelo projeto arquitetônico cita como exemplo o caso de um potencial comprador de um dos apartamentos e pede que ele suponha que o mesmo vá adquirir o imóvel por meio de financiamento em banco. Nesse caso, o financiamento só é possível para aquisição de imóveis que possuam a certidão de Habite-se. Ela é obtida ao final da obra junto à prefeitura que só é emitida àqueles empreendimentos que respeitaram o código municipal vigente bem como o projeto aprovado.



Habite-se é um documento emitido pela prefeitura a partir da visita ao empreendimento concluído para conferência se a construção foi feita seguindose o projeto aprovado. Um dos pré-requisitos para solicitação do documento é o Laudo de Vistoria do Corpo de Bombeiros que atesta a segurança da edificação, dentro dos parâmetros estabelecidos no Projeto de Incêndio.

As-built é um projeto elaborado ao final da obra contemplando as soluções adotadas que alteraram os projetos iniciais bem como as diferenças em dimensões nos cômodos

Orçamentação de obras

O investidor da construção do edifício, cujo projeto você elaborou, deseja conhecer o custo da obra. Você lhe informa que é possível ter uma noção dos gastos com o anteprojeto, baseando-se em dados históricos e planilhas orçamentárias disponíveis, tais como TCPO® (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos), revisada anualmente. Porém, como ele deseja um orçamento detalhado, serão necessários os demais projetos.

Com a finalização de todos os projetos necessários, um orçamentista inicia a elaboração do orçamento e planejamento da obra. Mas o que vem a ser orçamento e planejamento, quais etapas e elementos estão envolvidos nesses serviços? Qual a importância de se contratar um profissional qualificado para esse trabalho?

O orçamentista contratado pelo investidor, de posse dos projetos, solicita uma visita ao terreno onde o empreendimento será implantado a fim de avaliar os condicionantes e outros elementos que possam causar custos não previstos. Dessa visita resulta um Relatório de Visita Técnica contendo todos os condicionantes observados e levantados no local.

Depois disso, esse profissional faz um levantamento completo dos serviços e suas respectivas quantidades, com base nos projetos, e realiza uma consulta de preços com fornecedores para definir os preços unitários dos insumos que compõem os serviços.

O levantamento das quantidades se dá através da quantificação das áreas, perímetros e volumes, principalmente. A partir desses valores, são determinadas as quantidades de cada material que será empregado.

De posse dessas informações, ele é capaz de elaborar a planilha de composição de custos unitários para cada serviço. Os insumos presentes nessas planilhas compõem os custos diretos: materiais, equipamentos e mão de obra.



Exemplificando

Um dos serviços presentes na construção de um imóvel é a armação das estruturas de aço que receberão o concreto. A peça armada é posicionada no interior das formas, normalmente de madeira, e sobre ela é lançado o concreto fresco. O Quadro 1.1 mostra um exemplo de tabela de composição de custos unitários para esse serviço.

Quadro 1.1 | Modelo composição de custo unitário

Insumo	Unidade	Índice	Custo unitário	Custo total
Armador	Н	0,12	R\$ 12,00	R\$ 1,44
Ajudante	Н	0,12	R\$ 8,00	R\$ 0,96
Aço CA-50	Kg	1,10	R\$ 4,00	R\$ 4,40
Arame	Кд	0,03	R\$ 5,00	R\$ 0,15
Total / kg de armação				R\$ 6,95 / kg

Fonte: adaptado de Mattos (2015, p. 2).

Nesse quadro, a coluna Índice expressa o consumo do insumo por unidade do serviço, nesse caso kg de aço armado. A coluna Custo unitário diz respeito ao valor para se comprar uma unidade do insumo, por exemplo: 1 hora de trabalho de armador custa R\$ 12,00. A coluna Custo total é o resultado da multiplicação entre Índice e Custo unitário. É curioso observar, ainda, que para armar 1 kg de peça, gastam-se 1,1 kg de aço CA-50, isso quer dizer que o autor considerou uma perda de 10% nesse insumo.

Você, aluno, deve saber que na composição dos custos de mão de obra, levam-se em conta todos os encargos sociais que incidem sobre o valor do salário, despesas de alimentação, transporte, equipamentos de proteção individual (EPI) e ferramentas de uso pessoal.

Suponha que a taxa de aço por m³ de viga em concreto seja 85 kg/m³ e que será armada uma viga cujo volume total (área da seção transversal multiplicada pelo comprimento) é 0,2 m³. Nesse caso serão necessários 17 kg de aço. Pelo Quadro 1.1, o custo de armação dessa viga seria igual a R\$118.15.

Na composição dos custos diretos, deverão ser levantadas as horas a serem gastas com equipamentos e locação de ferramentas. Esse número pode ser obtido a partir de planilhas históricas da empresa ou planilhas prontas disponíveis na literatura sobre o assunto (ex.: TCPO).

O orçamentista deverá levantar também os custos indiretos da obra. Esses gastos dizem respeito à mobilização e desmobilização dos serviços, administração local e central (escritório da construtora, por exemplo), impostos, riscos etc., e sofrem impacto da localização e tipo da obra.

A composição do preço de venda (PV) do empreendimento se dá pela relação entre os custos diretos (CD) e BDI (bonificação e despesas indiretas), através da equação:

$$PV = CD \left(\frac{BDI}{100} + 1 \right)$$

O BDI computa o aumento que os custos diretos sofrem devido aos custos indiretos, lucros, impostos e riscos do empreendimento e pode ser calculado pela equação:

$$BDI(\%) = \left\{ \left[\frac{(1 + AC + CF)}{1 - (TM + TE + TF + L)} \right] - 1 \right\} \times 100$$

AC: administração central (escritório da empresa/construtora)

CF: Custo financeiro

TM, TE e TF: tributos municipais, estaduais e federais, respectivamente.

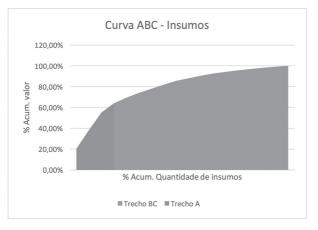
L: lucro.

A partir dos valores que serão gastos com cada item do orçamento, é possível elaborar a Curva ABC, uma ferramenta para visualização dos serviços por ordem de custo. Ela se apresenta na forma de um gráfico, conforme mostra a Figura 1.3, no qual os serviços são enumerados em ordem crescente em função de seu valor percentual acumulado sobre o custo total da obra.

Paralelamente ao desenvolvimento do orçamento, inicia-se a elaboração dos cronogramas físicos e financeiros da construção do edifício, que serão finalizados pelo engenheiro com a consolidação do orçamento. Eles fazem parte do planejamento e, posteriormente, serão utilizados no acompanhamento físico e financeiro ao longo da obra. Essa ferramenta de gestão define as estratégias e ordem dos serviços a serem executados.

O cronograma físico estabelece a ordem dos serviços, início (e término), duração dos eventos e relação de dependência entre os mesmos. Já o financeiro mostra o fluxo de caixa do empreendimento, indicando a relação entre as entradas de dinheiro (com a venda dos apartamentos, por exemplo) e saídas (pagamentos de fornecedores, prestadores de serviço, funcionários etc.).

Figura 1.3 | Esquema da Curva ABC



Fonte: elaborada pelo autor.

O gráfico indica uma das premissas da Curva ABC: o custo mais elevado se concentra em itens de maior importância e que, por isso, tendem a ser mais caros. Essa ferramenta mostra os serviços que devem ser acompanhados com maior atenção, já que são eles que mais impactam a obra.



Caro aluno, o tema de orçamentação de obras é muito amplo, com isso, é imprescindível que você pesquise outras fontes e complemente seu conhecimento. Seguem alguns textos que irão lhe ajudar.

Disponível em:

- http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/35/cronograma-fisico-financeiro-213994-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.
- http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/quem-vem-antes-o-orcamento-ou-o-planejamento-338407-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.
- http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/custo-direto-ou-indireto-302173-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.
- http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/as-cinco-metodologias-de-estimar-custos-338016-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.
- http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/fazendo-o-fluxo-de-caixa-da-obra-326612-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.
- http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/as-utilidades-da-curva-abc-de-insumos-308820-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

Sem medo de errar

Conforme você viu ao longo desta seção, as fases iniciais da elaboração de um projeto compõem seu estudo preliminar gerado a partir do briefing, momento em que se conhecem as necessidades do cliente, e que resultará na análise da viabilidade arquitetônica. Depois disso, o arquiteto inicia os desenhos técnicos que comporão o anteprojeto. Só depois disso, que o mesmo poderá ser encaminhado à prefeitura local para aprovação.

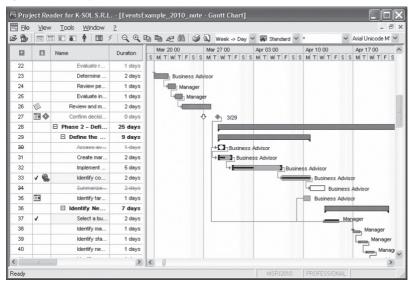
As etapas para aprovação do projeto no município são:

- Solicitação das informações básicas do imóvel;
- Elaboração do projeto arquitetônico;
- Avaliação do projeto junto à prefeitura para conferência se o mesmo está de acordo com as normas locais, se atende ao Código de Obras, se foi respeitado o zoneamento etc.;
- Realização das correções, quando solicitadas;
- Aprovação final;
- Solicitação da Licença para Construção.

Caso o cliente deseje, é possível fornecer a ele uma estimativa inicial da obra com base em custos por m², de acordo com o padrão da edificação. As construtoras mantêm, inclusive, registro de gastos com seus empreendimentos e essas informações históricas podem embasar essa estimativa, desde que as obras tenham características semelhantes. Porém, esse tipo de estimativa não é tão preciso quanto um orçamento completo.

Um orçamento mais detalhado é elaborado a partir da visita técnica ao terreno, levantamento dos serviços, custos diretos, indiretos, cálculo do BDI e preço de venda do empreendimento. Outros produtos do orçamento são os cronogramas físicos e financeiros, que são ferramentas do planejamento e gestão da obra. Eles podem ser elaborados com o auxílio de programas de computador, tais como o MS Project® (Figura 1.4), que trabalha a partir da inserção dos serviços, predecessores, custos, início e fim, duração etc., e mostra graficamente o andamento físico e financeiro da obra.

Figura 1.4 | MS Project®



Fonte: <a href="font-wiking-roject_gif-le:Project_Reader_Screenshot_-_The_Viewer_for_MS_Project.gif-le:Project_

Você, que logo será um profissional da construção civil, precisa conhecer as principais ferramentas computacionais de orçamentação e planejamento de obras, pois o mercado de trabalho, cada vez mais, tende a absorver essas novas tecnologias e aplicá-las no cotidiano.

Avançando na prática

Escolha do sistema para revestimento da fachada de uma edificação

Descrição da situação-problema

Caro aluno, suponha que o investidor do prédio, cujo projeto você está elaborando, tem dúvidas com relação à escolha do revestimento da fachada. Ele não sabe se opta por um revestimento em porcelanato aerado ou textura. Você, então, sugere que ele converse com um orçamentista, pois o custo dos diferentes sistemas será um dos critérios que orientará a escolha.

Na conversa com o profissional da área, surgem algumas dúvidas:

- Quais etapas desses serviços podem impactar mais o preço final?
- Como a curva ABC poderia contribuir com a tomada de decisões nesse caso?
- Como o cliente e o projetista contratado podem buscar informações sobre a qualidade e vida útil do revestimento?

Resolução da situação-problema

Essa reunião com o profissional da área aconteceu antes da finalização do projeto arquitetônico para envio à prefeitura para aprovação.

Ele explicou que diversos fatores impactam o preço final de um produto, tais como necessidade de mão de obra especializada, tempo de execução e disponibilidade do produto e pessoal na região. Além disso, o construtor deve levar em conta a vida útil do sistema, uma exigência inclusive da Norma de desempenho, e a facilidade de manutenção.

Nesse sentido, as duas técnicas se baseiam em mão de obra qualificada, porém o sistema de fachada ventilada exige ainda uma técnica mais complexa, com utilização de *inserts* para fixação das peças à fachada e demanda reforço em pontos estratégicos para ancoragem das peças metálicas. Por outro lado, oferece maior conforto térmico à edificação e apresenta facilidade de manutenção, já que a textura não permite emendas. Outras informações acerca desses sistemas podem ser obtidas junto aos fornecedores, em cadernos técnicos disponíveis em sites especializados e nos artigos publicados.

A curva ABC pode ser útil na tomada dessa decisão já que a partir dela é possível expressar os itens com maior impacto financeiro, tanto para uma técnica, como para a outra. Por exemplo, pode-se visualizar qual técnica demandará mais recursos com o aluguel de andaime, em qual delas se gastará mais com material e mão de obra etc.

Você achou a reunião bastante produtiva devido à troca de experiências com o profissional contratado. Certamente, os conhecimentos apresentados poderão embasar seus futuros projetos.

Faça valer a pena

1. A construção de uma edificação envolve a solicitação de um alvará, emitido pela administração do município. Esse documento só é concedido de posse de um projeto aprovado na prefeitura. Para a aprovação do projeto arquitetônico, devem-se cumprir as etapas exigidas, tais como pagamento de taxas e submissão dos desenhos.

Qual dos projetos abaixo deve ser entregue à prefeitura, junto ao projeto arquitetônico para solicitação de alvará de construção?

- a) Projeto de instalações.
- b) Projeto estrutural.
- c) Projeto de terraplenagem.
- d) Projeto de fundação.
- e) Projeto de instalação de gás.
- **2.** Um construtor irá revestir com o mesmo material os pisos das salas, paredes das cozinhas e banheiros completos de quatro apartamentos. Ao comprar o material, levou em conta o revestimento para as quatro unidades habitacionais, para garantir um melhor preço. Ele considerou uma perda de 15% e comprou 575 peças de porcelanato branco 60 x 60 cm. A perda leva em conta possíveis quebras durante a instalação e necessidades futuras de reforma.

Tendo em vista os quatro apartamentos, sem considerar a perda, qual é a área real a ser revestida?

- a) 460 m².
- b) 180 m².
- c) 165,6 m².
- d) 479 m².
- e) 248,4 m².
- **3.** A recomendação de consumo da argamassa colante Fixtudis é 8,0 kg por m² de assentamento de pedra. A argamassa será usada em um banheiro retangular cujas dimensões são 3,00 x 2,00 m, de área de piso, e 3,00 m de altura. O revestimento em granito nesse ambiente será aplicado no piso, nas duas paredes de maior dimensão e em uma parede de menor dimensão.

Qual o valor total a ser gasto com a argamassa, sem considerar perda, sabendo que um saco de 20 kg custa R\$ 23,00?

- a) R\$ 230,00.
- b) R\$ 161,00.
- c) R\$ 207,00.
- d) R\$ 276,00.
- e) R\$ 184,00.

Seção 1.3

Análise do local da obra

Diálogo aberto

Caro aluno, conforme discutimos na seção anterior, para a elaboração do projeto arquitetônico, o profissional leva em conta algumas características do terreno onde a edificação estará inserida. No exemplo que discutimos ao longo das seções anteriores, o terreno fica em uma região central e, por isso, com restrições ao tráfego de veículos pesados durante o dia. Foi lhe informado que hoje há uma antiga residência que ocupa uma pequena parte da frente do lote e que o restante é cimentado e utilizado como estacionamento. Existe um padrão de energia elétrica e ligação de água e esgoto. Quais dessas características do lote são relevantes para seu projeto, caso você seja o projetista contratado?

Você já sabe que o orçamentista do empreendimento também precisa dessas informações para a composição dos custos da obra e definição das estratégias do planejamento. Ele precisará levantar os custos diretos, indiretos, taxas, impostos, lucro esperado etc., com o empreendimento para elaborar seu orçamento e planejar as etapas do cronograma da construção. Lembrando o que você aprendeu, discutimos que o orçamentista deverá levar em conta, na composição dos custos diretos, os gastos com material, mão de obra (incluindo encargos sociais), equipamentos, ferramentas e fretes. Será que todos esses itens dependem do local da obra? E quanto aos custos indiretos, eles também sofrem essa influência?

Como as características e localização do lote podem impactar os custos e estratégias de uma construção?

Como a localização do terreno e características topográficas do mesmo afetam os projetos, planejamento e construção do nosso edifício?

Você deve se lembrar quando lhe dissemos que, dessa visita, resulta um relatório técnico que diz respeito aos itens verificados no local que possam auxiliar projetistas, orçamentista e gestor da obra na tomada de decisões. Dentre outros elementos, esse relatório

deverá conter as informações básicas do lote, tais como dimensões, principais vias de acesso, dados do fornecimento de energia e água, bem como disponibilidade de material e mão de obra na região. Esse será o momento de entendermos a aplicação desses conceitos. Além disso, conhecerá os primeiros procedimentos para a montagem da infraestrutura inicial de uma obra e a importância da consideração do frete nos levantamentos dos custos do empreendimento. Ao final, serão mostrados alguns procedimentos para garantia de segurança nas obras de reforma.

Ao final desta seção, tendo em vista tudo que foi apresentado ao longo da unidade, espera-se que você elabore um estudo de viabilidade técnico-econômica de um projeto arquitetônico. Você pode tomar como exemplo o empreendimento desenvolvido ao longo da unidade.

Não pode faltar

Condições de acesso e infraestrutura do local da obra

Na seção anterior, discutimos sobre a importância da visita ao local onde será implantada a obra como forma de verificação de algumas das particularidades do lote e de seu entorno. Dessa visita, deverá ser gerado o Relatório de Visita Técnica, contemplando alguns dos seguintes itens:

- Condições dos acessos ao lote;
- Se há empreendimentos vizinhos e quais as suas condições;
- No caso do lote não se situar em capital ou região metropolitana, identificar a presença ou não de mão de obra especializada ou a necessidade de recorrer à cidade próxima;
- Disponibilidade de água, rede de esgoto e rede elétrica;
- Topografia e clima;
- Potenciais fornecedores próximos;
- Restrições ao tráfego de veículos e situação da logística em geral;
- Exigências ambientais;
- Impostos municipais etc..

O responsável pelo projeto arquitetônico levanta também outros dados já discutidos anteriormente, tais como posição da luz solar, direção dos ventos predominantes, entre outros. O orçamentista

utiliza os itens anteriores para obter o custo do empreendimento. Já o responsável pelo gerenciamento da construção precisa desses dados para se programar quanto à compra de materiais e entrega, locação de equipamentos, contratação de pessoal, montagem do canteiro etc..



Exemplificando

Como forma de exemplificar a importância do Relatório Visita Técnica ao local da obra, suponha a seguinte situação: uma casa será construída em um condomínio residencial que não permite a presença de terra e sujeiras oriundas da obra nas vias. Dessa maneira, nos dias de terraplenagem ou concretagem, o responsável deve providenciar a limpeza da calçada e rua, caso necessário, utilizando manqueira ou caminhão-pipa.

Essa exigência deve constar no relatório para que o orçamentista programe esse custo. Já imaginou se ele não contabilizasse esse gasto?

Com a aprovação, obtém-se o Alvará de construção, também junto à administração do município. Adicionalmente, serão necessários outros documentos, tais como licenças complementares: para demolição, corte de árvore, movimentação de terra e entulho, instalação de tapume e barracão de obra, bem como demarcação de carga e descarga na porta da obra e autorização especial para caminhão de concreto, quando for o caso.

O proprietário pode contratar uma construtora que será responsável pela contratação de pessoal e/ou terceirização dos serviços. Ele pode, ainda, optar por se responsabilizar pela contratação e/ou terceirização e apenas alocar um responsável técnico pelo empreendimento, que atuaria como profissional liberal.

De posse dessa documentação, o gerente da construção, pode iniciar o estabelecimento do layout do canteiro. Sua primeira ação é providenciar o Projeto de canteiro de obras que tanto pode ser elaborado por um engenheiro ou arquiteto, como por um profissional tecnólogo ou técnico em edificações. O objetivo do projeto é a definição do layout do espaço das tarefas a fim de minimizar as distâncias de trabalho, movimentação de pessoal e material (SAURIN E FORMOSO, 2006). Além disso, o projeto prevê os espaços de convivência para os colaboradores, tais como vestiários, banheiros, salas de treinamento, refeitórios, bem como setores específicos para armazenamento e controle de materiais.

No desenho do canteiro, monta-se uma lista do tipo checklist na qual são apontados os principais itens necessários ao local, para atendimento aos requisitos de qualidade e segurança do trabalho, movimentação e armazenamento de ferramentas, equipamentos e materiais.



Reflita

Nesse momento, você percebe a importância do planejamento e cronograma, discutido na seção anterior?

É a partir do trabalho do orçamentista que o responsável técnico da obra é capaz de dimensionar seus recursos.

Considerando-se o fluxo dos serviços, número de trabalhadores, espaço livre disponível e a comunicação com a rua, elabora-se um croqui com a disposição dos elementos que compõem canteiro. Esse croqui deve representar o acesso principal (pessoas e veículos), demais entradas alternativas caso haja, localização das instalações (vestiários, banheiros, escritório, refeitório, sala de treinamento etc.), das áreas destinadas para armazenamento, incluindo entulho; onde serão alocados os principais equipamentos (grua, betoneiras, elevador etc.), fluxos principais, áreas de manobras etc.. Adicionalmente, junta-se ao projeto um registro fotográfico dos elementos mencionados anteriormente, de preferência com exemplos de obras anteriores da construtora.

O responsável técnico da obra deve emitir uma ART ou RRT, de fiscalização de obra e garantir que toda a documentação exigida esteja em ordem, já que, periodicamente, a prefeitura, os agentes do Ministério do Trabalho, do CREA/CAU ou do Meio Ambiente podem fiscalizar sua obra para verificação dos itens de suas competências. Na próxima seção, aprofundaremos mais a discussão sobre o projeto do canteiro de obras.

Ao iniciar a obra, deve-se atentar em montar uma infraestrutura que comporte os primeiros materiais a serem consumidos e os funcionários que executarão os serviços iniciais. A primeira ação do gerente da obra é verificar se o lote possui padrão de energia com carga disponível e suficiente para alimentar os equipamentos e atender a demanda da

obra. Se a carga não for suficiente, a concessionária local deverá ser acionada a fim de se adequar.

Deve-se verificar também se há fornecimento de água e captação de esgoto através de concessionária ou se haverá a necessidade de compra de água através de caminhão-pipa ou captação através de poço artesiano, o que demanda licença junto ao órgão de gestão de água subterrânea. Caso não haja captação de esgoto, será necessária a construção de uma fossa que atenda aos padrões estabelecidos pelo município.

É provável que nas primeiras semanas não seja possível montar o canteiro definitivo. Nesse caso, pode ser necessário providenciar a locação de containers de obra para abrigar pessoas e materiais, conforme exemplifica a figura 1.5. Existem modelos sanitários equipados com vasos e cabines para banho, há diversos tamanhos que podem comportar o almoxarifado provisório e o escritório da obra.



Figura 1.5 | Containers em canteiro de obra

Fonte: http://www.istockphoto.com/br/foto/set-of-tools-goods-for-work-are-placed-in-piles qm637163416-113493037>. Acesso em: 21 set. 2017.

Depois de providenciar a locação dos containers para abrigar o escritório da obra, sanitários e almoxarifado, organiza-se a instalação de telefone, internet e demais itens que devem compor o escritório. Em seguida, o responsável pelo almoxarifado deve ser orientado

quanto aos procedimentos para contratação de mão de obra, estocagem de materiais, ferramentas e equipamentos, bem como sobre a importância de se preencher toda a documentação relativa a pessoal e controle de materiais.

A obra deve destinar local apropriado para armazenamento de materiais, ferramentas e equipamentos e as entradas e saídas devem ser controladas através de fichas específicas. O conjunto de procedimentos, fichas e demais documentos, tanto das obras, como do escritório central, compõem o Sistema de Gestão da Qualidade. Os requisitos desse sistema são definidos pela norma ISO 9001 e pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat).



Na próxima seção, trataremos das normas aplicáveis à qualidade na Construção Civil. Enquanto isso, pesquise mais sobre o assunto nos seguintes links:

- PBQP-H: http://pbqp-h.cidades.gov.br/. Acesso em: 23 set. 2017.
- Gestão de Qualidade: http://gestao-de-qualidade.info/. Acesso em: 23 set. 2017.

Frete: umas das maiores perdas não mensuradas na obra

Já que mencionamos a compra e armazenamento de materiais, equipamentos e ferramentas, um aspecto muito importante e que diz respeito a esse assunto é o transporte desses itens até a sua obra. Apesar de nem todos darem a devida atenção aos gastos e prazos com frete, ele é uma das maiores perdas não mensuradas nas obras, pois sua inserção nas composições nem sempre é tarefa simples.

Na composição do orçamento, o orçamentista pode incluir o frete tanto no BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) como na composição do custo direto do serviço.

Para Alcaraz (2013) o peso do frete na Construção Civil aumentou consideravelmente em função do crescimento do valor dos combustíveis, da mão de obra do setor, da ausência de alternativas mais sustentáveis, falta de investimento em infraestrutura das rodovias e restrições ao tráfego nas grandes cidades. De acordo com esse autor, o peso do transporte de materiais pode impactar em até 30% a mais no valor final dos produtos.

Segundo Nakamura (2010), os materiais que mais são impactados pela ineficiência logística são areia, brita, madeira, cal, gesso e cerâmica vermelha; em seguida, estão cerâmica branca, vidros, cimento, ferro e pedras para revestimento.

Essa constatação auxilia quem está gerenciando a execução do edifício a não se esquecer de planejar os gastos com fretes. Pensando nisso, logo que se tem acesso ao orçamento, contata-se o orçamentista para saber como este havia considerado a entrega dos insumos.

De acordo com o autor, esses custos foram separados em dois tipos:

- FOB (Free On Board): o frete corre por conta do comprador.
- CIF (Cost, Insurance and Freight): O frete é por conta do vendedor, bem como o seguro de transporte.

Para o primeiro tipo, o orçamentista explicou ao responsável pela obra que os custos com logística são somados ao valor dos insumos, pois o vendedor não se responsabiliza pela entrega. Já no segundo tipo, o fornecedor inclui na proposta e o orçamentista não precisa acrescentar esse gasto na planilha.

Esse tipo de conversa é muito produtivo, pois dessa forma o fiscal fica a par do outro acerto que deve ser feito entre as partes: a carga e descarga das entregas, mesmo que se trate de frete CIF. Para o orçamento da obra exemplo, esse acerto já foi feito com os fornecedores. O fiscal, então, busca na planilha e verifica que há insumos que são FOB e o orçamentista acrescentou o valor da entrega separadamente. Para aqueles que são CIF, nota-se que há alguns com a descrição da carga/descarga por conta do vendedor, mas há outros para os quais foi necessário acrescentar esse valor, já que os vendedores explicitaram em suas propostas que a descarga corre por conta do cliente.

Ξ Exe

Exemplificando

Insumos transportados com frete CIF podem ocorrer naqueles serviços contratados já instalados, por exemplo quando se compram portas já instaladas, tintas aplicadas etc.. Essa modalidade pode ocorrer também em outras circunstâncias, a depender do acerto entre as partes.

Já tijolos, cerâmicas e materiais de acabamento hidráulico podem ser exemplos de mercadorias transportadas via FOB. Nessa circunstância, a descarga tanto pode ser feita por funcionários (serventes e meio-oficiais)

da obra, como ela pode estar incluída no transporte contratado, sendo feita por funcionários da empresa de logística.

É importante você ficar atento, pois pode ser necessária a locação de equipamento específico para movimentação dos insumos na obra, tais como guindastes, gruas, empilhadeiras.

Reformas: corresponsabilidade dos síndicos

O conteúdo que desenvolvemos até aqui se aplica tanto para obras de edificações novas, como para reformas em empreendimentos existentes, tais como casas, apartamentos em condomínios, obras de readequação na matriz de uma fábrica etc..

No caso específico de reformas em condomínios residenciais, alguns cuidados são importantes, quando se deseja a manutenção do interesse e segurança de uma coletividade. No passado, negligências em reformas no interior de unidades autônomas ocasionaram acidentes que resultaram em prejuízos materiais e humanos, inclusive com perda de muitas vidas.

Para atender a uma demanda da sociedade, houve a necessidade de se criar uma norma específica de reformas em edificações: ABNT NBR 16.280/2014 – Reforma em Edificações – Sistema de Gestão de Reformas - Requisitos.

A norma visa nortear o controle dos processos, projetos e execução das obras, com vistas à segurança da edificação como um todo, bem como de todos os usuários. A preocupação principal demonstrada no texto é manter a integridade dos sistemas, elementos e componentes da edificação. Para isso, exige-se a formalização, através de documentação, do planejamento completo da obra, contendo projetos (ou croquis) e análises técnicas que permitam concluir que a reforma é segura. Exige-se ainda o acompanhamento/supervisão dos serviços realizado por profissional habilitado que deve elaborar um plano completo da obra para apresentar ao responsável pela edificação (normalmente o síndico). Esse plano inclui, dentre outras coisas, a previsão de geração de ruídos, destinação dos resíduos e possíveis implicações no Manual de Uso e Operação da edificação existente.

Caso você seja contratado para fiscalizar/gerenciar uma obra de reforma, deverá ficar atento às diretrizes que a norma aponta no intuito de:

- Manter e preservar a segurança existente na edificação como um todo. Caso haja alteração, deverá ser submetida à aprovação do projetista e incorporadora/construtora.
- Garantir a segurança de todos os usuários no período das obras.
- Não atrapalhar as demais obras de manutenção que ocorrem na edificação.

É necessário, ainda, apresentar ao condomínio:

- Descrição das etapas da obra, dos processos construtivos e os responsáveis por cada um;
- Previsão de uso de materiais, recursos financeiros e humanos, inclusive garantindo a capacidade de prevenir ou mitigar possíveis riscos.

Nessa situação proposta, você assumiria o papel do responsável técnico, que deve embasar o plano da obra nas normas técnicas disponíveis e legislação.

A principal mudança que a norma apresentou foi a definição das incumbências de cada agente: responsável legal pela edificação (síndico) e proprietário de apartamento.

A inclusão do síndico visa aumentar a participação do condomínio nas obras que ocorram no edifício, de maneira que todos busquem a segurança e defesa dos interesses da coletividade.



Antes de se iniciar uma obra, seja ela uma construção ou reforma, são necessários certos procedimentos a fim de garantir a qualidade na execução. Os dois primeiros passos são:

- Aplicação das informações obtidas no Relatório de Visita Técnica;
- Obtenção do Alvará de Construção.

No canteiro de obras deve ser destinado local apropriado para armazenamento de materiais, ferramentas e equipamentos. A entrada e retirada de materiais no almoxarifado devem ser controladas com fichas específicas.

Com relação ao transporte dos materiais até sua chegada à obra, há dois tipos de frete praticados no setor. CIF é o tipo que está incluso na compra do insumo (frete por conta do contratado) e FOB é o frete que corre por conta do contratante, sendo pago a parte.

Por fim, destaca-se que as reformas devem atender ao disposto na ABNT NBR 16.280. A partir dela, o síndico tem a prerrogativa de fazer cumprir as normas e legislação, além de cobrar o acompanhamento das reformas por profissional habilitado.

Sem medo de errar

Caro aluno, vamos relembrar alguns dos questionamentos que tínhamos no início desta seção. Diante da construção de uma edificação de apartamentos em terreno na região central de uma grande cidade, nos questionávamos se a restrição de tráfego, as construções existentes no lote e suas demais características eram relevantes tanto para elaboração do projeto como do orçamento. Levando-se em conta tudo que desenvolvemos até aqui, você já é capaz de pensar nas respostas para essas questões.

Do ponto de vista do projetista, a construção existente, caso esteja em boas condições e apresente uma estética interessante, pode ser aproveitada, após restauração ou reforma, como área comum da edificação, um salão de festa com espaço gourmet, por exemplo. Essa situação é muito explorada por projetos em lotes que contenham um imóvel tombado pelo Patrimônio Histórico.

Considerando que o lote está no nível da rua, caso se deseje a inclusão de subsolo de garagem, o projetista deve ter em mente que serão necessários cortes e retirada de terra. Esse aspecto deve ser discutido com o contratante, pois envolve aumento nos custos.

Do ponto de vista do orçamentista, além das mesmas considerações anteriores, pois interferem nos custos, as seguintes características são relevantes:

- A restrição de tráfego afeta os horários de entrega de materiais e pode gerar a necessidade de autorizações especiais. Isso aumenta os custos diretos (encarece fretes) e indiretos (horas-extras do gerente da obra e mestre de obras), além de poder gerar atrasos, que também entram nos dois custos.
- A existência do padrão de energia elétrica e ligação de água e esgoto pode representar uma economia e agilidade no início da

obra. Contudo, é importante se atentar se a infraestrutura existente atende tanto à obra como ao futuro edifício. Em caso negativo, as concessionárias deverão ser acionadas para as adequações.

• A necessidade de demolição gera gastos com equipamentos e pessoal para esse fim, além de aumentar o tempo de início da obra.

Lembre-se que, quando se realiza uma demolição ou terraplenagem com retirada de terra e entulho, faz-se necessária a gestão desse material, com preocupação quanto a sua destinação. Os entulhos provenientes de demolição devem ser separados por tipo e destinados à reciclagem, sempre que possível. Quando não for possível, devem passar por descarte adequado, através de empresa legalizada junto ao município. Esse assunto será aprofundado na próxima unidade.

Durante a obra, o gestor (engenheiro ou arquiteto) também precisa se preocupar com as restrições de tráfego para programar as entregas, concretagens, pedir autorizações especiais junto à administração do município etc.. Caso haja uma etapa de restauração da edificação existente, ele sabe que isso demandará mão de obra mais especializada e que deverá se planejar para minimizar as interferências de uma obra na outra. Essas interferências podem ocorrer pela gestão conjunta de duas frentes diferentes de serviço, pela necessidade de cuidado extra com as vibrações causadas pela obra maior e seus efeitos na construção existente etc.

Você pode perceber que todas essas considerações devem ser incluídas nas anotações do projetista e orçamentista já que interferem diretamente na escolha das soluções de projeto e no levantamento dos custos. Essas informações fazem parte do estudo preliminar do empreendimento para verificação da sua viabilidade, tanto do ponto de vista técnico, como do econômico.

Lembre-se da atividade proposta para você no início desta seção: elaborar um estudo de viabilidade técnico-econômica de um projeto arquitetônico. Com tudo o que você viu até aqui, bem como com a aula de seu professor e as buscas indicadas no "Pesquise Mais", você é capaz de desenvolver essa tarefa.

Atente-se que esse estudo de viabilidade deve levar em conta as interferências verificadas no terreno e sistematizadas no Relatório de Visita Técnica. Essas interferências impactam os custos com serviços, material, mão de obra, locações etc.. O estudo considera também se o

público-alvo está de acordo com a localização do empreendimento e suas demais características. Portanto, fique atento a isso.

Reúna-se com seus colegas de classe para discutirem essa questão e elaborem um relatório ao final com suas considerações acerca da viabilidade ou não do empreendimento.

Avançando na prática

Entrega de concreto em obra: é CIF ou FOB?

Descrição da situação-problema

Suponha que você vai gerenciar a execução da guarita de uma empresa de grande porte. De posse dos projetos arquitetônico e estrutural e do orçamento global da obra, você precisa programar uma das etapas: a concretagem das peças estruturais, lajes, vigas e pilares.

O volume total das peças permite a concretagem em apenas um dia, porém o posicionamento da guarita não permite a chegada de caminhões até muito próximo.

Ao verificar o orçamento, percebeu-se que na planilha não estão descritos os gastos com o transporte do concreto, desde a usina até o local de lançamento, nem foi citada a presença de bomba de lançamento. Então, você precisa se informar se as propostas enviadas contemplam o frete ou não. Nesse caso, trata-se de frete CIF ou FOB? Por experiência, você já sabe que o frete tanto pode estar inserido no valor do serviço, como fazer parte do BDI do orçamento.

Como esse erro no orçamento pode atrapalhar seu planejamento físico e financeiro?

Resolução da situação-problema

Como se sabe, o concreto deve ser processado na usina e entregue na obra em um caminhão betoneira em um prazo máximo que garanta a manutenção da sua qualidade. Dentro de uma obra, utilizamos de alguns tipos de concretos, inclusive o feito em obra com o auxílio da betoneira ou manualmente. Costuma-se produzir o concreto em obra quando não se atinge a quantidade mínima de um caminhão betoneira, quando a quantidade não compensa a mobilização de uma bomba ou, ainda, devido à distância da obra com relação ao fornecedor de concreto usinado.

É comum que as concreteiras forneçam um preço global para entrega do material. Mas há diferenças caso o caminhão precise apenas estacionar na porta da obra, com retirada do material por conta dos funcionários do local ou caso o fornecedor se responsabilize também pelo lançamento e bombeamento até a peça estrutural.

Ao buscar as propostas encaminhadas por diferentes fornecedores para composição do orçamento, você percebeu algumas diferenças entre elas. Algumas contemplavam apenas a entrega do concreto até a porta da obra, sem descarga nem bomba. Outras, um pouco mais caras, contemplavam descarga e lançamento através de bomba. Felizmente, o orçamentista utilizou na planilha o preço com lançamento, apesar de não ter explicitado.

Para essa situação, o insumo será fornecido com frete CIF, que inclui entrega com garantia de tempo hábil, para que o concreto não perca suas qualidades. A descarga será através de bomba do tipo lança que permite o transporte do material até a peça, vencendo a distância necessária.

Caso o preço considerado na planilha fosse menor, poderia comprometer a previsão de gasto e, consequentemente, o planejamento financeiro do empreendimento. Além disso, seria necessário um novo acerto entre as partes, o que poderia resultar em atraso no início da concretagem.

Faça valer a pena

1. A norma ABNT NBR 16.280/2014 – Reforma em Edificações – Sistema de Gestão de Reformas – Requisitos – surgiu da necessidade do controle das obras realizadas em edificações que antes eram realizadas sem acompanhamento e causavam diversos acidentes, inclusive com inúmeras vítimas fatais.

Dentre as alternativas apresentadas abaixo, marque aquela que expressa um requisito de gestão de "processos, projetos, execução e segurança" relativo à reforma em edificação (ABNT, 2014).

- a) Não há necessidade de se manter registro documental da obra, desde que se contrate uma empresa idônea para a execução da mesma.
- b) É necessária supervisão técnica dos processos e das obras.

- c) Apenas o técnico contratado assume a responsabilidade por eventuais danos ao patrimônio coletivo.
- d) O proprietário da unidade autônoma deve comunicar ao responsável legal da edificação sobre a reforma em seu apartamento apenas em caso de intervenção estrutural.
- e) Todas as reformas demandam aprovação junto à prefeitura do município.
- **2.** Antes do início do projeto arquitetônico, o projetista visita o terreno a fim de conhecer as características que possam impactar o escopo desejado. O orçamentista também realiza uma visita técnica ao local do empreendimento para avaliar os impactos de suas especificidades nos custos da obra. Sobre o Relatório de Visita Técnica são feitas as seguintes afirmações:
- I. Tanto o projetista como o orçamentista levam em conta os mesmos aspectos ao inspecionarem o local.
- II. O Relatório de Visita Técnica para fins de orçamento fornece bases para a composição dos custos dos serviços da obra.
- III. A partir do relatório, obtêm-se informações acerca dos gastos com frete, contratação e/ou qualificação de mão de obra, disponibilidade de materiais na região etc.

Considerando o exposto acima, marque a alternativa correta com base nas afirmativas I, II e III.

- a) Apenas a afirmativa III está correta.
- b) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- c) O item III complementa o raciocínio desenvolvido no item II.
- d) A alternativa I é consequência da III.
- e) Apenas a afirmativa II está correta.
- **3.** Pode-se dizer que o frete de materiais, equipamentos e ferramentas é um dos gastos mais difíceis de contabilizar e inserir nos custos diretos dos serviços. Sobre o frete, são feitas as seguintes afirmativas:
- I. O alto custo com frete no Brasil se deve a diversos fatores, tais como elevado valor dos combustíveis, condições precárias das malhas rodoviárias, pouco investimento em linhas alternativas de transporte (hidrovias, ferrovias etc.), restrições de tráfego nas grandes cidades etc..
- II. A restrição de tráfego nas grandes cidades afeta o setor de logística na medida em que não há uniformidade nas regras e os empresários do segmento não têm como se preparar para cada situação.

III. A restrição de tráfego facilita a competitividade no setor de logística.

Considerando as afirmativas anteriores, bem como seus conhecimentos sobre frete e logística, marque a alternativa correta.

- a) Estão corretas as afirmativas I e III;
- b) A alternativa III explica a II;
- c) Apenas a alternativa II está correta;
- d) Apenas a alternativa III está correta;
- e) Estão corretas as afirmativas I e II.

Referências

ALCARAZ, Ramon Garcia de. O peso dos fretes. Construção Mercado: Negócios de Incorporação e Construção, [S.l.], v. 138, jan. 2013. Disponível em: http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/138/o-peso-dos-fretes-conselheiro-da-associacao-brasileira-de-299752-1.aspx>. Acesso em: 23 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001:2015: Como usar. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/paula. LAPTOP-8RG2IQM2/Downloads/9001portalcomousarok.pdf>. Acesso em: 23 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.721. Avaliação de Custos de Construção Para Incorporação Imobiliária e Outras Disposições Para Condomínios Edilícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.531. Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.532. Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575. Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16.280 – Reforma em Edificações: Sistema de Gestão de Reformas – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.280: Reforma em Edificações – Sistema de Gestão de Reformas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

BRASIL. Congresso. Senado. Decreto-lei nº 5.452, de 01 de maio de 1943. Consolidação das Leis do Trabalho. Brasília, DF, 01 maio 1943. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm#art2. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. Congresso. Senado. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Código Civil. Brasília, DF, 10 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. Congresso. Senado. Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010. Regulamenta o Exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - Cau/br e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - Caus; e dá outras providências. Brasília, DF, 31 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12378.htm. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. Congresso. Senado. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Brasília, DF, 20 abr. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm>. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. Congresso. Senado. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de Defesa do Consumidor. Brasília, DF, 11 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078.htm. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Governo Federal. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Programa do Governo Federal. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/. Acesso em: 23 set. 2017.

BRASIL. Resolução nº 1.073, de 19 de abril de 2016. Regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no sistema Confea/Crea para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia. Brasília, DF, 22 abr. 2016. Disponível em: http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=59111>. Acesso em: 29 ago. 2017.

CAU. Disponível em: http://www.caubr.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2017.

CONFEA. Disponível em: http://www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>. Acesso em: 29 ago. 2017.

CREA-MG. Disponível em: http://www.crea-mg.org.br/>. Acesso em: 29 ago. 2017.

CUNHA, G. S. da. Contratos e suas funções para a Construção Civil. Revista Especialize On-line Ipog, Goiânia, v. 01, n. 10, p.1-18, jul. 2015. Disponível em: <file:///C:/Paula/Professora - Pitágoras/2017-2/Elaboração Livro Tecnologia das Construções I/Kit Autor_2018/1. Templates de Elaboração/ENTREGA 1.1/Fontes Consultadas/Artigo - Tipos de Contrato.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis. 9. ed. Rio de Janeiro: Copiare, 2011. 221 p. Disponível em: http://paulorobertovileladias.com.br/wp/downloads/ Engenharia de custos.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2017.

FARIA, Renato (Org.). Cronograma físico-financeiro: planilha mostra evolução da obra e o quanto será gasto ao longo do tempo. [S.l.]: Equipe de Obra, 2011. Disponível em: http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/35/cronograma-fisico-financeiro-213994-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

FERREIRA, Emerson de Andrade Marques; FRANCO, Luiz Sérgio. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios. São Paulo: Epusp, 1998. 23 p. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00210.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2017.

FREITAS, E. M. de; ROSA, S. A.; ALENCAR, C. T. Modalidades contratuais e o sucesso de um projeto de construção civil. 10ª Conferência Internacional da Lares: Real estate e os efeitos da crise financeira, São Paulo, v. 1, n. 1, p.419-485, set. 2010. Disponível em: http://lares.org.br/Anais2010/images/419-485-1-RV.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

GOOGLE ADWORDS. Disponível em: https://adwords.google.com/intl/pt-br/ Acesso em: 29 ago. 2017.

LINKEDIN. Disponível em: <www.linkedin.com>. Acesso em: 29 ago. 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. As cinco metodologias de estimar custos. [S.l.]: PINI Blogs, 2015. Disponível em: http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/as-cinco-metodologias-de-estimar-custos-338016-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. As utilidades da Curva ABC de Insumos. [S.l.]: PINI Blogs, 2014. Disponível em: http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/as-utilidades-da-curva-abc-de-insumos-308820-1.aspx. Acesso em: 12 set 2017

MATTOS, Aldo Dórea. Como interpretar uma composição de custos. [S.l.]: PINI Blogs, 2015. Disponívelem: http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/como-interpretar-uma-composicao-de-custos-338922-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. Custo direto ou indireto? [S.l.]: PINI Blogs, 2013. Disponível em: http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/custo-direto-ou-indireto-302173-1.aspx>. Acesso em: 12 set. 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. Fazendo o fluxo de caixa da obra: Parte 1/2. [S.l.]: PINI Blogs, 2014. Disponível em: http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/fazendo-o-fluxo-de-caixa-da-obra-326612-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

MATTOS, Aldo Doréa. FOB e CIF: Como afetam a questão do frete e descarga. Build In: Construção e Informação, [S.l.], 09 mar. 2017. Disponível em: https://www.buildin.com.br/fob-e-cif-esquecer-frete-e-descarga/>. Acesso em: 23 set. 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. Quem vem antes: o orçamento ou o planejamento? [S.l.]: PINI Blogs, 2015. Disponível em: http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/quem-vem-antes-o-orcamento-ou-o-planejamento-338407-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

NAKAMURA, Juliana. Logística preocupa. Construção Mercado, [S.l.], v. 110, set 2010. Mensal

ROSSO, Silvana Maria. Softwares BIM: conheça os programas disponíveis, seu custo, principais características e segredos. [S.l.]: Arquitetura e Urbanismo PINI, 2011. Disponível em: http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/bim-quem-e-quem-224333-1.aspx. Acesso em: 12 set. 2017.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos. Porto Alegre: Antac, 2006. 112 p. (Recomendações Técnicas HABITARE, v. 3). Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/projeto-e-implantacao-decanteiro-de-obras/apostila-habitare. Acesso em: 16 nov. 2017.

Implantação

Convite ao estudo

Caro aluno, nesta unidade você conhecerá as etapas iniciais de uma obra relacionadas à sua implantação no lote. Os itens a serem abordados contemplam a organização, logística, mobilização do canteiro e os gastos iniciais. Além disso, falaremos um pouco mais sobre o projeto do canteiro de obras, bem como sobre as normas aplicáveis.

Ao final da unidade, espera-se que você conheça um pouco mais as necessidades iniciais de uma obra e como aplicar esse conhecimento na implantação do canteiro. Você deve estar ciente que essa compreensão é parte importante para o profissional que atua com a condução da equipe.

Nestaunidade, você continuará se utrabalho na construção do edifício. O projeto arquitetônico do empreendimento foi aprovado, os demais projetos elaborados e compatibilizados e o orçamento e planejamento concluídos. Então, é hora de dar início à construção, preparando o local, organizando o processo produtivo e os gastos iniciais. Será necessária a demolição de construções que não pertencerão à edificação final.

A cada seção da unidade desenvolveremos um tema, de maneira que os conteúdos se complementem e você possa construir uma ideia geral das fases iniciais de uma obra. Na primeira seção, trataremos do canteiro da obra, explicandose os conceitos acerca da mobilização dos serviços iniciais. Na segunda seção, você poderá compreender melhor como preparar o terreno. Esse tema procurará lhe oferecer uma abordagem geral do procedimento de terraplenagem do terreno. Por fim, na última seção serão explicadas algumas etapas da locação da obra, contemplando dois métodos principais de marcação dos pontos de referência da edificação.

Muitas perguntas podem estar passando pela sua cabeça nesse momento. Você deve estar se perguntando quais as atribuições do gestor da obra no que se refere à organização do canteiro e administração do pessoal no início dos serviços. Com o canteiro organizado, você pode imaginar como é conduzida a terraplenagem para correção dos desníveis indesejados no lote? E, por fim, qual a finalidade da locação de uma edificação? Você consegue entender os impactos de uma locação errada sobre a construção como um todo?

Vamos entender então como essas próximas etapas são organizadas. Bons estudos!

Seção 2.1

Canteiro de obra

Diálogo aberto

Caro aluno, após participar da elaboração dos primeiros relatórios da obra, você foi designado como o gerente da obra responsável pela execução do edifício. O cliente lhe contratou logo no início da construção para que você organize tudo, monte sua equipe e dimensione o canteiro de obras. Você deverá ser capaz de levantar os gastos iniciais, alugar os primeiros equipamentos e ferramentas, verificar se o padrão de energia elétrica atende à demanda da obra, atentando-se para a carga elétrica dos principais equipamentos e ferramentas que serão utilizados.

É provável que, em um primeiro momento, seja necessária a locação de containers para o estabelecimento do setor de engenharia, almoxarifado para estocagem e controle dos materiais e ferramentas, e um container banheiro para os funcionários. Você sabia que o número de vasos sanitários e chuveiros leva em conta a quantidade de funcionários que trabalham na obra? Quais normas estabelecem os requisitos de segurança em um canteiro de obras?

Com a montagem provisória do canteiro, já será possível estabelecer um escritório para que você e sua equipe (estagiários ou técnicos de edificações, técnico de segurança etc.) tracem os próximos planos. A partir daí você deve contar com o apoio de um técnico ou engenheiro de segurança para elaborar os documentos de Segurança do Trabalho aplicáveis. Você conhece esses documentos?

Além disso, esse profissional colaborará com o desenvolvimento do projeto do canteiro da obra, levando em conta as etapas da construção, recebimento e logística interna de materiais, número de funcionários, espaço e recursos disponíveis. O que deve conter nesse projeto? Quais as normas aplicáveis?

Além das normas, existem na literatura pesquisas e teorias aplicáveis à administração da produção. Você conhece o programa de Gestão da Qualidade Total? Quais ferramentas podem ser úteis à Construção Civil?

Não pode faltar

Canteiro de obras: projeto, mobilização e organização

Nesta nova unidade, você terá a oportunidade de aprender um pouco mais sobre a organização inicial de um canteiro de obras.

Ao se iniciar uma construção, a primeira etapa é a mobilização de pessoas, materiais, ferramentas, equipamentos e infraestrutura para o funcionamento de tudo. É claro que, ao longo do tempo, o dimensionamento das equipes se altera, conforme a demanda de serviços e a etapa na qual se esteja. Com os materiais, ferramentas e equipamentos ocorre o mesmo, as necessidades variam com o passar do tempo da construção e a necessidade de espaço para organizar isso tudo também varia.

Pensando nisso, o gestor da obra precisa dimensionar seu canteiro, pelo menos, para três situações principais:

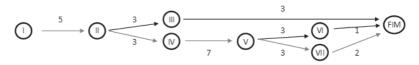
- Início das atividades: normalmente através de containers e ligações provisórias de água e energia;
- Ápice da obra: utilizando o projeto de canteiro, com infraestrutura mais organizada;
- Final da construção: normalmente utilizando os espaços já construídos como canteiro.

Uma ferramenta a ser utilizada para auxílio do gestor no processo de planejamento do canteiro é o Diagrama PERT/CPM. Trata-se de uma ferramenta em formato de rede para visualização da interdependência entre tarefas e a sequência para andamento e conclusão de um projeto/atividade/serviço, conforme você verá a seguir na Figura 2.1.

Para a construção do diagrama, listam-se as atividades de uma tarefa. Tomando o nosso caso como exemplo, a montagem do canteiro é a atividade a ser planejada e as atividades podem ser: I) Elaboração do projeto do canteiro (cinco dias úteis); II) Levantamento, compra e entrega de material/mobiliário para a montagem do canteiro (três dias úteis); III) Construção do tapume (três dias úteis); IV) Aluguel de container e construção dos elementos em madeirite da área de vivência (sete dias úteis); V) Ligação de água, energia elétrica, telefone e internet (três dias úteis); VI) Posicionamento do mobiliário e equipamentos (um dia útil); VII) Montagem do almoxarifado para estoque dos materiais (dois dias úteis); VIII) Fim: utilização do canteiro, início da obra.

Em seguida, analisam-se as durações de cada atividade, bem como suas relações de dependência. Depois disso, essas informações são organizadas em uma rede, semelhante ao que se mostra na Figura 2.1. Na figura, os números indicam a duração das atividades predecessoras, os algarismos romanos expressam as atividades e as setas estabelecem as relações.

Figura 2.1 | Rede PERT/CPM: montagem do canteiro de obras



Fonte: elaborada pela autora.

Algumas setas mostram um caminho mais longo, também chamado crítico, pois ele determina a duração total da tarefa, tendo em vista que, somente após a sua conclusão, a mesma estará concluída. Levando em conta o nosso exemplo, ilustrado acima, o caminho crítico tem duração de 20 dias, que é o somatório de cada evento nele contido.

Ao se iniciar uma obra, o responsável pela execução e coordenação das equipes (engenheiro ou arquiteto) dimensiona sua equipe em função dos primeiros serviços e autoriza a compra de materiais e locação/compra de ferramentas e equipamentos para essa demanda inicial.

Nos casos em que será necessária a terraplenagem, movimentação de terra e entulho no terreno, é comum que o espaço para o canteiro fique reduzido. Com isso, nesse início das atividades, a estrutura montada acaba sendo mais provisória, utilizando-se containers e banheiros químicos, por exemplo.

Ao começar o empreendimento, será necessário movimentar terra e demolir algumas construções existentes, de forma que o espaço para pessoas e insumos ficará reduzido. Para contornar essa situação, como gestor do projeto você decidiu alugar três containers:

- Almoxarifado: para armazenar ferramentas, equipamentos, materiais miúdos. Quem administrará esse estoque é o almoxarife da sua equipe;
- Banheiro: com 5 chuveiros e 5 cabines sanitárias para atender aos que trabalham na obra;

• Escritório: possui um pequeno banheiro para atender a você e ao seu estagiário, além da mesa de trabalho e computador.

Os containers somente são permitidos pela NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2015) - se atenderem aos requisitos de ventilação natural, conforto térmico, dimensões mínimas, conforto, higiene e segurança contra choque elétrico (devem ser aterrados), conforme estabelecido nessa norma.

Paralelamente a isso, você pediu ao estagiário que providenciasse a instalação de internet e telefone, tanto no escritório como no almoxarifado. Além disso, considerando que já existe fornecimento de água e energia elétrica no lote, suficiente para atender à obra, solicitou ao mestre de obras que providenciasse as ligações de água, esgoto e energia para atender aos containers e outros pontos necessários no canteiro

Preocupado em atender as normas de segurança e qualidade aplicadas ao trabalho, você providenciou, juntamente com o técnico de segurança, a construção de área de convivência que atendesse à demanda e assegurasse o cumprimento das legislações. A área de convivência possível de construir nessa etapa foi um refeitório pequeno, considerando que o número de trabalhadores ainda é pequeno nessa fase da obra. Nele, há espaço para todos aquecerem sua refeição e mesa para almoçarem, nesse mesmo local são realizados os treinamentos de qualidade e segurança. Essas normas serão discutidas mais à frente. A infraestrutura será mantida até que a terraplenagem seja concluída e haja mais espaço para construção dos barracões de obra, com madeira.

Toda essa etapa de organização para início das atividades, englobando também a contratação de pessoas e serviços, é a fase de mobilização da obra.

Para a implantação do canteiro da obra, faz-se necessário um projeto que leva em conta requisitos de segurança e ergonomia disponíveis na NR18. Segundo essa norma, os canteiros devem destinar espaço para as instalações sanitárias, vestiários, refeitórios e cozinha (se o preparo for feito no local). Caso os trabalhadores precisem ficar alojados no local, deverá ser destinado espaço para alojamento, lavanderia e área de lazer. E por fim, havendo mais de 50 trabalhadores, a obra precisará de um ambulatório.

Os itens listados anteriormente compõem a área de vivência. O canteiro deverá ser composto pelas áreas de vivência, mais as áreas operacionais (espaços destinados à produção de elementos essenciais à construção, tal como central de argamassa, por exemplo) e áreas de apoio à produção (é o caso do almoxarifado) e apoio técnico administrativo (guarita e escritório). Outros componentes importantes do canteiro se enquadram nos sistemas de transporte, tais como os elevadores e gruas (BRAGA, 2016).

Segundo Saurin e Formoso (2006), o planejamento do canteiro envolve as seguintes etapas:

a) Análise preliminar: coleta de dados e análise da situação existente no terreno (Lembra-se do Relatório de Visita Técnica?). É recomendado o uso de um checklist para o levantamento das necessidades. O gestor da obra deve saber de antemão as técnicas que serão empregadas para se lembrar de considerar os materiais e equipamentos que passarão pelo canteiro e disponibilizar espaço para eles. O orçamento fornece ferramentas também para conhecimento dos materiais que chegarão ao canteiro.



Exemplificando

O conhecimento das técnicas construtivas presentes na obra determina a definição dos espaços de estocagem e circulação. Como exemplo, podemos citar o caso das obras construídas em concreto pré-moldado. Nesse tipo de obra, deve haver bastante espaço para movimentação dos equipamentos que transportarão as peças para encaixe na estrutura.

Um outro exemplo é o caso das alvenarias de vedação feitas em tijolo cerâmico. A obra deve dispor de espaço para armazenamento dos blocos, inclusive com empilhamento máximo para respeitar as cargas máximas admissíveis no projeto de estruturas.

O cronograma físico e de mão de obra também devem ser conhecidos para as três fases principais da construção. O cronograma de mão de obra permite estabelecer os picos de permanência de pessoas e a infraestrutura para receber o pessoal. Já o cronograma físico define as etapas e prazos para que o gestor programe as compras (com consequente estocagem). Em alguns casos, ele poderá retardar o andamento de serviços em função de uma estrutura do canteiro que deve ser mantida

- a) Arranjo físico geral e detalhado: estabelecimento do posicionamento, dentro do terreno, de cada instalação do canteiro. Um detalhamento do arranjo geral envolve a descrição dos equipamentos, localização do mobiliário, portas, janelas etc.
- b) **Detalhamento das instalações**: estabelecimento das quantidades e tipos de mobiliário, especificação dos revestimentos, como devem ser armazenados os materiais, equipamentos e ferramentas em cada local etc.
- c) **Cronograma de implantação**: apresentação das fases do layout do canteiro, explicitação do andamento da obra e como cada evento principal altera o canteiro. Essa ferramenta permite estabelecer as alocações dos recursos para cada momento da construção.



Reflita

Já imaginou como seria interessante se os projetos arquitetônicos pudessem ser feitos considerando-se os impactos do andamento da obra no layout do canteiro? Dessa maneira, dentro do possível e restringindo-se a intervenções menores, o projeto poderia considerar espaços para entrega de material na obra, posicionamento de gruas e guindastes, por exemplo.

Quais outros impactos no canteiro poderiam ser previstos no projeto arquitetônico? Quais problemas você acredita que poderiam ser minimizados?

Todos os arranjos e detalhamentos devem ser representados através do projeto de canteiro de obras. Ele consiste em um croqui no qual são mostrados os espaços destinados à infraestrutura dos trabalhadores e contempla:

- Desenho dos pavimentos onde será instalado, identificando sua localização relativa;
- Localização de elementos estruturais que possam interferir no layout;
- Portões de acesso a veículos e pessoas, separadamente;
- Tipo de tapume e identificação do mesmo no projeto;
- Localização das instalações provisórias;

- Destinação de materiais, equipamentos e ferramentas e entulhos, elevadores, guinchos etc, inclusive com os pontos para içamento;
- Centrais de carpintaria, corte e dobra de aço, se for o caso;
- O fluxo principal das pessoas e materiais, com indicação das passarelas, rampas, escadas etc.

É comum que o projeto do canteiro integre o PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) da obra. Trata-se de um programa a ser implementado obrigatoriamente nas obras com mais de 20 trabalhadores em seu pico. Ele visa estabelecer as medidas administrativas, de planejamento e organização, cujo objetivo é a segurança dos que trabalham no empreendimento. Além do croqui, deverá compor o PCMAT, segundo a NR 18:

- Memorial que trata das condições e meio ambiente de trabalho nas atividades:
- Projeto de execução das proteções e suas especificações técnicas, bem como aquelas relativas às individuais;
- Cronograma de implantação das medidas preventivas;
- Programa educativo para os trabalhadores sobre a prevenção de acidentes e doenças do trabalho.

Depois que você e sua equipe planejaram e executaram a montagem do espaço de trabalho e áreas de apoio e vivência, você, como gestor da obra, deve ter ciência que será necessário administrar esse espaço, garantindo sua limpeza e manutenção. O correto funcionamento de todo esse espaço impacta diretamente o andamento da construção, já ele se modifica à medida que a obra evolui (novos serviços e materiais a cada etapa, necessidade de liberação de espaços etc).

Além da NR 18, outras Normas Regulamentadoras se aplicam à Construção Civil. A seguir, são listadas algumas delas.

- NR 4: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT);
- NR 5: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
- NR 6: Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- NR 7: Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO);
- NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais;

- NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR 26: Sinalização de Segurança;
- NR 35: Trabalho em Altura.



A todos os responsáveis envolvidos no processo de planejamento e execução de um empreendimento, é imprescindível o conhecimento acerca das normas e demais legislações aplicáveis. Sendo assim, pesquise as outras Normas Regulamentadoras e suas atribuições completas. No link a seguir, você encontra a NR 18. Todas as NRs estão disponíveis para consulta na Internet.

Disponível em: http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18. http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.

Ferramentas de qualidade aplicáveis à manutenção do canteiro e gestão das obras

Com a implantação do canteiro, faz-se necessária sua manutenção contínua. Nesse sentido, algumas ferramentas do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) podem lhe auxiliar nesse momento. As mais conhecidas são 5S e 5W2H. Mas por que elas têm esses nomes? O que cada uma dessas siglas significa? Em conversa com o mestre da obra, este lhe diz que ouviu falar que existem técnicas que podem auxiliar na manutenção do canteiro, mas ele não sabe muito bem quais seriam elas. Você, então, dispõe-se a explicar, a fim de que ele possa aplicar e propagar esse conhecimento aos demais funcionários.

A ferramenta japonesa 5S é utilizada para melhorar o desempenho de uma organização ou espaço, através da disciplina dos funcionários quanto à arrumação, ordem e limpeza do local. Cada S diz respeito a uma palavra em japonês que, aqui no Brasil, traduziu-se da seguinte maneira:

• Senso de utilização: identificação dos materiais, equipamentos ou ferramentas, que sejam necessários ou não. Caso não sejam

necessários, proceder ao correto descarte ou destinação (reciclagem, por exemplo);

- Senso de ordenação: organização do ambiente, inclusive com a utilização de sinalização e identificação padronizada dos materiais e espaços, a fim de facilitar o acesso e controle das quantidades. Essa ideia se aplica também à gestão das atividades diárias, semanais e mensais. Isso facilita, por exemplo, na hora de comprar os materiais, pois se sabe de antemão o momento em que serão necessários;
- Senso de limpeza: identificando as fontes de sujeira para agir sobre elas:
- Senso de saúde: ressalta-se a importância da higiene entre os funcionários e das boas condições sanitárias, para se criar um ambiente favorável à saúde, tanto física como mental;
- Senso de autodisciplina: conscientização do indivíduo quanto aos seus deveres e como ele pode impactar a obra como um todo. Essa consciência é facilitada pelos treinamentos disponibilizados pela construtora.

Outra metodologia que auxilia na gestão do canteiro e da obra como um todo, é o PDCA, uma sigla em inglês para as palavras *Plan* (planejar), *Do* (Executar), *Check* (Controlar), *Act* (Agir). Cada palavra diz respeito a uma etapa do controle:

- Planejar: prever os processos e suas etapas;
- Executar: realizar as etapas conforme planejado;
- Controlar: medir e analisar os resultados, verificando se atenderam aos objetivos;
- Agir: atuar diante dos resultados a fim de melhorar seu desempenho continuamente.

Nesse sentido, cada ação precisa ser planejada, avaliada e, com base no resultado alcançado, deve-se corrigir os problemas a fim de melhorar continuamente o processo.

Por fim, trataremos da ferramenta 5W2H, uma sigla para as perguntas em inglês: what (o quê?), why (por quê?), where (onde?), when (quando?), who (quem?), how (como?) e how much (quanto custa?).

Essa metodologia pode ser definida como um checklist para mapear as etapas de algumas atividades. A aplicação desses questionamentos,

por parte dos responsáveis, visa resolver as principais dúvidas ao se planejar um serviço. Por exemplo:

- O que deverá ser feito? (what? etapas);
- Por que será feito? (why? justificativa);
- Onde será feito? (where? local);
- Quando será feito? (when? tempo);
- Por quem será feito? (who? responsabilidades);
- Como será feito? (how? método/procedimentos);
- Quanto custará para ser feito? (how much? custo).

Essas ferramentas e metodologias compõem o Sistema de Gestão da Qualidade Total. Esse sistema se aplica a diversos segmentos industriais, inclusive à Construção Civil, e visa, dentre outras coisas, minimizar perdas e desperdícios, padronizar para alcançar a excelência na produção e promover o bem-estar dos envolvidos.

Com essas explicações, o mestre de obras entendeu bem os principais objetivos e a importância da gestão do canteiro e dos serviços. Ele se dispôs a disseminar esse conhecimento entre os demais funcionários e prestadores de serviço.



Os documentos SiAC, PBQP-h e ABNT NBR ISO 9001 buscam auxiliar a indústria da Construção Civil na definição das responsabilidades, gestão dos recursos e padronização dos procedimentos de obra. Além desses documentos, existem outros que complementam esses objetivos, são as NRs, Legislações Ambientais, *Lean Construction*, Programa 5S, Ferramenta 5W2H etc. Pesquise mais sobre as ferramentas apresentadas nessa seção. Os links a seguir poderão lhe auxiliar:

- http://www.fafor.edu.br/pesquisa/arquivos/Artigo_GESTAO_DA_QUALIDADE.pdf>. Acesso em 14 de out. 2017.
- http://www.edinaldogonzalez.com.br/lib/artigos/art-5s-no-canteiro-de-obra.pdf>. Acesso em 14 de out. 2017.
- http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/lean-construction-principios-basicos-e-exemplos-80714-1.aspx. Acesso em 14 de out. 2017.



A gestão de um canteiro de obras deve levar em consideração três situações principais: início das atividades, ápice da obra e final da construção, e cada um desses momentos exigirá um certo dimensionamento. Para tal tarefa, o gestor deverá levar em conta as normas e legislações vigentes e destinar espaços no canteiro para: produção dos principais insumos, administração do pessoal e materiais (ferramentas e equipamentos também) e áreas de vivência para abrigar os trabalhadores com conforto e segurança. Essas considerações deverão ser detalhadas em um projeto de canteiro de obras.

Para auxiliar na gestão do canteiro e das atividades algumas ferramentas do Sistema de Gestão da Qualidade Total devem ser utilizadas.

Sem medo de errar

Com base no conteúdo desenvolvido nessa seção, você já é capaz de responder às questões propostas inicialmente.

Como gerente da obra, você é responsável pela execução do projeto e inicialmente precisa mobilizar e organizar toda a infraestrutura do canteiro de obras e montar sua equipe. Nesse momento, existem gastos iniciais, relativos à contratação de pessoal, treinamento, realização de exames médicos, aluguel dos primeiros equipamentos e ferramentas e compra de materiais para as construções provisórias. Adicionalmente, você precisa providenciar energia elétrica compatível com a demanda dos equipamentos, água, telefone, internet etc.

As instalações provisórias podem ser alocadas em containers ou feitas de madeira, alvenaria ou outro material, desde que atendam as normas e legislações que visam ao bem-estar dos trabalhadores e preservação do meio ambiente. Algumas das normas citadas ao longo da seção são as NRs, Normas Regulamentadoras.

Na montagem do canteiro, a principal dessas normas é a NR 18 que expressa os requisitos de ventilação natural, conforto térmico, dimensões mínimas, conforto, higiene e segurança contra choque elétrico para cada espaço.

Conforme foi abordado também, é necessário que o projeto do canteiro atenda os requisitos de segurança e ergonomia disponíveis na NR 18 e demais NRs. O croqui deve contemplar os espaços destinados

às áreas operacionais, de apoio à produção e técnico administrativo. Devem constar, ainda, as áreas de vivência, compostas por:

- Instalações sanitárias;
- Vestiários:
- Local para refeições;
- Cozinha, se o preparo for feito no local;
- Alojamento, lavanderia e área de lazer, se os trabalhadores ficarem alojados no local;
- Ambulatório, se a obra comportar 50 trabalhadores ou mais.

No início desta seção nos questionávamos se o dimensionamento do número de chuveiros nos banheiros da obra, por exemplo, levaria em conta a quantidade de trabalhadores. A resposta a essa questão é afirmativa. Segundo a NR 18, para cada grupo de 20 trabalhadores, deverá ser previsto 1 lavatório, 1 vaso sanitário e 1 mictório. A área mínima para abrigar o vaso sanitário é de 1,0 m². Deverá haver 1 chuveiro para cada grupo de 10 colaboradores em local com área mínima de 0,8 m² por unidade.

O croqui detalhado das instalações provisórias é parte integrante do PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) da obra que estabelece as medidas administrativas, de planejamento e organização, cujo objetivo é a segurança dos que trabalham no empreendimento. Esses documentos são elaborados em conjunto com o engenheiro de segurança do trabalho.

Paralelamente a isso, a construtora deverá implementar o PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – NR 7), que é mais abrangente, relativo à saúde e não se restringe apenas aos trabalhadores daquela obra.

Além das normas, existem ferramentas e metodologias que compõem o Sistema de Gestão da Qualidade Total (SGQ), aplicáveis a diversos segmentos industriais, inclusive à Construção Civil. Elas visam, dentre outras coisas, minimizar perdas e desperdícios, padronizar os processos produtivos, para alcançar a excelência na produção e promover o bem-estar dos envolvidos.

Alguns exemplos de ferramentas alinhadas com o SGQ são 5S, 5W2H, PDCA, *Lean Construction* etc.

Todo esse conhecimento é aplicável e imprescindível ao objetivo do gestor da obra, no que tange à condução de equipe na implantação da obra

Avançando na prática

Utilizando o 5W2H

Descrição da situação-problema

Suponha que durante a explicação das ferramentas do Sistema de Gestão da Qualidade, o mestre de obras tenha lhe solicitado um exemplo prático. Você, então, lhe propôs uma situação-problema:

"Um grupo de carpinteiros da obra foi incumbido de construir um barração de madeira de lei e compensado para ser o escritório de engenharia da obra." Utilizando a metodologia 5W2H como poderíamos responder às questões?

Resolução da situação-problema

As perguntas e respostas podem ser elaboradas da seguinte maneira:

a) O que deverá ser feito?

As etapas da construção do barracão podem ser a separação e corte das peças de madeira, de maneira a atender o projeto do canteiro. Em seguida, procede-se à montagem do cômodo, pintura, instalações elétricas e hidráulicas, internet e móveis.

- b) Por que será feito?
- O cômodo abrigará o escritório do gestor da obra, para guardar documentos, realizar reuniões etc.
 - c) Onde será feito?
- O escritório será alocado apropriadamente conforme o projeto do canteiro.
 - d) Quando será feito?

A construção do barracão se dará conforme o cronograma estabelecido pelo gestor.

e) Por quem será feito?

Os elementos em madeira do barracão serão responsabilidade dos carpinteiros, a pintura ficará a cargo dos pintores, as instalações serão executadas por eletricistas e bombeiros, respectivamente. Os móveis serão alocados pelos ajudantes. Todos os serviços serão supervisionados pelo mestre de obras e gestor da obra.

f) Como será feito?

O corte das peças de madeira se dará por meio de serras, em seguida, as mesmas serão afixadas umas às outras por meio de pregos. Todo o cômodo deverá ser pintado na cor branca para garantir conforto térmico e visual ao ambiente. As instalações elétricas e hidráulicas serão realizadas por meio de cortes nas peças de madeira para passagem dos tubos e cabos.

g) Quanto custará para ser feito?

O valor para execução completa do barracão contempla materiais, equipamentos, ferramentas e horas-homem. Esse número deverá estar contemplado no orçamento da obra.

Faça valer a pena

1. A NR 18 (Norma Regulamentadora) diz que o canteiro de obras deve dispor de instalações que compõem a área de vivência. Algumas dessas acomodações são obrigatórias em todas as obras, tais como instalações sanitárias, vestiário e local de refeições. Outras são exclusivas às construções que comportam a partir de um certo número de operários. Há ainda aquelas exigidas aos locais que também deverão alojar os trabalhadores.

Considerando as instalações que compõem a área de vivência bem como a NR 18, marque a opção que contém, respectivamente: uma acomodação exigida em qualquer canteiro, uma outra quando o número de funcionários é igual ou superior a 50 e outra para o caso dos trabalhadores estarem em uma cidade diferente de suas residências.

- a) Alojamento, lavanderia, ambulatório.
- b) Vestiário, cozinha, instalações sanitárias.
- c) Área de lazer, local de refeições, escritório.
- d) Instalações sanitárias, ambulatório, área de lazer.
- e) Lavanderia, almoxarifado, sala de reuniões.

- **2.** Considere a metodologia do Sistema de Gestão da Qualidade 5W2H, supondo que o gestor de uma obra deseja implementá-la na gestão do canteiro e dos processos da obra como um todo. Considere, como exemplo, que nesse canteiro será preciso mudar o almoxarifado de lugar porque o espaço atual não comporta a demanda. A esse respeito, seguem três afirmativas:
- I. Na aplicação da ferramenta 5W2H, as perguntas dizem respeito às etapas do trabalho, sua justificativa, o local, o tempo para início e sua duração, as responsabilidades, os métodos e procedimentos e o custo para conclusão do serviço.
- II. Para o exemplo dado, a resposta à questão 'o quê?' é a demanda por mais espaço.
- III. Os métodos para conclusão dos trabalhos envolvem o passo a passo para desativação da atual instalação e execução da nova, incluindo materiais, bem como ferramentas e equipamentos e os métodos.

Avalie as afirmativas anteriores e marque a opção correta.

- a) Todas as afirmativas estão corretas.
- b) Apenas a afirmativa II está correta.
- c) Estão corretas apenas as afirmativas I e III.
- d) Apenas as afirmativas I e III estão corretas, e essa última é uma justificativa da primeira.
- e) Nenhuma das afirmativas está correta.
- **3.** A metodologia PDCA (planejar, executar, controlar e agir/atuar), de Gestão da Qualidade, visa à melhoria contínua nos processos através da constante avaliação dos resultados. Na gestão de um canteiro de obras, o responsável resolveu adotar essa metodologia e seus resultados seriam expostos em reuniões mensais com o mestre de obras, estagiários, técnico de segurança, almoxarife e encarregados. Como havia ainda algumas dúvidas com relação a essa técnica, depois de explicar mais detalhadamente a aplicação do PDCA, o gestor propôs uma atividade que consistia em dois exemplos para que todos treinassem.
- I. Serviço 1: execução das instalações elétricas do canteiro.
- II. Serviço 2: controle do estoque no almoxarifado.

Com base nos serviços do exemplo dado pelo gestor, marque a alternativa correta quanto à aplicação da metodologia PDCA.

a) No Serviço 1, Do (executar) diz respeito ao andamento das atividades, propriamente ditas. Já no Serviço 2, essa mesma etapa é sistematizada através da palavra *Check* (agir).

- b) O gestor deve escolher apenas um método do Sistema de Gestão da Qualidade, dessa maneira, não poderá implementar simultaneamente 5W2H e PDCA.
- c) Segundo o PDCA, é sempre importante prever as inconformidades e agir antes de se realizar todos os testes aplicáveis ao serviço.
- d) Ao aplicar a metodologia PDCA, a resposta à questão 'o quê' diz respeito ao serviço que será executado, nesse caso, Serviço 1: execução das instalações elétricas do canteiro; Serviço 2: controle do estoque no almoxarifado.
- e) A fase *Plan* (planejamento) do Serviço 1 é a primeira etapa dessa atividade e pode ser realizada através da ferramenta 5W2H. No Serviço 2, a etapa *Act* (agir/atuar) pode ocorrer sempre que se verificar alguma inconformidade, por exemplo no controle do estoque.

Seção 2.2

Preparando o terreno

Diálogo aberto

Caro aluno, esta seção contém diversos conceitos importantes e exemplos que lhe ajudarão a conhecer e compreender algumas etapas do início de uma obra. Além disso, você deve ficar à vontade para pesquisar mais e aprofundar seus conhecimentos nesse assunto, busque sempre outras referências, leia os textos e materiais propostos, eles certamente contribuirão com seu aprendizado.

Para continuarmos desenvolvendo o conteúdo da unidade anterior, prosseguiremos com nosso exemplo. Lembre-se que a obra dispõe de um espaço mínimo, na divisa com o passeio de pedestres, para a alocação dos espaços do canteiro de obras, de maneira que no restante do lote será construído o prédio.

Antes da construção do canteiro em madeirite, foi necessário alugar containers por um curto período de tempo. Em seguida, os setores de engenharia, almoxarifado, banheiros e área de convivência foram montados em chapas de madeira compensada, enrijecidas por peças de madeira serrada, segundo os padrões de segurança aplicáveis. Tendo o canteiro montado, é possível dar início à preparação do terreno e demolições. Quais os cuidados que o gestor da obra deve ter com os entulhos resultantes dessa demolição? Quais normas se aplicam a essa situação?

Sabemos que o projeto do canteiro contempla também os cercamentos e tapumes de proteção da obra. Sendo assim, depois das demolições, é hora de cercar a obra. Você poderia citar algumas situações que podem ser evitadas com a construção do tapume? Quais materiais mais empregados para sua construção?

O nosso edifício será composto de 2 pavimentos de subsolo para estacionamento, 1 pavimento térreo no nível da rua, 1 pilotis, 14 pavimentos com 2 apartamentos cada, 1 pavimento de cobertura e o reservatório de água superior. Logo após o cercamento, o terreno ainda está no nível da rua, sendo assim, será necessário executar a retirada de terra a fim de se atingir a cota desejada. Para garantir a estabilidade das construções vizinhas, algumas medidas devem ser tomadas. Quais

seriam essas medidas? O gestor deve se preocupar também com a destinação da terra retirada no lote?

A seguir serão apresentados alguns dos principais conceitos que poderão lhe auxiliar no entendimento das providências acerca do gerenciamento da equipe no momento da terraplenagem do terreno. Iniciaremos com uma abordagem geral das etapas de uma obra, falaremos também da construção das cercas e tapumes e, por fim dos aspectos relativos à terraplenagem.

Bons estudos!

Não pode faltar

Caro estudante, nesta seção trataremos, principalmente, da etapa terraplenagem na construção de um edifício. Porém, antes de chegarmos lá, é interessante que você tenha uma noção das principais fases de uma construção, para que possa construir uma visão geral de todo o processo.

Execução de obras: etapas principais, construção de cercas e tapumes

Conforme estamos discutindo desde a unidade anterior, os processos iniciais de planejamento de uma construção, segundo você acompanhou, envolvem a elaboração dos projetos, aprovação do projeto arquitetônico na prefeitura, orçamentação. Depois disso, para iniciar os trabalhos de construção, monta-se o canteiro de obras, compram-se os primeiros materiais, contratam-se os primeiros funcionários e prestadores de serviço, dentre outros.

Na montagem do canteiro de obras, uma etapa importante, para garantia da segurança dos que trabalham internamente e dos que passam próximos à obra, é a implantação das cercas e tapumes ao longo de seu perímetro. Sua importância se deve também à manutenção da organização interna do ambiente, já que facilita o controle das atividades, materiais e pessoas que circulam nas suas dependências.

As construções, de um modo geral, demandam materiais, equipamentos e ferramentas diversos, muitos dos quais são caros e alugados. As cercas têm a função principal de resguardar esses itens contra eventuais furtos, tanto por parte de pessoas externas, como

internas à obra. Adicionalmente, como medida de reforço da segurança, mantém-se um porteiro durante o expediente para controle da entrada e saída de pessoal e um vigia após o expediente e no período noturno. Na fase de acabamento, essa segurança poderá sofrer um reforço em função do elevado valor dos materiais e a facilidade de transporte de alguns itens, tais como torneiras.

O tapume ou cerca da obra deve constar no projeto do canteiro, com a descrição do material de que será feito. Os tapumes podem ser feitos de madeira compensada, placas de concreto pré-moldado, chapas galvanizadas. No projeto também deve conter a descrição de portões separados para a entrada de pessoas e veículos com identificação, nele fica afixada a placa com os dados do empreendimento.

A placa da obra é um elemento obrigatório de identificação do empreendimento bem como de seus responsáveis. Segundo a Resolução 250/77, do CONFEA, as placas devem conter, dentre outras especificações:

- Nome dos autores dos projetos e dos responsáveis técnicos pela execução da obra, com seus respectivos registros juntos aos conselhos competentes;
- As atividades específicas pelas quais cada um desses profissionais é responsável;
- Nome da empresa responsável pela execução da obra, com registro junto ao conselho.

Uma preocupação que se deve ter é com relação à localização do portão de veículos. Deve-se atentar quanto à disposição dos locais de armazenamento, caso o caminhão vá adentrar no canteiro, a fim de se evitar excesso de manobras. É importante levar em conta a presença de obstáculos no passeio que impeçam ou dificultem a entrada de veículos e, ainda, escolher, quando possível, a entrada pela rua menos movimentada. Depois da etapa de organização do canteiro, materiais e pessoal, pode-se iniciar tranquilamente a obra.

Importante destacar aqui que, bem antes do início das atividades, ainda na fase de viabilização do empreendimento, foi realizada a investigação do solo. A técnica mais comum é a do SPT (Standard Penetration Test), conhecida como sondagem de simples reconhecimento ou sondagem à percussão. Ela permite conhecer as resistências e características das camadas do solo, à

medida que o amostrador penetra no solo, impulsionado por golpes normatizados. Por meio dessa técnica é diagnosticado também o nível de água, fator determinante na escolha do método construtivo das estruturas de fundação. O SPT será melhor explicado quando tratarmos do tema Fundações.

No momento de viabilização do empreendimento, realizou-se também o levantamento topográfico do lote para conhecimento do profissional que elaborou o projeto arquitetônico, pois ele precisou levar em conta a declividade do terreno para dimensionar a edificação, considerando o volume de terra que precisaria ser movimentado. Esse levantamento inclui os dados da sondagem, tais como nível d'água. Essas informações são imprescindíveis para o projetista de fundações e contenções do terreno.

Ao se iniciar a obra, após a montagem do canteiro, tem início a terraplenagem, que será explorada mais detalhadamente à frente, posteriormente é realizada a marcação dos pontos referenciais da edificação, também chamada locação da obra. Esses serviços costumam ser nomeados na planilha orçamentária como serviços preliminares.

Porém, antes de se retirar terra de um lote, é extremamente importante garantir a estabilidade dos lotes vizinhos e encostas, já que, com a movimentação de terra, as partes mais altas podem perder estabilidade e se deslocar. Para evitar essa situação realiza-se a contenção das estruturas vizinhas e encostas de terra, sempre que o nível do novo empreendimento for inferior a elas. Esse serviço também é executado mediante projeto, feito por um calculista especializado em estabilidade de solos, normalmente o mesmo que projeta as estruturas de fundação.

Quando se alcança a cota desejada para o pavimento inicial, procede-se à execução das estruturas de fundação, que sustentam a edificação no solo, transmitindo os esforços do prédio para o solo. Com a finalização da fundação, executam-se os elementos estruturais do prédio (por exemplo: lajes, pilares e vigas). Existem diversos métodos construtivos para estruturar uma edificação, tais como concreto armado (moldado in loco, pré-moldado, protendido), alvenaria estrutural, aço, madeira. As figuras abaixo apresentam exemplos de estruturas em concreto, madeira e aço.

Figura 2.2a | Edifício em concreto armado



Fonte: https://www.istockphoto.com/br/foto/highrise-concreto-constru%C3%A7%C3%A3o-de-site-am170616024-3174877. Acesso em: 03 de nov. 2017.

Figura 2.2b | Edifício com estrutura em madeira



 $Fonte: < https://www.istockphoto.com/br/foto/house-moldura-de-madeira-gm140469314-3209555>. \ Acesso \ em: \ 03 \ de nov. 2017.$

Figura 2.2c | Edifício com estrutura em aço



Fonte: https://www.istockphoto.com/br/foto/estrutura-de-a%C3%A7o-gm541116798-96737987>. Acesso em: 03 de nov. 2017.

Existe também uma grande variedade de métodos construtivos para as fundações de uma edificação, elas se dividem em rasas e profundas, conforme as características do solo e porte da construção.

Após a conclusão dos elementos estruturais, executam-se os elementos de vedação (alvenaria de blocos, *drywall* etc.) e a cobertura da edificação (concreto armado, telhados etc.).

Nesse momento, acontece simultaneamente o início da infraestrutura para as instalações hidrossanitárias e elétricas, bem como lógica e telefonia. Esses serviços iniciam-se praticamente no começo da construção, já que, desde a etapa de fundação, são deixadas infraestruturas para o sistema de proteção contra descargas atmosféricas, e, ao longo da estrutura e vedação, devem ser posicionadas as tubulações para passagem dos cabos de instalação elétrica, por exemplo, e deixadas as previsões para passagem de *shafts* de inspeção. A conclusão desses sistemas apenas se dá ao término da obra, com a instalação dos acabamentos elétricos, hidráulicos etc...

Uma importante etapa da construção de uma edificação é a impermeabilização, que garante a estanqueidade dos sistemas contra a água. Por exemplo, na execução de uma piscina, deve-se, logo após a

conclusão da estrutura, regularizar a superfície e aplicar um sistema de impermeabilização, tal como a manta asfáltica. Em seguida, a mesma é protegida por uma camada de argamassa e o revestimento pode ser aplicado. Nas áreas molhadas das residências, faz-se necessária também a aplicação de barreiras impermeabilizantes nos pisos e paredes, antes da instalação dos revestimentos. Um outro exemplo de sistema de impermeabilização são as argamassas poliméricas, aplicadas na forma de tinta.

Pesquise mais

Existem diversos sistemas de impermeabilização, conforme a necessidade da obra e orçamento disponível. Pesquise mais sobre alguns dos sistemas citados a seguir. Disponibilizamos alguns links para lhe auxiliar.

- Manta asfáltica. Disponível em: https://www.youtube.com/ watch?v=2Un59h3rg4A&t=94s>. Acesso em: 21 de out. de 2017.
- https://www.youtube.com/watch?v=Y995gUUiX4U. Acesso em: 21 de out. de 2017.
- Argamassas poliméricas. Disponível em: http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/61/argamassa-polimerica-saiba-comofunciona-esse-sistema-de-impermeabilizacao-291311-1.aspx. Acesso em: 21 de out. de 2017.
- Hidrofugantes e hidrorrepelentes. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/hidrofugantes-protegem-revestimentos-contra-agua-e-agentes-agressivos_14659_10_0. Acesso em: 21 de out. de 2017.

https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/2017/01/sistema-de-impermeabilizacao/. - Acesso em: 21 de out. de 2017.

Assim que as alvenarias são rebocadas, quando for o caso, são instaladas as esquadrias, janelas e portas. Os tipos mais comuns de esquadrias são as metálicas ou de madeira, mas estão se popularizando no mercado as esquadrias plásticas, em PVC, uma alternativa mais barata às de alumínio, com estética semelhante.

No caso das áreas comuns de prédio ou condomínios, tais como jardins, quadras etc., é necessário executar também as mesmas etapas do interior da edificação. Para os jardins, por exemplo, demanda-se a construção de infraestrutura de irrigação, realizada em concomitância

com a instalação hidráulica comum. Depois disso, plantam-se as mudam da vegetação escolhida no projeto de paisagismo.

Nesse momento, iniciam-se os revestimentos das paredes e pisos, bem como fachadas, que podem ser em materiais cerâmicos (como o porcelanato), pedras naturais (granitos e mármores, dentre outros), pinturas e texturas, papéis de parede ou laminados, marcenaria.



Exemplificando

Um exemplo de revestimento para pisos, cuja tendência é mais moderna, é o porcelanato líquido. Apesar desse nome, não se trata de um material cerâmico, ele é, na realidade, uma resina com efeito autonivelante que, quando seca, apresenta um brilho semelhante ao de um porcelanato. Seguem alguns vídeos que mostram a aplicação do sistema:

- https://www.youtube.com/watch?v=VWXJ5GPdrjl. Acesso em: 21 de out. de 2017.
- https://www.youtube.com/watch?v=gJf8UUkytGs. Acesso em: 21 de out. de 2017.

Nesse momento, concluem-se os demais serviços de acabamento:

- Instalação dos vidros;
- Pinturas;
- nstalação dos acabamentos de elétrica e hidráulica;
- Ftc.

Nas seções anteriores, você conheceu a importância do Habite-se, um documento emitido pela prefeitura do município, após visita à obra concluída, para conferência se a obra respeitou o projeto aprovado na prefeitura. Com a conclusão da obra, o gestor solicita à administração do município a visita ao local para realização dessa conferência.

Com a obtenção do Habite-se, procede-se à baixa da obra junto à prefeitura. Trata-se de um comunicado de que a construção foi concluída e o empreendimento está em fase de entrega ao proprietário.

Terraplenagem e destinação de entulho

Realiza-se a terraplenagem no lote para adequá-lo ao que o projetista estabeleceu no projeto da edificação, removendo terra onde

há excesso e alocando-a onde ela é necessária. O processo envolve escavação, corte, aterro e transporte do material excedente para bota-fora ou empréstimo de terra. Sempre que se retira terra do lote, destina-se esse material para um bota-fora devidamente registrado pela prefeitura. Em alguns casos, porém, acontece o oposto, o projeto demanda o acréscimo de terra, com necessidade de obtenção do material de um fornecedor ou bota-fora próximo.

O projeto de terraplenagem (movimentação de terra) é elaborado a partir do levantamento planialtimétrico, realizado por profissional de topografia, e das cotas desejadas, função do projeto arquitetônico. O projetista de terraplenagem leva em conta a dificuldade para extração do material, segundo as informações disponíveis no relatório de sondagem.

A sondagem do solo é um processo realizado antes da elaboração dos projetos, para conhecimentos das características do solo, tais como tipo, resistência, nível do lençol freático etc.. Essas informações auxiliam o projetista na escolha do tipo de fundação da edificação, escolha do método de corte no solo, e influenciam diretamente na viabilidade do empreendimento. Esse assunto será discutido mais detalhadamente nas próximas seções.

Lembre-se do nosso exemplo. Nesse momento, contrata-se o profissional de topografia para proceder à marcação dos pontos do terreno, para que o gestor da obra, juntamente com o mestre, saiba as cotas em cada área do local e ambos possam acompanhar e fiscalizar a execução dos cortes e aterros, quando for o caso. Essa marcação topográfica será discutida na próxima seção.

Sendo você o gestor da obra, saiba que deverá se preocupar em contratar uma empresa de terraplenagem idônea e com toda documentação em dia, inclusive autorizações de tráfego e destinação de entulho e terra. As multas por descumprimento das legislações municipais e ambientais são elevadas, além do risco de embargo dos serviços.

Depois de contratar a empresa responsável pela movimentação de destinação do excedente de terra, bem como das marcações de topografia realizadas, tem-se início a terraplenagem.

O primeiro passo é definir, a partir do projeto, as áreas de onde será retirado o solo e aquelas para as quais esse material será movimentado. Esse planejamento auxilia o operário das máquinas de escavação a planejar o trajeto com o equipamento.

Depois de feitas as demolições das construções existentes, separam-se os entulhos por tipo e esses são destinados, conforme o caso. Nesse momento, retira-se também a vegetação existente e que possa ser suprimida, após consulta à prefeitura local. É importante que a terra a ser movimentada não seja misturada ao entulho proveniente do resto de construções e vegetações, por isso, deve-se demolir o que há para ser retirado e o local deve ser completamente limpo para se iniciar a terraplenagem.

A escavação é feita por meio de equipamentos específicos, conforme a demanda do terreno, dureza do solo, profundidade, volume total. Os equipamentos são classificados em (CHAVES, 1955. apud PEREIRA et al., 2015):

- Unidade tratora: traciona/empurra outras máquinas e exerce diversas funções quando acoplado com diferentes pás. Os mais conhecidos são os tratores e podem ser de rodas ou esteiras, conforme a maneira como se locomovem;
- Unidade escavo-empurradora: trator equipado com lâmina frontal por comando hidráulico;
- Unidade escavo-transportadora: escava, carrega, transporta e descarrega o material solto, possuindo uma caçamba acoplada à unidade tratora;
- Unidade escavo-carregadora: escava, carrega, transporta e descarrega o material solto, normalmente até uma caçamba ou caminhão. As mais conhecidas são as carregadeiras, escavadeiras ou retroescavadeiras;
- Unidade aplainadora: confere acabamento ao terreno após a terraplenagem;
- Unidade transportadora: transporta o material retirado do solo a distâncias maiores. Os mais comuns são os caminhões basculantes, vagões, *dumpers* e fora-de-estrada, segundo o porte;
- Unidade compactadora: utilizada para compactar o solo, reduzindo seu índice de vazios, através de rolos de compactação.

Nos casos em que o solo é muito rochoso, faz-se necessário o uso de outros equipamentos e técnicas para romper as rochas antes de dar continuidade à retirada e movimentação de terra, tais como martelo pneumático, perfuratrizes e explosivos.

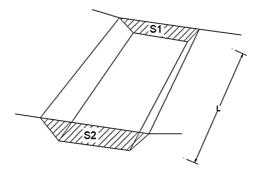
Suponha que no exemplo do edifício, utiliza-se uma escavadeira para retirada do maior volume de terra e abastecimento de caminhões basculantes que destinam a terra até um bota-fora credenciado pela prefeitura da cidade. No lote do exemplo, não será executado aterro.

Com a finalização do maior volume de terraplenagem, o canteiro manterá uma retroescavadeira menor para auxílio durante a etapa de fundação.

A quantificação do volume de terra a ser movimentada é importante, tanto para efeito do orçamento desse serviço, como para constar no plano de gestão dos resíduos, documento obrigatório aos empreendimentos.

Para o cálculo do volume de corte (e/ou aterro), utilizam-se as características geométricas mais aproximadas dos perfis de solo, considerando as médias das áreas (S1 e S2) das faces do prisma, conforme mostra a Figura 2.3.

Figura 2.3 | Perfil de corte de um terreno



Fonte: adaptada de (PEREIRA et al., 2015, p. 67).

Existem diversas técnicas que buscam mais precisão no cálculo do volume de terra a ser movimentado, contudo o modelo apresentado acima é uma aproximação. Para o dimensionamento dos equipamentos e produtividade desse serviço, além do volume, deve-se ter em conta o empolamento do material.

Ao se escavar a terra, o solo a ser transportado se desagrega, sofrendo aumento do espaço entre as partículas. Esse empolamento do solo é expresso em porcentagem (%) e varia conforme seu tipo e composição. Há materiais que, por exemplo, sofrem um acréscimo de 30% em seu volume

O aposto também pode acontecer. Suponha que um processo de terraplenagem envolva o acréscimo de terra para elevação do nível de um ponto do terreno. Pelo projeto, seria necessário retirar terra de um ponto do local para deposição onde se faria o aterramento. Caso o gestor considerasse apenas o valor resultante do cálculo geométrico do volume a ser preenchido, estaria errado. Isso ocorre porque ao se realizar um aterro, deve-se compactar bastante o material, a fim de garantir a sua estabilidade. Dessa maneira, reduz-se o índice de vazios nesse solo e, consequentemente, seu volume tende a diminuir. Para esse serviço, o gestor deve sempre destinar um volume maior de terra que o espaço a ser preenchido.

Durante a movimentação de terra, faz-se necessária a retirada do material do canteiro e seu transporte para local apropriado, atentandose para as normas municipais e do meio ambiente relativas à separação dos diferentes tipos de resíduos e sua correta destinação.

Os resíduos da Construção Civil se dividem em (CUNHA, 2005):

- Classe A: podem ser reutilizados como agregados (resultado da demolição de componentes cerâmicos, concretos e argamassas);
- Classe B: plásticos, papéis, metais, vidros e madeira que possam ser recicláveis;
- Classe C: não há alternativas disponíveis para sua reciclagem (exemplo: gesso);
- Classe D: materiais perigosos e/ou contaminados (exemplos: tintas, solventes, amianto, materiais oriundos de clínicas e instalações industriais).



Reflita

Perceba o impacto que a Construção Civil causa ao ambiente. A classificação dos resíduos se torna importante na medida em que facilita na escolha do processo de reciclagem. Além disso, esse conhecimento incentiva o poder público quanto a implementação de medidas de apoio/ fomento de pesquisas, tanto para a busca por materiais alternativos àqueles cuja reciclagem ainda é inviável, como para apoiar o desenvolvimento de técnicas de reciclagem que atendam a esses componentes.

Qual o papel do profissional da Construção Civil nesse cenário?

Ao contratar o serviço de terraplenagem, o gestor da obra deve sempre se preocupar em pesquisar qual a correta destinação para os resíduos gerados. As prefeituras exigem que os empreendimentos apresentem um Projeto de Gerenciamento de Resíduos que informe os tipos de resíduos que serão gerados, de acordo com a Resolução 307/02 do CONAMA, seu volume e os procedimentos que serão adotados para separar os materiais e sua destinação final. Esses requisitos estão alinhados às demandas do Programa Brasileiro da Produtividade de Qualidade no Habitat - PBQP-h que espera dos empreendimentos uma definição dos impactos e plano de destinação adequada dos resíduos.

As empresas prestadoras desse serviço devem apresentar documentação que comprove correta destinação dos entulhos e documento de autorização de tráfego dos caminhões. À obra cabe cobrar essa documentação das empresas.

Existem diferentes modalidades para contratação desse serviço. A obra tanto pode optar por contratar uma empresa responsável por todo o processo, como pode trabalhar com diferentes prestadores de serviço, dividindo movimentação e transporte dos resíduos. Outro aspecto relevante é a forma de pagamento, tanto pode se acertar uma prestação de serviço a preço fechado, como por hora dos equipamentos e unidade de caminhão transportado. No caso do pagamento por unidade, o gestor da construção deve ficar atento e garantir que haia fiscalização quanto ao número de caminhões rodando por dia, bem como do completo enchimento dos veículos. Um correto planejamento de logística garante a minimização das horas paradas das máquinas e equipamentos, evitando-se, assim, pagamentos desnecessários.



Assimile

Os processos iniciais de planejamento de uma construção envolvem a elaboração dos projetos, aprovação do projeto arquitetônico na prefeitura, orçamentação. Com a aprovação do projeto, e solicitação dos demais documentos para início da obra, monta-se o canteiro de obras, compramse os primeiros materiais, contratam-se os primeiros funcionários e prestadores de serviço, dentre outros.

A obra se inicia pela contenção e terraplenagem, e segue-se à marcação dos pontos referenciais da edificação, também chamada locação da obra. Realiza-se a terraplenagem no lote para adequá-lo ao que o projetista estabeleceu no projeto da edificação, removendo terra onde há excesso e alocando-a onde ela é necessária. O processo envolve escavação, aterro e transporte do material para bota-fora.

O gestor da obra deve se preocupar em contratar uma empresa de terraplenagem idônea e com toda documentação em dia, inclusive autorizações de tráfego e destinação de entulho e terra.

Com a cota desejada para o pavimento inicial, executam-se as estruturas de fundação, os elementos estruturais do prédio, vedação, cobertura e impermeabilização.

Simultaneamente são realizadas as instalações hidrossanitárias e elétricas, bem como lógica e telefonia, e sistema de proteção contra descargas atmosféricas. As etapas seguintes são: reboco das alvenarias, instalação das esquadrias, revestimentos das paredes e pisos, bem como fachadas, pinturas e texturas, papéis de parede ou laminados, marcenaria, e os demais serviços de acabamento. Por fim, tem-se a baixa de Habite-se e a entrega da obra.

Sem medo de errar

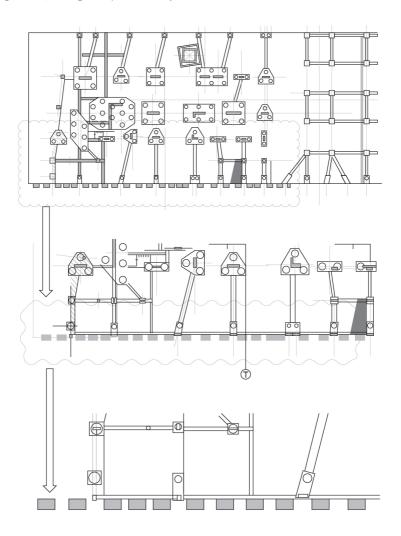
Olá aluno, ao longo da seção você teve a oportunidade de aprender diversos conceitos e exemplos acerca das etapas iniciais de uma obra.

Você como gestor da obra deve estabelecer os itens necessários para preparar o terreno para a construção e organizar a montagem do canteiro, a partir de um projeto específico de canteiro de obras, que contempla as áreas de vivência, espaços para a produção e armazenamento, bem como para treinamento de pessoal e a instalação dos tapumes.

As cercas e tapumes de uma obra são, normalmente, feitos em madeira, chapas galvanizadas, ou outros materiais. Conforme você viu, os tapumes, assim como os muros de uma residência, impedem a entrada de estranhos na obra, aumentando a segurança contra furtos. Além disso, esse isolamento garante a segurança dos transeuntes, crianças e animais. Um outro aspecto diz respeito à maior facilidade de se organizar um ambiente cercado.

Para garantir a estabilidade das construções vizinhas, antes de se iniciar a retirada de terra, algumas medidas devem ser tomadas. A principal envolve a construção de estruturas de contenção no perímetro do terreno para se evitar o colapso dos lotes vizinhos. A Figura 2.4 apresenta um exemplo de contenção do lote em estruturas denominadas retangulões.

Figura 2.4 | Retangulões para contenção de terreno



Fonte: elaborada pela autora.

Trata-se de aberturas retangulares escavadas no solo, armadas com aço CA-50, preenchidas com concreto e posicionadas ao longo de todo o perímetro do lote.

As dimensões dos retangulões da figura são 100×50 cm, com profundidades entre $10 \, \mathrm{e} \, 13$ m, espaçados a cada $1 \, \mathrm{metro}$. Sua execução foi realizada de forma alternada, de maneira que nunca se executavam dois consecutivos. Outras dimensões e espaçamentos dependerão do projeto específico do calculista.

Você foi convidado a questionar quais os cuidados com relação aos entulhos produzidos na demolição e terraplenagem e as normas aplicáveis. Em suas pesquisas você descobriu a exigência da prefeitura para que os empreendimentos apresentem um projeto de gerenciamento de resíduos, informando os tipos de resíduos que serão gerados, de acordo com a Resolução 307/02 do CONAMA, seu volume e os procedimentos que serão adotados para separar os materiais e sua destinação final.

Um cuidado muito importante é a contratação de empresa de terraplenagem idônea e com toda documentação em dia, inclusive autorizações de tráfego e destinação de entulho e terra. Após a demolição das construções existentes, separam-se os entulhos e restos de vegetação por tipo para que recebam a correta destinação. Esse processo tem que acontecer antes, porque a terra da movimentação não poder ser misturada ao entulho proveniente dos restos de construções e vegetações.

O gestor da obra deve estar sempre atento às normas municipais e do meio ambiente relativas à separação dos diferentes tipos de resíduos e sua correta destinação.

Segundo Cunha (2005) os resíduos da Construção Civil se dividem em:

- Classe A:
- Classe B:
- Classe C;
- Classe D

A Resolução 307/02 do CONAMA estabelece os requisitos relativos aos procedimentos para separação dos materiais e sua destinação final. Esses requisitos estão alinhados às demandas do Programa Brasileiro da Produtividade de Qualidade no Habitat - PBQP-h que espera dos

empreendimentos uma definição dos impactos e plano de destinação adequada dos resíduos.

Esse conhecimento é imprescindível ao gestor da execução de um empreendimento. A partir dessas informações, o responsável técnico pela execução da edificação estabelece as diretrizes da administração de pessoas, serviços e insumos na etapa de implantação de uma obra.

Avançando na prática

Etapas anteriores à terraplenagem

Descrição da situação-problema

Você tem se interessado bastante sobre o assunto. Imagine que seu professor, ao abordar o tema desta seção em sala de aula, convidou-o e a seus colegas para que refletissem sobre as etapas anteriores ao início da terraplenagem. Vocês se dividem em grupos para conversar e o seu grupo elabora um checklist para não se esquecer das etapas mais importantes antes de se iniciar a terraplenagem. Quais são essas etapas, resumidamente? Reflita sobre aquelas que diretamente impactam nos trabalhos de movimentação de terra.

Resolução da situação-problema

Você e seus colegas de grupo elaboram um checklist para enumerar as etapas iniciais de uma obra, de acordo com o que aprenderam até agora. Vocês chegam à seguinte lista resumida:

- ✓ Briefing com o cliente, visita ao terreno;
- ✓ Projeto arquitetônico, sondagem do solo, projeto de terraplenagem, aprovação na prefeitura;
- ✓ Projeto estrutural, projeto de fundação e contenção;
- ✓ Projetos complementares (instalações elétricas, hidrossanitárias, lógica e telecomunicação, SPDA), orçamentação e planejamento;
- ✓ Implantação do canteiro de obras: contratações, compras, projeto do canteiro;
- ✓ Contratação da empresa de terraplenagem (atenção à documentação).

Ao apresentar esse checklist para o professor e o restante da turma, seu grupo destacou que o projeto de terraplenagem deve ser encaminhado, juntamente com o arquitetônico, para aprovação na prefeitura. A sondagem do solo deve ser feita antes para que se tenha ciência das dificuldades que o terreno apresenta. Ao se iniciar os serviços de terraplenagem, é imprescindível que a contenção dos lotes dos vizinhos esteja executada, a fim de garantir a segurança e estabilidade do solo e evitar acidentes. Outro aspecto que interfere diretamente nos trabalhos é a correta contratação da empresa de terraplenagem. É de grande importância que ela apresente toda a documentação exigida e descarte o entulho de forma consciente.

Faça valer a pena

- **1.** Considerando as etapas principais de uma obra, analise as afirmativas a seguir:
- I. As placas de obras são elementos não obrigatórios já que servem apenas para divulgação dos prestadores de serviço que participaram do empreendimento.
- II. O projeto de canteiro de obras deve prever o fechamento do perímetro do lote com tapumes (ou cercas) a fim de garantir a segurança contra acidentes e furtos. Devem ser previstos portões separados para entrada de pedestres e para veículos.
- III. A baixa de Habite-se pode ser solicitada a qualquer momento pelo gestor ou proprietário da obra, independente da etapa em que essa se encontra. Já que se trata de documento imprescindível para liberação de financiamentos, o quanto antes o empreendimento possuir esse documento, melhor para os clientes

Com base nas afirmativas acima, escolha a opção correta.

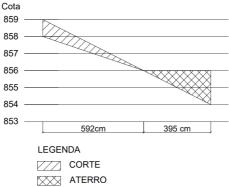
- a) Estão corretas as afirmativas I, II e III.
- b) Estão corretas as afirmativas I e III.
- c) As afirmativas I e III possuem uma relação de causa e efeito.
- d) Apenas a afirmativa II está correta.
- e) Estão corretas as afirmativas II e III.

- **2.** Considere as frases que se seguem nos itens I, II e III. Para cada frase, analise as palavras (ou expressões) enumeradas pelas letras A, B e C, a fim de determinar aquelas que preenchem as lacunas de cada frase.
- I. A placa de obra é um elemento obrigatório a ser afixado no tapume e deve conter o nome dos autores dos projetos e ______ que executam a obra:
- A. projetistas;
- B. responsáveis técnicos;
- C. profissionais.
- II. Antes do início da terraplenagem, como garantia da estabilidade dos lotes vizinhos, executa-se _______ do solo.
- A. a fundação;
- B. o projeto de fundações;
- C. a contenção.
- III. Ao se demolirem as vigas, lajes e pilares de uma edificação antiga para construção de uma nova, os entulhos gerados se enquadram na _______.
- A. Classe A;
- B. Classe C;
- C. Classe D.

Marque a alternativa que corretamente relaciona as afirmativas (I, II e III) aos respectivos complementos (A, B ou C).

- a) I B, II A, III A.
- b) I A, II B, III C.
- c) I A, II C, III C.
- d) I A, II C, III B.
- e) I B, II C, III A.
- **3.** Veja a Figura 2.5 a seguir que expressa o perfil de corte e aterro em uma faixa de 2 metros de largura do terreno. A cota é a altura com relação ao nível do mar e está em metros. Já as distâncias horizontais 592 e 395 estão em centímetros e mostram os comprimentos de corte e aterro, respectivamente, da faixa considerada. O empolamento para corte é de 30% e para aterro de 10%.

Figura 2.5 | Perfil de corte e aterro de terreno.



Fonte: elaborada pelo autor.

Com base na figura e nos dados do enunciado, assinale a alternativa correta.

- a) Não será necessário realizar a movimentação de terra, pois o volume de corte é igual ao de aterro.
- b) A obra precisará adquirir 0,994 m³ de terra para completar o volume necessário de aterro.
- c) O volume total de terra movimentada no lote é de 8,69 m³.
- d) O volume de corte no terreno é de 8,69 m³.
- e) O volume de corte é superior ao de aterro.

Seção 2.3

Locação da obra

Diálogo aberto

Aluno, esta seção traz um assunto bastante prático: a locação da obra. Nesse momento, com a finalização da terraplenagem, tem-se os preparativos para que a edificação "saia do chão". Você já parou para pensar como é possível estabelecer o alinhamento correto da edificação à rua e aos lotes vizinhos conforme o projeto? Como o gestor da construção sabe onde posicionar os elementos de fundação? Como se garante a centralização dos pilares com relação aos blocos de coroamento das estacas?

Após se atingir a cota desejada de partida da construção, é contratado um topógrafo para marcação dos pontos de referência e locação dos elementos estruturais principais. Você conhece alguma metodologia de locação de obra? Quais materiais e ferramentas são aplicáveis a esse serviço?

O lote do prédio do exemplo é todo murado, sendo necessário tapume apenas na divisa com a rua, já que há edificações nos terrenos vizinhos dos dois lados e no fundo. Dessa maneira, podese utilizar os muros e contenções para se fixarem os elementos da locação. Caso isso não fosse possível, qual seria outra alternativa?

O olhar atento do gestor da construção, nesse momento, é o que impede (ou minimiza) erros de locação que podem se refletir em toda edificação. Esse conhecimento lhe possibilitará acompanhar, criticamente, o desenvolvimento desse tipo de serviço, caso você participe da construção de um empreendimento.

Os conhecimentos desenvolvidos nessa unidade poderão lhe auxiliar no entendimento de como o gestor da obra se organiza e conduz a equipe nas etapas iniciais de uma construção.

Não pode faltar

Nesta seção, apresentam-se os conceitos acerca da locação de um empreendimento no terreno no qual ficará inserido. Espera-se que o futuro profissional saiba acompanhar, fiscalizar e orientar a execução desse serviço.

Locação de obras

Segundo Borges (2009), locação é a transferência da edificação, do projeto para o terreno no qual ela ficará inserida, de modo que sejam definidos os afastamentos laterais, frontais e traseiros, bem como a demarcação de elementos estruturais a partir de um ponto de referência. Lembre-se que o projeto é elaborado em uma escala tal que reduz o objeto a ser representado. No momento da transferência para a realidade, desfaz-se essa redução, de forma que o objeto volta a sua verdadeira dimensão.

O pré-requisito para começar a locação é a conclusão da terraplenagem e de quaisquer outras movimentações de terra, bem como dos sistemas de drenagem.

Esse serviço tem início com a definição de um ponto de referência, incluindo a Referência de Nível (RN), a partir do qual partem todos os outros, marcam-se também os eixos principais da edificação presentes no projeto arquitetônico. A RN é o marco zero planialtimétrico da obra. Essa metodologia que demarca os demais pontos sempre a partir do primeiro evita a propagação de erros, caso uma das medições esteja incorreta, e torna sua correção mais fácil. Normalmente, tomase como referência algum elemento externo à edificação, como o alinhamento da rua ou um ponto demarcado pelo topógrafo na época da terraplenagem. Essa marcação, usualmente, é feita por profissional da área de topografia.

Os materiais, equipamentos e ferramentas utilizados nesse serviço são (YAZIGI, 2013), usualmente:

- Trena metálica com comprimento mínimo de 20 m;
- Mangueira de nível de água e nível de bolha;
- Lápis de marceneiro;
- Tábuas e pontaletes de madeira;

- Martelo, pregos, arames e fios de nylon;
- Prumo de centro;
- Tinta branca, vermelha etc..
- Projetos de fundação, estrutural, alvenaria, e quaisquer outros que se façam necessários.



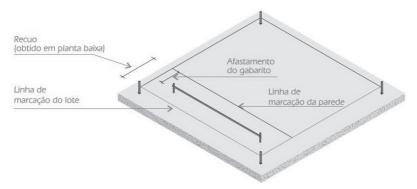
Caso você ainda não conheça, pesquise imagens das ferramentas e vídeos com a explicação de sua utilização. Abaixo, segue o link de um vídeo que exemplifica a utilização da manqueira de nível.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=77zf5bMPRs8. Acesso em: 20 nov. 2017.

Para realizar a marcação dos pontos dos elementos da edificação, instalam-se estruturas provisórias, normalmente em madeira, chamadas gabaritos ou tabeiras, construídas em tábuas e pontaletes. Essas peças são instaladas ao longo de todo o perímetro da edificação, no muro ou contenção existente, a até 1,5 metros de distância da face da mesma.

Conforme indicado em Construfácil (2013), caso não haja uma estrutura para fixação das tabeiras, marca-se o alinhamento do terreno através de pontaletes e linhas de nylon e, a uma distância desse alinhamento, constrói-se a tabeira cravada no solo, conforme mostra a Figura 2.6. Devemos destacar aqui a importância da conferência do esquadro desse alinhamento, comparando-se as diagonais obtidas com as esperadas.

Figura 2.6 | Linha de marcação do lote



Fonte: https://construfacilrj.com.br/guia-completo-sobre-locacao-de-obra/, Acesso em: 28 out. 2017.

A tabeira é montada pela cravação dos pontaletes em um dos lados do perímetro delimitado, garantindo-se o alinhamento entre eles através de uma linha e seu nivelamento por meio do nível de mangueira. Em seguida, é afixada uma tábua nivelada ligando a face interna dos pontaletes, voltada para a edificação.

A partir da primeira tabeira, montam-se as demais, garantindo a ortogonalidade entre os lados, também chamada de esquadro, por meio de um triângulo retângulo. Em seguida, pintam-se as tábuas na cor branca.

As marcações nas tabeiras são feitas por meio de pregos a partir dos quais partem linhas (nylon) que demarcam os eixos que, ao se cruzarem mostram o ponto central do elemento considerado. No local do cruzamento das linhas, com o auxílio de um prumo de centro, crava-se um piquete, normalmente também de madeira.

A tabeira pode ser feita através de dois métodos distintos: contínua ou por meio de cavaletes. Em uma montagem contínua, as tábuas circundam todo o perímetro da edificação, sem interrupção; já os cavaletes são estruturas unitárias igualmente espaçadas ao longo do perímetro considerado.

O método contínuo, também conhecido como do contorno, utiliza mais tábuas, pois se forma um cercado em torno de toda a edificação, conforme mostra a Figura 2.7. Esse método é descrito no texto Fazfácil.

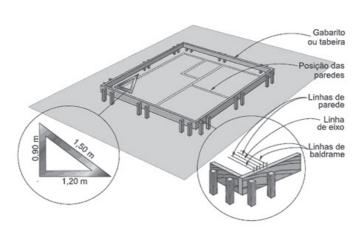
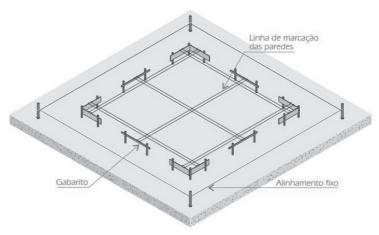


Figura 2.7 | Tabeira contínua

Fonte: http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/tabeira-gabarito-como-fazer/. Acesso em: 28 out. 2017.

Já os cavaletes são dispostos apenas nos pontos necessários para os alinhamentos, segundo mostra a Figura 2.8. Por isso, é comum que sejam utilizados em obras de porte menor.

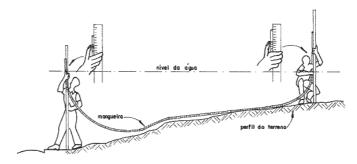
Figura 2.8 | Gabarito por cavaletes.



Fonte: https://construfacilrj.com.br/guia-completo-sobre-locacao-de-obra/. Acesso em: 28 out. 2017.

Sempre que há desnível no terreno, para dar continuidade à montagem da tabeira, utiliza-se uma mangueira de nível para garantir o nivelamento do gabarito ou, mesmo que esse fique em nível diferente, para se estabelecer a diferença de cota vertical. A Figura 2.9 mostra a utilização da mangueira, a partir da metodologia descrita em Construção Civil (2011), para marcar um mesmo nível em um terreno com perfil inclinado.

Figura 2.9 | Marcação de nível através de mangueira com água



Fonte: http://construcaociviltips.blogspot.com.br/2011/07/nivelamento-nivel-de-mangueira.html. Acesso em: 28 out. 2017.

Uma ferramenta mais moderna, alternativa à mangueira, é o nível a laser. Trata-se de um equipamento que projeta luz nas superfícies em formato de laser para marcação de um mesmo nível. Ela é bastante utilizada também na obtenção dos esquadros e prumos das paredes.

Pesquise mais

A utilização mangueira com água para marcação de um mesmo nível, baseia-se no Princípio dos Vasos Comunicantes, de Arquimedes. Pesquise mais sobre esse matemático grego e sua teoria a esse respeito. Em seguida, procure mais informações sobre o uso desse utensílio na Construção Civil. Segue um link que poderá lhe auxiliar.

Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/nivelar-dois-pontos-distantes/>. Acesso em: 28 out. 2017.

Nas tabeiras, marcam-se elementos de fundação, estruturais e de vedação (paredes). Inicia-se pela locação dos elementos de fundação da edificação, sempre pelos seus eixos a fim de se evitar confusão com a espessura dos revestimentos. A marcação dos elementos de fundação é especialmente complicada e demanda uma atenção redobrada do gestor e do mestre, pois há a constante movimentação de equipamentos pesados, que podem movimentar os pontos marcados.

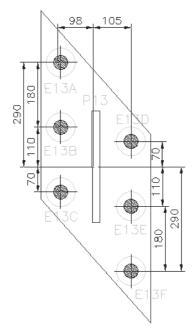
No nosso exemplo, você é o gestor da obra e contratou um topógrafo para a marcação do RN no nível da rua. A partir desse ponto, o topógrafo realizou a marcação dos eixos dos pilares que descarregam nos elementos de fundação nas tabeiras contínuas, pois os cavaletes são mais adequados para obras de porte menor. Com essa marcação, você e o mestre orientaram os carpinteiros da obra na marcação das estacas, de acordo com o projeto de fundações.

Nas tabeiras, marcam-se primeiramente os eixos da edificação, os pilares que chegam ao nível mais baixo e, a partir deles os elementos de fundação. O procedimento se dá dessa maneira tendo em vista que os elementos de fundação servem para receber as cargas dos pilares que, por sua vez, sustentam os demais elementos estruturais da edificação.

Depois da marcação, você e o mestre conferiram todos os pilares marcados na tabeira, a partir das distâncias entre os eixos do prédio e os pilares, segundo os projetos estruturais. Após a verificação, vocês iniciam a marcação dos elementos de fundação que sustentam os

pilares, nesse caso, a fundação da edificação é do tipo hélice contínua, conforme será descrito nas seções subsequentes a essa. As distâncias entre os pilares e as estacas, tanto na vertical (y) como na horizontal (x) são mostradas no projeto de fundações. Observe a Figura 2.10, ela mostra as estacas, bem como o bloco de coroamento do conjunto de estacas que sustentam um pilar.

Figura 2.10 | Um pilar e seus elementos de fundação



Fonte: elaborada pela autora

Na figura acima, os círculos representam as estacas (elementos de fundação); o retângulo, o pilar (elemento estrutural); e o polígono de quatro lados, o bloco de coroamento (elemento de transição) e todas as distâncias são expressas em centímetros.

De posse do projeto de fundação, você e o mestre são capazes de indicar onde marcar na tabeira o prego referente à estaca E18A, já que a distância em x, com relação a P18, é nula, e a distância em y é igual a 103 cm

Lembre-se que, para cada eixo, há duas tabeiras paralelas e opostas, considerando que o terreno seja retangular. Sendo assim, para as distâncias em x, marcam-se os pregos nas tabeiras paralelas a x, em lados opostos do terreno, para que se possa passar uma linha ligando esses dois pregos. Faz-se o mesmo procedimento para as distâncias em y. O cruzamento das linhas x e y determina o ponto do centro do elemento que se deseja locar, nesse caso, a estaca.

Voltando ao exemplo da Figura 2.9, para marcar a estaca E18A, nas tabeiras em x, passa-se uma linha que coincide com a do pilar P18, mas em y, marcam-se dois pregos a uma distância de +103 cm, com relação ao centro do pilar marcado em y. Passa-se uma linha unindo os dois pregos E18A (y). O cruzamento das linhas x e y determina o centro da estaca e esse é precisamente marcado no solo com o auxílio de um prumo de centro.



Exemplificando

Durante a marcação das estacas da fundação de uma edificação, é necessário garantir a segurança contra a movimentação devido ao trânsito dos equipamentos. O processo é iniciado com a locação do elemento, a partir da tabeira, encontro das linhas e marcação no ponto exato com o prumo centro. Em seguida, efetua-se a pré-furação da estaca, até uma profundidade de, aproximadamente, 50 cm, já no diâmetro que o elemento deverá ter. Depois disso, enche-se o espaço com areia para que ele possa ser encontrado no terreno e a máquina que executará a estaca possa dar início ao trabalho.

É comum que o gerente da obra terceirize os serviços de topografia porque se trata de um conhecimento mais especializado. Isso acontece em outras etapas também, tais como consultorias de fundação e estruturas. Contudo, é importante que você, quando for o gestor de uma construção, acompanhe de perto esse trabalho para garantir que o profissional contratado tenha marcado corretamente os pontos. Pergunte sempre qual a metodologia empregada, procedimentos etc., a fim de que você possa conferir e garantir a disposição acertada dos pontos.

No nosso exemplo, a edificação é estruturada em elementos de concreto e as paredes possuem apenas função de vedação. Nesse caso, a marcação das alvenarias se dá com relação aos elementos estruturais, principalmente vigas e pilares, não sendo necessário marcá-las nas tabeiras, já que a vedação da edificação acontece quanto a estrutura já está em fase avançada. Porém, nas construções

de pequeno porte, ou naquelas onde as paredes são os elementos estruturais, essas devem ser marcadas na tabeira, após a conclusão das fundações. A diferença com relação ao descrito anteriormente apenas diz respeito à marcação dos eixos e faces das alvenarias, já que nessa situação as faces também devem aparecer nas tabeiras, a fim de guiar os pedreiros no momento da execução das fiadas das paredes.

O mestre de obras, ou encarregado, deve ficar atento e alertar a todos no canteiro para que protejam e ajudem a conscientizar quanto à manutenção das tabeiras, os cuidados para não esbarrar nas linhas durante uma marcação e não destruírem os pontos marcados.



Reflita

Inúmeros problemas podem resultar de uma marcação errada da tabeira. A falta de atenção na marcação, principalmente da parte daqueles que devem conferir os pontos marcados, pode resultar em estacas e pilares locados errados, paredes distorcidas etc.. Quais as consequências de se sobrecarregar um pilar posicionado de forma incorreta?



Assimile

A locação dos elementos principais de uma edificação no terreno, bem como seus eixos principais, se inicia com a definição de um ponto de referência, incluindo a Referência de Nível (RN), a partir do qual partem todos os outros. É sempre recomendado marcar os pontos subsequentes a partir do primeiro para se evitar a propagação de erros, caso uma das medições esteja incorreta, o que torna sua correção mais fácil.

A marcação dos pontos é realizada em estruturas provisórias, os gabaritos ou tabeiras, construídas em tábuas e pontaletes, instaladas ao longo de todo o perímetro da edificação.

A tabeira pode ser contínua ao longo do terreno, ou por meio de cavaletes, estruturas unitárias igualmente espaçadas. Nos desníveis do terreno, emprega-se a mangueira de nível para garantir o nivelamento do gabarito ou para se conhecer a diferença de cota vertical.

Durante a locação, marcam-se elementos de fundação, estruturas e elementos de vedação (paredes). Para as distâncias em x e em y, marcam-se os pregos nas tabeiras relativas a x e y, respectivamente, em lados opostos do terreno. Em seguida, passa-se uma linha ligando esses dois

pregos (x com x e y com y). O cruzamento das linhas x e y determina o ponto do centro do elemento que se deseja locar, nesse caso, a estaca, por meio de um prumo de centro.

Sem medo de errar

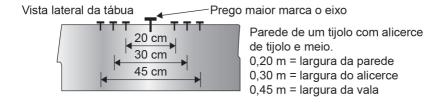
Agora que você teve a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a técnica de locação das obras, podemos voltar às nossas dúvidas iniciais.

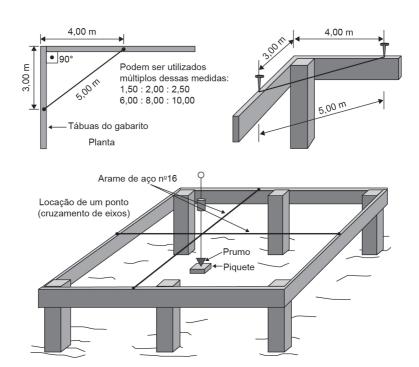
Nós discutimos, ao longo do texto, como é estabelecido o alinhamento correto da edificação à rua e aos lotes vizinhos conforme o projeto.

Esse serviço tem início com a definição de um ponto de referência, RN, que é o marco zero planialtimétrico da obra, referente a algum elemento externo à edificação. Os demais pontos são demarcados a partir do primeiro para evitar a propagação de erros.

Para realizar a marcação dos pontos dos elementos da edificação, instalam-se estruturas provisórias, normalmente em madeira, chamadas gabaritos ou tabeiras, construídas em tábuas e pontaletes. Essas peças são instaladas ao longo de todo o perímetro da edificação, no muro ou contenção existente, a até 1,5 metros de distância da face da mesma. A Figura 2.11 resume o que foi descrito anteriormente e mostra a marcação dos pregos na tabeira, a obtenção do esquadro e a marcação de um eixo a partir do cruzamento de duas linhas.

Figura 2.11 | Instalação e marcação da tabeira





Fonte: adaptada de Borges (2009, p. 45).

As marcações nas tabeiras são feitas por meio de pregos a partir dos quais partem linhas (nylon) que demarcam os eixos que, ao se cruzarem mostram o ponto central do elemento considerado. No local do cruzamento das linhas, com o auxílio de um prumo de centro, crava-se um piquete, normalmente também de madeira.

Você foi também convidado a pensar como o gestor da construção sabe onde posicionar os elementos de fundação.

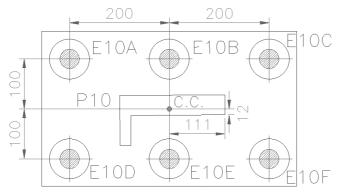
Depois de locados os eixos dos pilares, inicia-se a marcação dos elementos de fundação. As distâncias entre os pilares e as estacas, tanto na vertical (y) como na horizontal (x) constam no projeto de fundações.

Uma outra questão levantada é: como se garante a centralização dos pilares com relação aos blocos de coroamento das estacas?

Pelo que nós estudamos, marcam-se os pilares, com relação a esses, locam-se os elementos de fundação. O bloco de coroamento é o resultado da figura geométrica que contém as estacas, funciona também como base para o pilar. Sua marcação no solo se dá em

função das distâncias em x e em y com relação ao centro do pilar e das estacas. A Figura 2.12 apresenta o projeto de um pilar e seus elementos de fundação em função das distâncias relativas ao pilar.

Figura 2.12 | Estacas e bloco de coroamento como elementos de fundação de um pilar



Fonte: elaborada pela autora

É importante revisarmos também as metodologias de locação apresentadas, materiais e ferramentas aplicáveis.

A tabeira pode ser contínua ou por meio de cavaletes. Em uma montagem contínua, as tábuas circundam todo o perímetro da edificação, sem interrupção, por isso é conhecida como método do contorno. Essa situação demanda mais tábuas, pois se forma um cercado em torno de toda a edificação. Já os cavaletes são estruturas unitárias igualmente espaçadas ao longo do perímetro considerado, dispostas apenas nos pontos necessários para os alinhamentos. É comum que sejam utilizadas em obras de porte menor.

Alguns dos materiais, equipamentos e ferramentas usualmente empregados nesse serviço, e citados ao longo do texto, são:

- Trena metálica;
- Mangueira de nível de água e nível de bolha;
- Tábuas e pontaletes de madeira;
- Fios de nylon;
- Prumo de centro.

Nas situações nas quais não é possível utilizar o muro para fixação das tabeiras, qual seria outra alternativa?

Caso não haja uma estrutura (muro ou contenção) para fixação das tabeiras, as mesmas devem ser cravadas no solo.

Com o que foi apresentado ao longo desta seção, bem como dessa unidade como um todo, discutimos as principais atividades envolvidas na implantação da obra.

Agora elabore um documento sintetizando os principais passos que um gestor deve se atentar na condução da equipe durante a implantação de uma obra.

Avançando na prática

Vencendo desníveis no terreno

Descrição da situação-problema

Um responsável técnico pela execução de um bairro planejado precisa demarcar os lotes, porém se deparou com trechos com topografia bastante irregular. Pelos projetos planialtimétricos do futuro bairro, serão mantidas essas irregularidades, porém tal situação dificulta os trabalhos de demarcação das fronteiras entre as unidades.

Nessa circunstância, quais ferramentas auxiliam o técnico na marcação dos diferentes níveis ou na obtenção de um mesmo nível através de um obstáculo?

Resolução da situação-problema

Para vencer os desníveis no terreno ou outros obstáculos, e para dar continuidade à montagem da tabeira, utiliza-se uma mangueira de nível para garantir o nivelamento do gabarito ou, mesmo que este fique em nível diferente, para se estabelecer a diferença de cota vertical.

Uma alternativa à mangueira é o nível a laser, um equipamento que projeta luz nas superfícies em formato de laser para marcação de um mesmo nível.

No papel do responsável técnico dessa obra, você poderia orientar o funcionário a utilizar qualquer uma das duas, optando por aquela com a qual ele se sente mais confiante.

Faça valer a pena

- **1.** Analise as afirmativas a seguir:
- I O projeto arquitetônico apresenta a edificação em uma escala ampliada com relação à realidade, por isso, faz-se necessária sua redução no momento da implantação da obra.
- II Na locação da edificação, é desejável que os pontos sejam marcados sempre a partir da referência inicial, para evitar a propagação de erros;
- III Há dois tipos principais de tabeiras: contínuas e estruturas espaçadas. Para as construções de grande porte, os gabaritos espaçados são interessantes porque otimizam o espaço e facilitam os serviços.

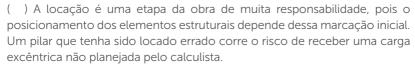
Com base nas afirmativas anteriores, marque a alternativa correta:

- a) Apenas a afirmativa II está correta.
- b) Apenas a afirmativa III está incorreta.
- c) As afirmativas I, II e III não se relacionam ao tema de locação de obras.
- d) Estão corretas apenas as afirmativas I e II.
- e) Estão corretas apenas as afirmativas I e III.

2.	Α	segu	uir	são	apres	senta	das	afirm	nativas	acerca	do	tema	locação	de	obras.
Ju	lgι	ue se	a	firm	ativas	são	Verd	dadei	ras (V)	ou Fals	as (F):			

() A mangueira de nivel é uma ferramenta útil sempre que dois pontos
se encontram alinhados e se deseja conhecer a distância horizontal entre
eles, sendo inclusive bastante empregada nas medições onde é necessário
vencer obstáculos.

() Na marcação dos elementos de fundação pode ocorrer a movimentação
de	e terra, por isso é importante impedir o deslocamento dos pontos locados
e g	garantir a sua conferência no momento da execução.

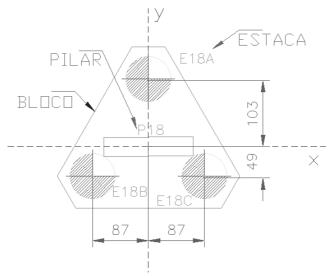


Marque a alternativa que apresenta a sequência correta, com base nas afirmativas acima.

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

3. Considere a figura a seguir que representa, em um projeto de fundações, um pilar, suas estacas e o bloco de coroamento, um elemento de transição na estrutura. Nesse projeto, o pilar chega ao nível mais baixo da edificação, descarrega sua carga no bloco, que redistribui para as estacas essas cargas. Os elementos de fundação profunda (estacas) transferem para o solo as solicitações impostas pela edificação.

Figura 2.13 | Elementos de fundação do pilar



Fonte: elaborada pela autora

Com base na figura. Marque a alternativa que mostra as distâncias, em x e y, respectivamente, das 3 estacas com relação ao pilar.

- a) E18A: 0 e +103 cm; E18B: +87 cm e -49 cm; E18C: -87 cm e -49 cm.
- b) E18A: +103 e +103 cm; E18B: -87 cm e -49 cm; E18C: -87 cm e -49 cm.
- c) E18A: -103 e +103 cm; E18B: -87 cm e -49 cm; E18C: -87 cm e -49 cm.
- d) E18A: 0 e +103 cm; E18B: -87 cm e -49 cm; E18C: +87 cm e -49 cm.
- e) E18A: 0 e +103 cm; E18B: +87 cm e -49 cm; E18C: -87 cm e +49 cm.

Referências

AECWEB E E-CONSTRUMARKET. Terraplenagem: mais do que mover terras. Colaboração de Mauro Hernandez Lozano. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/terraplenagem-mais-do-que-mover-terras_7401_10_0. Acesso em: 01 nov. 2017.

AECWEB E E-CONSTRUMARKET. Hidrofugantes protegem revestimentos contra água e agentes agressivos. Disponível em: . Acesso em: 20 out. 2017.">https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/hidrofugantes-protegem-revestimentos-contra-agua-e-agentes-agressivos_14659_10_0>. Acesso em: 20 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682. Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896. Aterros de Resíduos Não Perigosos – Critérios para Projetos, Implantação e Operação. Rio de Janeiro: ABNT. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112. Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113. Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114. Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5681. Controle Tecnológico da Execução de Aterros em Obras de Edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BORGES, Alberto de Campos. Prática das pequenas construções. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2009. 385 p.

BRAGA, Camila dos Santos Quintanilha. Gestão da Qualidade Aplicada a Canteiro de Obras. 2016. 112 f. Tese (Doutorado) – Curso de Construção Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: http://www.ccb.usp.br/arquivos/arqpessoal/1360237189_nr10atualizada.pdf. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 11 - Transporte, Movimentação, ArmazenagemeManuseiodeMateriais.Brasília:MinistériodoTrabalhoeEmprego, 2004. Disponível em: http://www.equipamentodeprotecaoindividual.com/pdf/nr-11.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_12.html>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construção>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 26 - Sinalização de Segurança. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_26.html. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 35 - Trabalho em Altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. Disponível em: http://www.abergo.org.br/arquivos/noticias/NR-35%20-23-mar-2012%20-%20 Trabalho%20em%20Altura.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016. Disponível em: http://sislex.previdencia.gov.br/paginas/05/mtb/4.htm>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA). Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em: https://www.bauru.unesp.br/Home/CIPA/nr_05. pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2006. Disponível em: http://www.portoitajai.com.br/cipa/legislacao/arquivos/nr_06..pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 7 - Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO). Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2013. Disponível em: http://sislex.previdencia.gov.br/ paginas/05/mtb/7.htm>. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1994. Disponível em: http://www.feg.unesp.br/Home/cipa998/norma-regulamentadora-9.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 250, de 16 de dezembro de 1977. Regula O Tipo e Uso de Placas de Identificação de Exercício Profissional em Obras, Instalações e Serviços de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília, DF, 04 jan. 1978. Disponível em: http://

normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=298&idTipoEmenta=5&Numero>. Acesso em: 21 out. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos Para A Gestão dos Resíduos da Construção Civil. Brasília, DF, 17 jul. 2002. n. 136, Seção 1, p. 95-96. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

CUNHA, Nelson Boechat Júnior. Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil. Belo Horizonte: SINDUSCON/MG, 2005.

DUARTE., J. R. A. Gabaritos: Locação da Obra. [S.I.]. Disponível em: httml, Acesso em: 25 out. 2017.

FERNANDES, Renato de Oliveira. Elementos de terraplenagem: Cariri: Urca, [S.I.]. 48 slides, color. Disponível em: http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=elemento-terraplenagem.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

FORMOSO, Carlos Torres. Lean construction: princípios básicos e exemplos. 2002. Disponível em: http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/lean-construction-principios-basicos-e-exemplos-80714-1.aspx. Acesso em: 14 out. 2017.

GABARITO OU TABEIRA: o que é, como se faz? [S.l.]: Fazfácil, [20--?]. Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/tabeira-gabarito-como-fazer/>. Acesso em: 28 out. 2017.

GONZALES, Edinaldo Favareto; JUNGLES, Antônio Edésio. 5S's no Canteiro de Obra de um Conjunto Habitacional. Disponível em: http://www.edinaldogonzalez.com.br/lib/artigos/art-5s-no-canteiro-de-obra.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

LOCAÇÃO DE OBRA PASSO A PASSO. [S.l.]: ConstrufacilRJ, [20--?]. Disponível em: https://construfacilrj.com.br/guia-completo-sobre-locacao-de-obra/. Acesso em: 28 out. 2017.

MARIANE, Aline. Obras: Melhores práticas. 2014. Apoio técnico: Ricardo Valtorta e Estevam Silva Anselmo. Disponível em: http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/68/veja-as-dicas-para-realizar-corretamente-a-locacao-da-obra-307442-1.aspx. Acesso em: 25 out. 2017.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. Sistemas de impermeabilização: Conheça os sistemas mais utilizados e suas aplicações. 2017. Blumenau, Santa Catarina. Disponível em: https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/2017/01/sistema-de-impermeabilizacao/>. Acesso em: 21 out. 2017.

NAKAMURA, Juliana. Argamassa polimérica. Equipe de Obra: Como construir na prática, [S.l.], v. 61, jul. 2013. Disponível em: <a href="http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/61/argamassa-polimerica-saiba-como-pini.com.br/construcao-reforma/61/argamassa-polimerica-saiba-como-pini.com.br/construcao-reforma/61/argamassa-polimerica-saiba-como-

funciona-esse-sistema-de-impermeabilizacao-291311-1.aspx>. Acesso em: 21 out. 2017.

NIVELAMENTO: nível de mangueira. [S.l.]: Construção Civil, [2011]. Disponível em: http://construcaociviltips.blogspot.com.br/2011/07/nivelamento-nivel-de-mangueira.html. Acesso em: 28 out. 2017.

PEREIRA, D. M. et al. Introdução à Terraplenagem. Curso de Engenharia Civil. 2015. Notas de Aula. Universidade Federal do Paraná.

RICARDO, Hélio de Souza; CATALANI, Guilherme. Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha. São Paulo: Editora Pini, 1990.

SANTOS, Antonia Angélica Muniz dos; GUIMARÃES, Edna Almeida; BRITO, Giliard Paulo de. Gestão da Qualidade: conceito, princípio, método e ferramentas. 2013. Disponível em: http://www.fafor.edu.br/pesquisa/arquivos/Artigo_GESTAO_DA_QUALIDADE.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SOUZA, Felipe Bicho Rezende de. Controle tecnológico aplicado a obras de terraplenagem estudo de caso da Via Expressa Transolímpica. 2014. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Cap. 2. Disponível em: http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009286. pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

TIRAR O NÍVEL – como nivelar dois pontos distantes? [S.l.]: Fazfácil, [20--?]. Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/nivelar-dois-pontos-distantes/>. Acesso em 28 out. 2017.

YAZIGI, Walid. A técnica de edificar. 13. ed. São Paulo: Pini: Sinduscon, 2013. 826 p.

Fundação, elementos estruturais e alvenaria

Convite ao estudo

Caro aluno,

Estamos chegando à metade deste livro e isso significa que você já teve a oportunidade de aprender diversos conteúdos novos e de se aprofundar mais naqueles que já conhecia. Tudo isso será bastante relevante quando você for um profissional da Construção Civil.

Nesta unidade, abordaremos diversos temas relacionados às etapas de fundações, estruturas e vedações nas construções, ampliando seu conhecimento acerca desses elementos.

A primeira seção trata das ferramentas de análise de solo, focando na metodologia dos ensaios mais comuns e como seus resultados se aplicam, além de alguns dos principais sistemas de fundações.

Você sabe por que os ensaios de solo são requisitos para elaboração de projetos de fundações? Por que as fundações se dividem em rasas e profundas e quais as suas diferenças? Enquanto buscamos essas respostas, focaremos também no acompanhamento desses serviços durante a obra.

O tema da seção 3.2 se relaciona à superestrutura das obras, aos elementos que garantem a estabilidade, rigidez e segurança das edificações. Nesse sentido, será dado especial enfoque ao concreto armado como alternativa mais empregada no setor. Contudo, trataremos de outros sistemas alternativos para vencer grandes vãos. Tais considerações se darão também à luz da Norma de desempenho ABNT NBR

15.575/2015, apresentando alguns dos requisitos que ela estabelece acerca das estruturas de uma edificação.

Você conhece outros sistemas construtivos para estruturar uma edificação além do concreto armado?

Com a finalização das etapas de estruturação, as construções demandam a vedação por meio de paredes, como forma de separação dos cômodos e fechamento da fachada. Esse é o assunto da última seção, nela serão apresentados alguns sistemas, tais como: alvenaria de tijolos cerâmicos, drywall e placas cimentícias. Você conhece algum desses sistemas? Já parou para pensar como se dá a escolha entre uma metodologia e outra? Ao tratarmos disso, pensaremos também em algumas patologias comuns a essa etapa.

Lembre-se que nosso objetivo é que você compreenda bem as etapas e procedimentos de execução desses serviços. Para isso, é importante também que entenda as diferenças entre os principais sistemas. Todas essas questões são extremamente relevantes para seu futuro como profissional, pois as etapas aqui descritas contemplam conhecimentos necessários ao gerenciamento de obras ou outra atividade relacionada à Construção Civil.

Bons estudos!

Seção 3.1

Elementos de fundações

Diálogo aberto

Após a locação do edifício exemplo, você, que é o responsável técnico pela construção, dá início à execução da fundação.

Durante a análise do solo do terreno, percebeu-se que o nível da água ficava acima da cota de apoio da estaca. No nosso caso, optou-se pela estaca moldada in loco, do tipo hélice contínua. Como, você acha, que é feita a escolha do tipo de estrutura de fundação? Quais os critérios normativos para a determinação do número de furos SPT em um lote? Considerando a altura do lençol freático, qual outro tipo de fundação poderia ter sido escolhido?

Sabe-se que o tipo de fundação escolhida para esse prédio é um tipo de estrutura denominada fundação profunda. Por que ela é assim chamada e quais os critérios para se escolher esse tipo? Em quais situações, pode-se optar por uma fundação do tipo rasa?

Durante o acompanhamento das obras nessa etapa, o responsável técnico residente deve manter registradas todas as ocorrências, bem como todas as verificações de qualidade e segurança em dia. Todo o material utilizado deve ser rastreável e as ferramentas e equipamentos devem estar com seus certificados de calibração em dia. Qual a importância dessas ações?

Para buscar responder a esses questionamentos, apresentaremos a seguir alguns tipos de fundações rasas, explicitando as diferenças entre elas. Trataremos das fundações profundas, destacando as principais técnicas utilizadas, com diferentes materiais: madeira, aço e concreto. Você poderá acompanhar também a principal técnica de investigação do solo: o ensaio de percussão SPT. Esse ensaio fornece os parâmetros necessários ao projetista de fundação para que ele possa calcular a melhor solução e desenvolver o projeto.

Esperamos que esse assunto contribua com seus conhecimentos. Bons estudos!

Não pode faltar

O ideal é que a etapa de sondagem do solo ocorra antes mesmo da elaboração do projeto Arquitetônico, pois algumas informações obtidas podem impactar as escolhas de projeto. Dependendo dos resultados, o projeto pode se tornar inviável. É o caso, por exemplo, da presença de uma camada de rochas que encareça demais as escavações no terreno, ou de um aterro que tenha sido mal executado e possa comprometer a estabilidade de uma fundação rasa e exija uma fundação profunda fora do planejamento do construtor/proprietário.

As ferramentas de análise permitem conhecer as camadas que compõem o solo, sua resistência, presença e profundidade do lençol freático. Essas informações são imprescindíveis ao calculista de solos, pois é a partir desse conhecimento, juntamente com os valores das cargas da edificação, que ele dimensionará a profundidade das estruturas de fundação e definirá a técnica a ser empregada.



Reflita

Infelizmente, é comum que os clientes queiram economizar nessa etapa, ainda que seu valor relativo seja baixo quando comparado aos das demais fases de uma construção. Por isso, é importante que você, caso se encontre na posição de gestor de uma obra, insista para que a análise do solo seja realizada.

Conforme discutimos nas unidades anteriores, todos os profissionais envolvidos em uma obra assumem responsabilidades pelos seus serviços. Dessa maneira, as ferramentas que balizam a sua atuação devem ser exigidas para que seja possível atuar de forma mais segura.

Você é capaz de imaginar alguns dos possíveis problemas relacionados a solo que podem impactar uma edificação? Já imaginou a responsabilização que recai sobre os projetistas e responsáveis técnicos pela execução? Você entende como essa etapa é importante para o restante da edificação?

Existem diversas técnicas no mercado para análise de solo. Apresentaremos, a seguir, as mais comuns e detalharemos a mais utilizadas devido à popularidade, ao baixo custo e às informações que ela fornece.

Uma técnica empregada é a sondagem a trado, usada para retirar amostras do solo, conhecer as camadas que o compõe e identificar a profundidade do lençol freático. O trado é um equipamento de seção circular, com lâminas cortantes, podendo ser espiralado (helicoidal) ou convexo (trado concha). Trata-se de uma técnica barata, de elevada produtividade e com mão de obra relativamente pouco especializada, contudo não fornece o índice de resistência do solo e a amostra se deforma depois de retirada do subsolo. A norma que rege esse ensaio é a ABNT NBR 9603/2015 – Sondagem a trado – Procedimento.

Outra metodologia empregada para se obter o índice de resistência do solo é a sondagem à percussão. Ela é realizada por meio do golpeamento do solo, utilizando um peso sobre um cilindro cortante. O teste mais conhecido é o SPT (*Standard Penetration Test*), normatizado pela ABNT NBR 6484/2001 – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

Esse ensaio é aparelhado principalmente por uma torre com roldana (tripé), uma haste cilíndrica, um amostrador padrão (barrilete) e um martelo para sua cravação, conforme mostra a Figura 3.1.

ROLDANA

CORDA

TRIPÉ

Pesso
85 kg

MOTOR

HASTE

FURO DE 2 1/2"

BARRILETE

Figura 3.1 – Esquema de montagem do ensaio SPT

Fonte: Campos (2012, p. 2

A perfuração é realizada até se alcançar a cota solicitada pelo projetista ou até se atingir um material impenetrável. Durante o avanço, a cada metro, mede-se a resistência do solo e se recolhem amostras do solo. O resultado numérico é a quantidade de golpes necessários para a cravação dos últimos 30 cm do amostrador padrão.

Exemplificando

O relatório completo de sondagem SPT apresenta, para cada furo, o perfil do terreno encontrado (suas camadas) e o avanço do número de golpes ao longo de cada metro. A partir do número de golpes, obtémse a tensão admissível do solo, comparando-o com tabelas disponíveis na literatura. O valor admissível de tensão do solo a ser considerado. é um dos requisitos para a escolha do tipo de estrutura de fundação.

A sondagem rotativa pode ser executada em conjunto com SPT quando este não conseguir avançar no terreno. Ela é realizada através de um equipamento motomecanizado, com movimento perfurante capaz de vencer rochas. As amostras retiradas possuem formato cilíndrico.

A norma ABNT NBR 8036/1983 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - estabelece alguns parâmetros mínimos. Segundo ela, o número de furos deve ser tal que forneça uma visão geral da variação das camadas do subsolo. Deve ser executado um furo para cada 200 m² de projeção do edifício, em edificações de até 1200 m²; ao se exceder os 1200 m², deverá ser feito um furo para cada 400 m². Contudo, o mínimo a ser obedecido é 2 furos para edificações até 200 m² e 3 entre $200 e 400 m^2$

Pesquise mais

Procure as normas para cada ensaio citado anteriormente e pesquise as especificidades de cada procedimento descrito, atentando-se para o número de furos, os equipamentos utilizados, a separação e identificação das amostras e o relatório a ser gerado. Adicionalmente, seguem algumas instruções normativas disponibilizadas por órgãos públicos a fim de padronizar esse serviço no momento da terceirização do mesmo.

http://www.deinfra.sc.gov.br/jsp/relatorios_documentos/doc_ tecnico/download/engenharia_rodoviaria/IN-04.pdf> Acesso em 07 de nov. 2017.

http://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/Documentos_
 Download/manual_sondagem.pdf> Acesso em 07 de nov. 2017.

Tipos de Fundação – Acompanhamento desse tipo de obra

De acordo com o nível de tensão que a construção causa e com as características do solo que recebe o carregamento, há dois grupos de fundações: as rasas, também chamadas diretas, e as profundas.

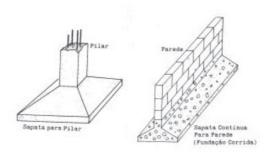
O primeiro tipo é aplicável, normalmente, às construções menores, tais como casas e outras edificações de menor porte, desde que o solo apresente a resistência esperada na cota de assentamento desses elementos. Deve-se levar em consideração também a porosidade do solo e o nível do lençol freático. Nas outras circunstâncias, é preferível que o elemento seja do tipo profundo.

Nessas edificações, as cargas são transmitidas ao terreno diretamente pela base do elemento de fundação. Segundo a norma ABNT NBR 6122/2010 – Projeto e execução de fundações – uma outra definição parte do terreno vizinho para estabelecer que a profundidade do elemento não poderá ser superior ao dobro da menor dimensão do próprio elemento. São exemplos de fundações diretas as sapatas, os blocos, os radiers e as vigas de fundação.

Os blocos são elementos de concreto que trabalham, principalmente, sob compressão e possuem rigidez elevada. São executados em concreto simples (não armado), capaz de resistir às tensões de tração sem necessidade de armadura.

As sapatas (Figura 3.2) possuem altura constante ou variável, porém inferior à dos blocos, e são projetadas para suportarem flexão. Por isso, necessitam de armadura para resistirem às tensões de tração. Elas podem possuir base circular, quadrada ou retangular, e podem ser contínuas (quando seu comprimento é muito maior que a largura). Conforme pode ser observado na Figura 3.2, podem receber carregamento pontual (sapata à esquerda) ou linear (sapata à direita).

Figura 3.2 - Sapatas.



Fonte: http://blog.construir.arq.br/fundacao_sapata/. Acesso em: 9 de nov. 2017.

Elas são executadas a partir da escavação do terreno no formato da área de sua base, nivelando a base de terra e forrando-a com uma camada de concreto magro com, aproximadamente, 5 cm de espessura. Em seguida, montam-se formas de madeira ao longo do perímetro da base, para controle da altura da placa de concreto armado. Do meio da sapata parte a armadura do pilar, que já deve estar inserida antes da concretagem do elemento de fundação.

Já os radiers se estruturam em forma de laje armada com aço e são preferíveis quando a área das sapatas, em projeto, ocupa mais de 70% da projeção da edificação. Nesse caso, a execução das sapatas ficaria onerosa.

O segundo grupo é o de fundações profundas, cuja definição da ABNT NBR 6122/2010 se baseia na transferência de carga e na profundidade. Sendo assim, a norma afirma que esse tipo de estrutura pode transmitir as cargas ao solo pela base (ponta), por meio da superfície lateral (fuste) ou por uma combinação dos dois meios.

Nesse grupo estão incluídos os tubulões e as estacas. As últimas podem ser escavadas e moldadas no próprio furo, chamadas também de estacas de substituição; há também as que são cravadas, conhecidas também como estacas de deslocamento; e, por fim, as de substituição (VELLOSO & LOPES, 2010). Segundo o material empregado, podem ser de concreto, madeira ou aço.

As estacas cravadas, em solos pouco compactos, podem aumentar a compacidade, reduzindo o índice de vazios, o que pode ser positivo, já que tende a diminuir os recalques de fundação. Por outro lado, se o solo já for muito compacto, a cravação do elemento

pode induzir a deslocamentos no solo e comprometer outras estacas já executadas.

A cravação é realizada por meio de um bate-estacas que se eleva ao longo de uma torre, por meio de um guincho, e é solto a partir de determinada altura. Seu impacto força a estaca a entrar no terreno. Na cabeça das estacas, deve ser posicionada uma proteção para evitar a sua quebra com a queda do peso do bate-estacas.

Já as escavadas tendem a causar um alívio (descompressão) no solo, com deslocamento da água. Nessa situação é recomendado que a retirada de terra siga a concretagem, a fim de evitar que o furo fique muito tempo não preenchido e de minimizar esses efeitos de descompressão, que podem alterar as características de suporte do solo.

A seguir, serão abordados alguns exemplos de fundações profundas e seus processos de execução, segundo as definições dos autores Velloso e Lopes (2010).

As estacas de madeira são obtidas a partir de troncos de árvores e preparadas para cravação. No Brasil, é mais comum que sejam usadas em obras provisórias, pois seu uso definitivo demanda um tratamento para sua preservação no subsolo. Para que sejam preservadas, são utilizados sais de zinco, cobre, mercúrio e, também, o creosoto. Uma dificuldade desse sistema é que, para que seja durável, é desejável que as peças fiquem sempre submersas, pois a alternância com momentos secos destrói as madeiras.

A preparação da estaca de madeira envolve a retirada da cortiça, mantendo-se o alburno, o corte da sua ponta em formato cônico, bem como a proteção da mesma por amortecedores.

Um outro tipo de estaca cravada é a metálica, encontrada em forma de perfil, tubo ou, até mesmo, trilhos. Ela pode ser fabricada com diversas seções transversais e apresenta a facilidade de ser cortada por maçarico e emendada por solda, o que torna esse sistema bem versátil. Além disso, seu peso é relativamente baixo, se comparado à sua elevada resistência à compressão, tração e flexão; é mais fácil de transportar e de cravar do que outras (madeira e concreto), pois sua maior resistência reduz os riscos de quebra e distorção. Não é afetada pela corrosão, desde que esteja em contato com solo natural; quando em ambiente marítimo, ou outro também agressivo, demanda medidas de proteção, tais como pinturas e adição

de cobre na obtenção do aço, principalmente quando parcialmente desenterradas.

Outro sistema de estaca cravada é a pré-moldada de concreto armado, que pode ser confeccionada com seção circular, retangular ou poligonal. Essas estacas se adaptam bem às alternâncias de molhagem e secagem e a ambientes agressivos, o que é uma vantagem diante das metálicas e de madeira. Como todas as cravadas, também é adequada a terrenos moles e colapsíveis. Temse empregado no mercado o concreto protendido para fabricação dessas peças, já que esse sistema confere elevada resistência, facilita a manipulação das peças e melhora contra fissuração.

A cravação dessas estacas deve ser cuidadosa, evitando-se alturas elevadas e utilizando amortecedores, a fim de garantir a integridade da mesma. Caso seja necessário realizar emendas, essas são normalmente executadas por meio de anéis metálicos. Devese dar especial atenção à sua ligação com o bloco de coroamento, realizando a penetração tanto da estaca como de sua armadura, conforme indicação do projetista. Caso o topo da estaca fique abaixo da cota de arrasamento, será necessário preenchê-la com concreto de alta qualidade ou com argamassa especial (*grout*).

Por fim, apresentam-se os elementos de fundação profunda moldados (concretados) *in loco*. Algumas dessas estacas podem se assentar abaixo do NA, alcançam elevadas resistências e são indicadas para solos muito duros ou rochas, após a escavação com equipamentos. Por outro lado, a qualidade do concreto não é garantida como a da pré-moldada. Há aquelas que necessitam de fluido estabilizante da encosta durante sua execução, e há outras que não.

A primeira delas é a Strauss, relativamente simples, que demanda um tripé, um pilão, equipamento de escavação e um tubo para revestimento do fuste. Introduz-se esse revestimento, geralmente metálico, no terreno, escavando-se até se atingir a cota desejada, a partir de onde a concretagem é iniciada, em camadas de até 75 cm. Esse concreto é apiloado à medida em que se retira o revestimento, repetindo-se o processo até atingir a superfície. Elas podem ser armadas ou não, porém, a armação de ligação com o bloco deve ser garantida. Não é aconselhável abaixo do NA.

Outro exemplo é a estaca Franki que, para ser moldada, crava-

se um tubo, semelhante ao anterior, e nele é inserida uma mistura de areia e brita, que é socada por um martelo de até 4 toneladas ao longo do terreno, comprimindo também o solo e formando uma bucha na ponta da estaca. À medida em que se levanta o tubo, insere-se a armadura e soca-se ainda mais a bucha, a fim de forçar sua penetração no solo e alargar sua base. Em seguida, é finalizada a concretagem do fuste, também por apiloamento, e retirada da camisa de proteção para que o concreto penetre no solo pelas laterais do elemento finalizado. Todo esse processo causa bastante vibração no terreno, o que pode incomodar os vizinhos ou comprometer construções adjacentes.

A estaca raiz é executada pela perfuração do terreno, com o auxílio de um revestimento, e posterior concretagem sob pressão, após a qual se insere a armação.

A escavação por hélice contínua é realizada por meio de trado rotacional de grande porte e, à medida em que ela retorna à superfície, deixa o concreto em seu lugar, através de uma mangueira posicionada no meio da hélice, conforme mostra a figura 3.3. No topo dela, também é inserida uma armadura.

Concreto bombeado

(a) (b) (c)

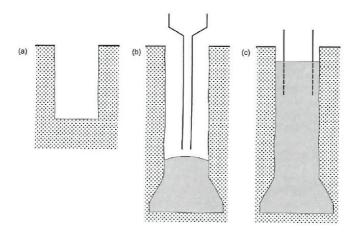
Figura 3.3 – Hélice contínua

Fonte: Velloso e Lopes (2010, p. 273).

No desenvolvimento desse processo, deve ter cuidado com o gerenciamento da demanda de concreto, que deve ser suficiente para abastecer a bomba que o leva até o trado. Não podem faltar, nem haver atrasos na chegada dos caminhões de concreto à obra.

Por fim, trataremos dos tubulões escavados à céu aberto. Tratase de um elemento de fundação executado com a descida de um operário, que retira a terra até a cota de assentamento, onde o diâmetro é alargado, formando-se uma base, mostrada na Figura 3.4.

Figura 3.4 — Execução de tubulão: a) escavação do fuste; b) concretagem; c) inserção da armação.



Fonte: Velloso e Lopes (2010, p. 280).

A escavação dos tubulões pode ser feita a seco, quando o solo não exige proteção nas laterais por que não apresenta risco de desmoronar. Caso haja esse risco, utiliza-se uma proteção, como um encamisamento metálico. Uma outra situação é a presença de água no interior do furo, o que exige que ele seja escavado com uma proteção externa, garantindo seu isolamento e mantendo o ar comprimido. Essa variante é bastante dispendiosa e nem sempre vale a pena, do ponto de vista econômico, além de oferecer riscos ao funcionário que trabalha na parte interna do tubulão.

É importante que o gestor da obra planeje a execução dos elementos de fundação, a fim de evitar a escavação ao lado dos elementos recém concretados, bem como tomar cuidado com o trânsito de equipamentos pesados.



Tendo em vista a elevada densidade desse conteúdo e a grande quantidade de informações disponibilizadas, pesquise mais sobre cada sistema de fundação, atentando-se para suas vantagens e desvantagens. Listamos abaixo alguns textos e vídeos que poderão lhe auxiliar:

- PEINADO, Hugo Sefrian. Preparo da cabeça de tubulões e de estacas de concreto para ligação com blocos de coroamento. Téchne, [s.l.], n. 17, p.1-2, fev. 2013. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/191/artigo285989-1.aspx>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- CONSTRUFACILRJ. Tipos de fundações de edifícios. 2014. Disponível em: https://construfacilrj.com.br/tipos-de-fundacoes-de-edificios/>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- Fundações em sapata corrida. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Nn3A0tJg37w Acesso em: 09 de nov. 2017.
- Animação Hélice Contínua. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=U5aoHKGDmPA Acesso em: 09 de nov. 2017.
- Tipos de Estacas Fundações. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=h2mmV2pvZ-s> Acesso em: 09 de nov. 2017.



A Figura 3.5 mostra uma sistematização dos tipos de fundações apresentadas. Elas se dividem em superficiais (diretas e radier) e profundas (pré-moldadas e moldadas *in loco*). As pré-moldadas podem ser de madeira, aço ou concreto, usualmente protendido. Já algumas das moldadas no furo são: Strauss, Franki, Hélice Contínua (escavada) e tubulões.

Figura 3.5 – Resumo dos tipos de fundações.



Fonte: elaborada pelo autor.

Sem medo de errar

Conforme você pôde acompanhar ao longo da seção, a escolha do tipo de estrutura de fundação se dá em função das cargas transmitidas pela construção e da tensão admissível do solo, que é o seu nível de resistência, obtido a partir dos ensaios de sondagem do solo. Além disso, leva-se em conta o nível de água, pois há sistemas de fundações que não são adequados à sua presença.

Considerando que, para as obras, é mais comum o ensaio SPT para determinação de algumas características do solo, você, como gestor da obra, deve estar ciente que a ABNT NBR 8036/1983 estabelece que deve ser executado um furo para cada 200 m² de projeção do edifício, em edificações de até 1200 m²; ao serem excedidos os 1200 m², deverá ser feito um furo para cada 400 m². Contudo, o mínimo a ser obedecido é de 2 furos para edificações com até 200 m², e 3 furos para edificações entre 200 m² e 400 m².

Na época da realização do SPT no edifício do nosso exemplo, constatou-se que o nível da água estava acima da cota de assentamento da estaca. Nesse contexto, um outro tipo de fundação que poderia ser escolhido é a estaca cravada de concreto pré-moldado.

Tanto a hélice contínua como a cravada são exemplos de fundações profundas que recebem esse nome em função da sua cota de assentamento, com profundidade superior a duas vezes o menor lado da seção transversal em relação ao lote vizinho. Além disso, a transmissão das cargas no subsolo se dá na ponta, por atrito lateral, ou por uma combinação dos dois.

Por outro lado, as fundações rasas serão mais viáveis quando a carga distribuída pela edificação ao solo for tal que uma estrutura superficial possa receber essas ações. As características do solo, tais como nível de água e tensão admissível, são determinantes para se optar por uma fundação direta.

O gestor da obra, deve planejar a ordem de execução dos elementos, pois não é desejável que estacas vizinhas sejam escavadas de forma seguida. É importante aguardar por tempo suficiente para a cura do concreto, para evitar problemas

estruturais resultantes da escavação de uma estaca ao lado de outra ainda não curada.

Além disso, ele deve manter o registro, com identificação, da utilização de cada material em cada elemento de fundação. No caso da hélice contínua, precisa especificar qual caminhão de concreto, por meio de sua nota fiscal, foi lançado em qual estaca, indicando sua numeração, conforme o projeto de fundações.

Essas ações garantem a rastreabilidade dos materiais, em caso de problemas posteriores. Por exemplo, se o ensaio de compressão do concreto, aos 28 dias, não alcançar resultado satisfatório, a estaca comprometida deverá ser prontamente identificada, a fim de que seja possível realizar os reforços necessários, depois de uma consultoria com o calculista.

Avançando na prática

Escolha do método de fundação para uma casa.

Descrição da situação-problema

Um Engenheiro calculista de solos foi contratado por um cliente que deseja construir uma casa de padrão popular em um lote padrão de 360 m². O Engenheiro foi chamado para elaborar o projeto de fundações para a residência. Como parte de suas atribuições, deve escolher o método de fundações, elaborar os projetos e detalhar a execução da etapa de fundação da construção. Quais informações são relevantes para o profissional realizar seu trabalho? Quais elementos um relatório de sondagem do tipo SPT contém e que lhe são úteis?

Suponha que o engenheiro opte por um método de fundação rasa. Com base em que o calculista pode escolher esse tipo de estrutura? Depois de escolher esse grupo, quais são as particularidades das diferentes fundações rasas?

Resolução da situação-problema

O calculista de solos escolhe o tipo de fundação de uma edificação baseando-se nas características do solo e no nível de tensão atuante no mesmo em função da construção que o local irá receber. Ele leva em conta, também, o nível de água do solo.

A tensão admissível do solo é conhecida a partir do relatório de sondagem, nesse caso, o SPT, com base no número de golpes necessário para cravação do amostrador.

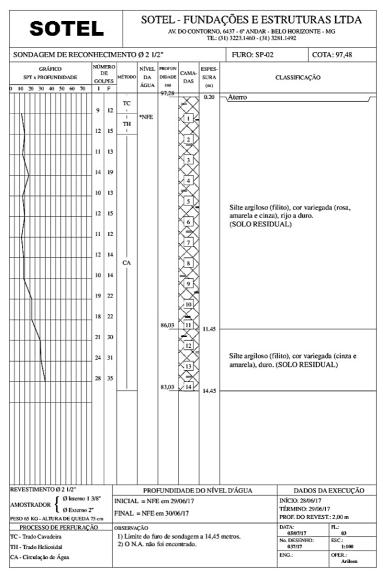
As opções mais comuns de fundação direta são os blocos, sapatas e radiers. Os blocos são estruturas em concreto simples, ou seja, não armado, e, por isso, mais rígidos e com altura mais elevada que as sapatas. Já as sapatas, por serem armadas, podem possuir altura menor, mas deverão resistir também a esforços de flexão. A escolha entre esses dois métodos varia em função da análise do custo-benefício de se utilizar o concreto armado ou não, já que, dependendo do nível de carregamento, a escolha pelo bloco exige uma dimensão demasiadamente grande e, com isso, um elevado consumo de concreto, maior tempo de escavação, etc.

Os radiers são mais viáveis quando o volume de sapatas na área da edificação se torna demasiadamente grande e inviabiliza a escavação e concretagem de elementos isolados, preferindose, assim, a utilização de um único elemento que englobe toda a edificação. Contudo, para os radiers, deve-se levar em conta também recalques diferenciais no solo e no nível de água que possam ocasionar deslocamentos verticais em sua estrutura.

Faça valer a pena

1. A Figura 3.6 abaixo apresenta um trecho de relatório de sondagem sobre o qual são feitas as afirmações a seguir:

Figura 3.6 – Relatório de Sondagem.



Fonte: adaptada de Sotel Fundações (2017, p. 31)

- I-O ensaio tem início sobre um aterro, que apresenta 11,45 metros de silte argiloso, com presença de cor rosa;
- II Ainda no aterro, foi necessário empregar a recirculação de água para continuação da cravação;

III - O lençol freático foi encontrado na cota 14,45 m.

A partir das afirmações anteriores, marque a alternativa correta.

- a) Apenas a afirmativa I está correta.
- b) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- c) Todas as afirmativas estão corretas.
- d) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- e) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- **2.** Suponha que uma pessoa deseje construir uma casa e tenha contratado um calculista para definir a melhor solução de fundação para a edificação. O profissional concluiu, com base nos relatórios de sondagem e na tensão atuante em virtude da construção, que poderá ser feita a fundação em sapata.

Com base em seus conhecimentos e na situação descrita anteriormente, marque a opção correta.

- a) O relatório de sondagem do tipo SPT fornece a tensão a que o solo será submetido em virtude do carregamento aplicado pela edificação.
- b) Os blocos são mais interessantes quando se deseja economizar concreto, porém demandam a compra de aço para sua armação.
- c) Um dos motivos para a adoção do radier é a sobreposição que ocorre quando o número de sapatas é elevado para a área da edificação.
- d) Os radiers obrigatoriamente demandam escavações mais profundas que as sapatas.
- e) As fundações rasas não são afetadas pelo nível d'água. Um exemplo disso são as sapatas, pois, durante sua escavação, se a água adentrar o local, poderá ser misturada ao concreto magro da base.
- **3.** dopara escolher um sistema para a fundação das edificações, o calculista leva em conta características de resistência, permeabilidade, nível de água do solo, dentre outros parâmetros, normalmente obtidos por meio de um processo de sondagem do subsolo. Além disso, ele precisa considerar a magnitude das cargas que a construção impõe sobre o solo. Considere a necessidade de escolha da fundação de um hotel de 30 pavimentos, situado em terreno colapsível e com nível d'água a 5 metros abaixo da superfície, porém variando ao longo do ano. Será utilizado todo o quarteirão para a construção da área de lazer do empreendimento. Tendo em vista as características do empreendimento descrito acima, marque a alternativa correta quanto à escolha do método de fundação.

Tendo em vista as características do empreendimento descrito acima, marque a alternativa correta quanto à escolha do método de fundação.

- a) Estaca de madeira ou metálica.
- b) Estaca Franki e pré-moldada de concreto.
- c) Estaca metálica e sapata corrida.
- d) Radier e hélice contínua.
- e) Estaca Strauss e tubulão sem ar comprimido.

Seção 3.2

Elementos estruturais

Diálogo aberto

Conforme você pôde perceber pela seção anterior, essa unidade apresenta um conteúdo aplicado à execução de obras. Anteriormente, tratamos dos elementos que compõem a infraestrutura de uma edificação: os componentes de fundação. Falamos das rasas e profundas e você foi apresentado a diversas metodologias, como sapatas, estacas, tubulões, etc.

A nossa obra exemplo possui fundação em hélice contínua e, no topo de cada conjunto de estacas, um bloco em concreto armado para receber as cargas dos pilares. Você sabe diferenciar os principais elementos estruturais em concreto armado: lajes, pilares e vigas? Quais cargas eles recebem na edificação?

Com a finalização das estacas e blocos, tem-se a execução dos pavimentos do edifício. No exemplo dado, cada pavimento é composto por pilares, vigas e lajes em concreto armado. Você, como gestor, deverá acompanhar e fiscalizar algumas das características mecânicas do concreto, a fim de garantir o atendimento aos requisitos que o calculista estabeleceu em projeto. Quais são os ensaios mais comuns no mercado para verificação dessas propriedades? Quais são as etapas da construção de um elemento estrutural de concreto armado?

Durante a vistoria cautelar nas edificações vizinhas à sua obra, os técnicos foram informados que uma dessas construções é feita em alvenaria estrutural. Quais são as principais diferenças entre esse método e o concreto armado convencional? Quais são os cuidados que seus moradores têm que tomar na execução de reformas nos apartamentos?

Na obra em que você trabalha, optou-se por concreto armado na maior parte da estrutura, e por laje alveolar para vencer os vãos maiores. Você conhece outras opções para a estrutura vencer grandes vãos? Você será convidado a aprender outras alternativas e suas principais características e vantagens.

Lembra-se que falamos, nas unidades anteriores, da Norma de Desempenho? Qual é a relação entre essa norma e a durabilidade das estruturas?

Não pode faltar

Na construção de uma edificação, faz-se necessário garantir que ela seja estável, rígida e indeformável, por meio das suas estruturas de sustentação. Essas estruturas são escolhidas de acordo com o modelo proposto na concepção do projeto arquitetônico e validadas, ou alteradas, na elaboração do projeto estrutural pelo calculista.

Segundo a ABNT NBR 6118/2014, um modelo estrutural é o conjunto de unidades (ou elementos) básicas que possuem função estrutural e que, quando unidas, devem resistir aos esforços. Deve ser possível, em projeto, simular os caminhos das ações até chegarem aos apoios da estrutura (elementos de fundação – seção 3.1).

Ainda segundo essa norma, as estruturas devem ser projetadas para atender aos requisitos de qualidade, que dizem respeito à segurança, ao desempenho e à durabilidade. A segurança é atendida quando a estrutura suporta as ações ao longo do tempo de duração da sua vida útil, sem ruptura e com equilíbrio.



É comum que os usuários relacionem segurança à ausência de colapso, ou seja, desde que uma edificação se mantenha erguida, está segura. A norma de concreto (ABNT NBR 6118/2014) afirma, no entanto, que é necessário manter, também, o equilíbrio estático para que a estrutura da edificação esteja segura.

Com base na definição da norma, é possível citar dois exemplos clássicos de perda de equilíbrio estático:

- Torre de Pisa (Itália): apesar de não ruir, apresenta-se em desequilíbrio estático, já que seu topo é visivelmente deslocado com relação à base e esse deslocamento ainda é crescente.
- Ponte de Tacoma Narrows: construção famosa pelo seu modo de colapso, a partir da ressonância, causada pela ação do vento (Alguns autores contestam essa suposição e creditam o ocorrido

à aeroelasticidade). Antes de entrar em colapso, a ponte se manteve em pé, porém com uma deformação excessiva, que já caracterizava a perda de equilíbrio estático. Veja o vídeo que mostra momentos antes da queda da construção.

PEDRO MACIEL. Colapso: Ponte Tacoma Narrows. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=P7RQr72eigl. Acesso em 15 de nov. 2017.

O desempenho adequado em serviço é alcançado limitandose a magnitude das deformações e fissuras. Isso porque, ainda que algumas deformações e fissuras não gerem colapso, podem comprometer os demais sistemas da edificação (não estruturais) e gerar desconforto aos usuários. Por fim, as estruturas devem possuir uma durabilidade tal que se garanta sua conservação frente às condições ambientais, durante a vida útil.



Escolhe-se um modelo construtivo em função da disponibilidade de material na região, orçamento disponível, incentivos fiscais, tradições locais, conhecimentos do projetista, etc. Você consegue imaginar porque o concreto armado é amplamente utilizado? Quais são os seus insumos e como sua disponibilidade no país impactam nessa escolha?

A seguir, trataremos de alguns sistemas construtivos empregados para vencer vãos na Engenharia. Daremos destaque ao concreto armado, já que se trata do mais largamente empregado na Construção Civil brasileira, principalmente em edifícios.

O concreto é uma mistura de um aglomerante, usualmente o cimento, com água e agregados, normalmente areia e brita, além das adições e aditivos que podem ser incorporados. As adições minerais têm a finalidade de melhorar as propriedades do produto final, reduzindo a porosidade do concreto.. Já os aditivos químicos são substâncias misturadas ao concreto fresco (como os plastificantes) para melhorar a trabalhabilidade e aumentar a fluidez do concreto fresco, acelerar ou retardar a pega, etc.

Segundo Ambrozewicz (2012) o concreto convencional, que é o mais utilizado, não é bombeável e atinge resistências na ordem

de 50 MPa. Há também o de alto desempenho, confeccionado com adições que melhoram suas propriedades e elevam sua resistência. A versão bombeável é empregada quando se deseja alcançar elevadas alturas na concretagem; seu lançamento é realizado por meio de uma bomba, da qual parte uma mangueira que leva o material até o local de aplicação (Figura 3.7). Para passar pela mangueira, é necessário que o concreto esteja mais fluido, porém seus componentes não podem se desagregar; essa condição é alcançada por meio dos aditivos químicos superplastificantes. O concreto autoadensável também é dosado com a incorporação de um aditivo químico que o torna mais fluido para ser empregado em peças com elevada quantidade de armação, ou concretagem de peças delgadas.

Figura 3.7 | Lançamento de concreto através de bomba.



Fonte: iStock.

Diversos fatores impactam a qualidade do concreto e, consequentemente, sua resistência e durabilidade (AMBROZEWICZ, 2012). Durante sua dosagem, os materiais devem apresentar qualidade satisfatória, portanto, deve-se ficar atento à validade do cimento, à granulometria dos agregados e presença de impurezas e a água deve ser limpa e livre de agentes agressivos.

Depois de garantidas essas condições, o proporcionamento das quantidades deve ser correto, pois a falta ou excesso de um determinado componente afeta a qualidade do produto final. Por exemplo, a relação entre água e cimento (fator a/c) precisa ser rigorosamente avaliada e garantida, pois a falta de água dificulta a mistura e pode impedir a completa reação do cimento. Por outro lado, o excesso de água acumula-se na pasta, gera espaços vazios (poros) e enfraquece a matriz (PACHECO, 2015). Por fim, o lançamento do concreto deve ser adequado, de maneira que seus componentes não se desagreguem.

Após lançado, o próximo passo é a hidratação da peça por tempo suficientemente longo, de modo a impedir a evaporação precoce da água, antes que o cimento reaja completamente. Esse procedimento recebe o nome de cura e, nas obras, é usualmente realizado por meio da molhagem das peças durante as primeiras horas do dia, pois a etapa de acabamento, do dia anterior, já terá sido finalizada. O tempo de molhagem (dois dias ou mais) depende do projeto estrutural da obra. Esse tempo varia em função do tipo de cimento empregado e da relação a/c da mistura.

Para a confecção das peças estruturais, emprega-se o concreto armado (CA) com barras (CA-25 e CA-50) e fios (CA-60) de aco, sendo que a numeração indica a resistência característica ao escoamento (fyk) (DE ARAÚJO, 2010). Conforme a definição a norma ABNT NBR 7480/2007, os fios apresentam-se nos seguintes diâmetros (em mm): 2,4; 3,4; 3,8; 4,2; 4,6; 5; 5,5; 6; 6,4; 7; 8; 9,5; 10. Já as barras podem ser encontradas nos diâmetros (em mm): 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 22; 25; 32; 40, e são fornecidas com 12 m de comprimento. Nas obras, é comum nomear as barras em função do seu diâmetro em polegadas (lembre-se que uma polegada tem, aproximadamente, 25 mm). Dessa maneira, os profissionais do canteiro se referem às barras de 12,5 mm como barras de meia (polegada), e chamam as de 25 mm como barras de uma (polegada). A Figura 3.8 mostra barras de aço com nervuras para sua ancoragem ao concreto. Segundo a norma citada anteriormente, somente as barras da categoria CA-25 e os fios CA-60 podem não apresentar essas nervuras; por outro lado, é obrigatório que as pecas CA-50 sejam nervuradas, já que compõem a maior parte da armação das estruturas.

Figura 3.8 | Barras de aço nervuradas.



Fonte: iStock.

Segundo De Araújo (2010), o trabalho conjunto do aço e do concreto se torna possível graças à ancoragem do primeiro ao segundo, proporcionada pela aderência reforçada pelas nervuras das barras, além das dobras nas barras, exigidas em projeto.

O concreto apresenta considerável resistência à compressão, já que pode atingir valores superiores a 100 MPa nos concretos especiais. Porém, sua resistência à tração é muito inferior, sendo praticamente desprezada em alguns projetos. Por outro lado, o aço possui elevada resistência tanto à tração como à compressão, o que viabiliza o emprego dos dois materiais em conjunto, na medida em que ele supre essa deficiência do concreto.

Um exemplo desse trabalho em conjunto ocorre em uma viga submetida à flexão, que tende a sofrer tensões de compressão em sua porção superior e tensões de tração na parte inferior da seção transversal. Nesse caso, o aço é importante principalmente na parte inferior, sujeita a tensões de tração, às quais o concreto, por si só, não seria capaz de suportar, conforme mostra a Figura 3.9.

Figura 3.9 | Viga de concreto a) sem armação b) com armação.

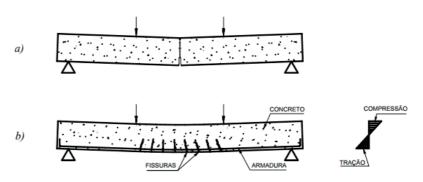


Figura 12 - Viga de concreto simples (a) e armado (b) (PFEIL, 1989).

Fonte: Pfeil (1989 apud BASTOS, 2006, p. 8).

De posse do projeto estrutural em obra, os carpinteiros montam as formas de madeira, que também podem ser metálicas, plásticas, etc. Segundo SH Formas (2008), as formas são estruturas provisórias que servem para garantir a forma da peça, conforme idealizada, depois de seca. Para montar as formas de madeira, geralmente são empregadas chapas de compensado ou tábuas.

Com a montagem das formas, posicionam-se as armaduras amarradas com arames e apoiadas em espaçadores, que garantem seu recobrimento mínimo por concreto para que o aço não fique exposto ao ambiente depois da concretagem. Com a finalização da armação, o concreto deve ser lançado nas formas e vibrado para garantir o total envolvimento das barras de aço.

Em formas de pilares, uma solução para a vibração do concreto da base, que pode não ser alcançado pelo mangote de vibração, é a execução de "janelas" na forma, posicionadas próximas à base, ou em altura intermediária. Com esse recurso, é possível alcançar o concreto que fica no fundo, para que este seja corretamente adensado.



Na prática das obras, é usual o emprego de sistemas mistos de forma em madeira e travados com peças metálicas, conforme mostra a Figura 3.10.

Figura 3.10 | Tirantes, gravatas e escoras metálicas em forma de madeira de pilar



Fonte: Pacheco (2013, p. 71).

Pesquise mais sobre o emprego de sistemas de formas metálicas, suas vantagens e desvantagens. Adicionalmente, busque também referências de outros materiais que podem ser empregados como formas para a moldagem de concreto. Seguem dois textos que poderão lhe auxiliar:

• SILVA, Fernando Benigno da. **Sistema de fôrmas plásticas para paredes de concreto.** Téchne, [s.l.], n. 165, dez. 2010. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/165/artigo287803-1. aspx>. Acesso em: 19 nov. 2017.

 CIBRAMENTO, Portal do. Como comprar e utilizar Fôrmas Metálicas. 2013. Disponível em: http://www.metalica.com.br/pg_dinamica.php?id_pag=1362>. Acesso em: 06 fev. 2018.



Na execução de estruturas de concreto armado, algumas etapas são muito importantes para o planejamento do gestor da obra. Essas etapas são a montagem das formas e armações, posicionamento da armação no interior das formas e o lançamento do concreto. Os vídeos a seguir mostram algumas das etapas para a confecção de uma peça em concreto armado:

- YGOR DIAS. Armações de vigas. 23 maio 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=kUl8hirxXaU. Acesso em: 22 nov 2016
- DILNEI OLIVEIRA. **Super dicas montagem de uma viga armada**. 21 set. 2011. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=emCzGcAnxas. Acesso em: 22 nov. 2016.
- TUDO SKET. Sistema planejado de formas. 20 set. 2012. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=V6W_ZzBFCzo. Acesso em: 22 nov. 2016.
- ENGTUDO Eng. David. **CONCRETAGEM (Como é produzido o concreto)**. 14 abril 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ny5Pi7mOEzg>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- ENGTUDO Eng. David. **Ensaios para concreto**. 24 mar. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=vnIU8drWvMI. Acesso em: 22 nov. 2016.

Têm-se optado nas obras por utilizar concreto comprado de usinas especializadas em produzir esse material, segundo as especificações de cada projeto. Com isso, economiza-se tempo e garante-se a qualidade do material empregado.

Assim que o concreto chega à obra, no dia da concretagem, o responsável pelo recebimento confere a nota fiscal que acompanha o caminhão-betoneira para verificar o tipo de concreto (se bombeável ou

não, por exemplo), a resistência, *slump*, brita empregada, adições, etc. Caso as informações relatadas estejam corretas, procede-se ao teste de abatimento do tronco de cone (*slump test*), realizado conforme a norma ABNT NBR 12655/2006. Esse ensaio mede a fluidez do material em mm (ou cm). Enquanto isso, são moldados corpos-de-prova cilíndricos como amostras para avaliação posterior da sua resistência à compressão axial.

Caso o concreto possa ser aceito, ele é lançado na forma e passa pelo processo de cura, enquanto atinge a resistência esperada em projeto. Enquanto se espera o ganho de resistência das peças para iniciar a retirada das formas e escoramentos, são realizados ensaios de compressão axial para medir o a resistência das amostras. Esse ensaio de compressão visa levantar a curva de crescimento da resistência à compressão do concreto em função de sua idade, por isso, adota-se diferentes datas de rompimento para um mesmo lote. Essas datas de ensaio podem ser, por exemplo, 7, 14 e 28 dias, e a retirada dos escoramentos está condicionada à evolução da curva de resistência, podendo ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que atuarem sobre ele, não conduzindo a deformações inaceitáveis. No projeto estrutural, deve constar esses valores mínimos de resistência à compressão para movimentação das escoras (ABNT, 2004).

Além do concreto convencional, é possível executar uma edificação, inclusive prédios, em alvenaria estrutural, uma metodologia que emprega blocos de concreto ou cerâmicos com resistência superior à dos blocos de vedação. As paredes podem receber armação, ou não, dependendo do porte da construção. Outra característica das edificações é que não seus usuários não podem realizar cortes nas paredes, mudar o layout dos ambientes, nem fazer quaisquer outras alterações nas vedações, pois as paredes possuem função dupla: vedação e estruturação da edificação. Nessas construções, é comum que se afixem nas áreas comuns placas indicando de que a edificação é de alvenaria autoportante, com os avisos de que não se deve retirar paredes.

Há diversos outros sistemas construtivos com função de superestrutura, além do concreto armado moldado in loco: alvenaria estrutural, concreto pré-moldado, concreto protendido, construções em aço, madeira, etc.

Souza et al. (2008) argumentam que o aço é bastante empregado na Construção Civil devido às suas boas características estruturais: elevada resistência à tração, plasticidade, dureza, ductibilidade, etc. No emprego em conjunto com o concreto, aparece nas estruturas de concreto convencional, pré-moldadas e protendidas.

Nas construções feitas em concreto pré-moldado, as peças são armadas e moldadas separadamente e adquirem resistência antes de receberem o carregamento da edificação. Quando prontas para uso, elas são montadas no canteiro por meio de gruas, guindastes, etc.

Um outro sistema que envolve o aço e o concreto, bastante empregado para vencer grandes vãos, é o concreto protendido. Nesse sistema, segundo Veríssimo e César Junior (1998), são introduzidos esforços prévios na peça de concreto armado por meio de cabos de aço específicos para esse fim. Com essa técnica, o concreto tende a fissurar menos (o que aumenta a sua durabilidade), é possível também vencer vãos maiores, obter seções mais esbeltas, com maior resistência à fadiga, etc. Devido a essas vantagens, a protensão é bastante empregada na confecção de peças de concreto pré-moldado, em tirantes para contenção de terra, em lajes e vigas moldadas *in loco*, quando se deseja vencer vãos maiores e em estruturas cilíndricas, como silos e reservatórios.

Como desvantagens dessa modalidade, podemos citar o valor mais elevado desse sistema e a exigência de profissionais mais especializados.

Além do seu emprego em conjunto com o concreto, é bastante usual na Engenharia o uso de estruturas metálicas formadas por perfis e chapas de aço conectados por meio de solda, parafusos ou outra técnica. Esse sistema é bastante industrial e possibilita, assim como os pré-moldados, a montagem das peças no canteiro, por meio de guindastes. Por outro lado, tais construções demandam um planejamento bem ajustado do cronograma, pois são viáveis economicamente quando não há atrasos e o menor prazo e a diminuição de funcionários compensa os maiores gastos com materiais e equipamentos.

Existem outras alternativas estruturais para as edificações, tais como alvenaria estrutural, madeira, laje alveolar, etc. Além de conhecer os sistemas disponíveis, é importante que os profissionais envolvidos na concepção e gestão da execução conheçam os requisitos de qualidade e desempenho estrutural. Com essa abordagem, em 2013, foi editada a norma ABNT NBR 15575, abordada nas seções anteriores,

sobre a qual apresentaremos brevemente os requisitos relativos ao tema dessa seção.

A norma explicita as condições mínimas de desempenho relativas à resistência do sistema estrutural, aos deslocamentos e fissuras permitidos, à resistência contra impactos e às exigências quanto aos guarda-corpos e parapeitos e as sobrecargas em tubulações. Todas as demandas estão de acordo com as normas anteriores e relativas às disciplinas específicas.

Além dos itens apontados anteriormente, as estruturas devem ser capazes de dificultar o princípio e a propagação de incêndios. Por exemplo, as paredes estruturais de habitações com até 5 pavimentos devem apresentar resistência de 30 minutos contra o fogo, possibilitando a fuga dos usuários. Já os entrepisos e suas estruturas, no caso de edificações para múltiplas famílias, com altura entre 12 e 23 metros, devem resistir durante, pelo menos, 60 minutos.

No item durabilidade, a norma trata da vida útil de projeto (VUP) que, no caso das estruturas, deve ser, pelo menos 50 anos. Devese, ainda, garantir resistência mínima contra agentes químicos e resistência ao desgaste por abrasão. Toda as novas edificações devem ser acompanhadas de Manual de Uso e Operação, a fim de que o usuário seja orientado acerca da manutenção dos sistemas para que se garantam os requisitos exigidos.

Sem medo de errar

A partir do exposto, podemos retomar as perguntas do início dessa seção.

A obra do nosso exemplo é estruturada em concreto armado e as paredes em alvenaria apresentam apenas a função de vedação, sendo assim, não se tratam de alvenarias autoportantes. A principal diferença, com isso, é que as paredes do exemplo poderão ser alteradas pelo usuário sem o risco de colapso da edificação.

Por outro lado, na construção de edificações em alvenaria estrutural, é possível adotar um sistema mais industrializado no andamento dos serviços, pois as etapas são moduladas e a passagem das tubulações das instalações (hidráulicas e elétricas) é feita previamente, sem a necessidade de quebradeiras nas paredes já prontas, o que é bastante comum no modelo convencional.

Já uma obra em concreto armado é estruturada por meio de lajes, pilares e vigas. As lajes recebem o seguinte carregamento distribuído pela sua área: peso próprio, revestimentos, mobiliário, pessoas, etc.; podem receber também cargas pontuais e lineares. As lajes transmitem suas cargas às vigas (usualmente chamamos essa transferência de descarregar), mas estas podem receber cargas de elementos isolados também, tais como guarda-corpos e paredes. Nas vigas, o carregamento é predominantemente linear. As vigas, por sua vez, descarregam nos pilares, que recebem as ações de maneira pontual. Com isso, ao longo de uma edificação, tal como um prédio, as cargas caminham das lajes para as vigas, e dessas, para os pilares, até chegar ao subsolo, onde os pilares transmitem aos elementos de fundação.

Durante a execução do nosso edifício, sempre que o concreto chega na obra, é imprescindível avaliar se, no estado fresco, ele atende aos requisitos de trabalhabilidade e fluidez para ser lançado. Além disso, deve-se conferir na nota fiscal que acompanha o caminhão betoneira se a resistência, o *slump* (abatimento) e sua composição estão de acordo com o que foi comprado.

Para verificação do *slump*, realiza-se, antes de seu lançamento, o teste de abatimento do tronco de cone, chamado *slump test*. Caso ele apresente a fluidez desejada, pode ser lançado, já que nesse momento não é possível conferir sua resistência.

Enquanto isso, são moldados corpos-de-prova cilíndricos que serão enviados ao laboratório de controle tecnológico contratado pela obra. No laboratório, o número de cp's moldados é mergulhado na água até o dia do ensaio e, em seguida, são separados em grupos em função da data que serão rompidos. Aos 7 dias, realiza-se o ensaio de compressão axial, mostrado na Figura 3.11, em parte das amostras; depois aos 14 dias e, finalmente, aos 28 dias. A resistência especificada em projeto tem que ser alcançada nesses períodos, pois a desforma das estruturas depende da evolução dessa resistência, já que somente a partir do ganho de resistência as estruturas estarão aptas a se sustentarem sem as formas e escoramentos.

Figura 3.11 | Ensaio de compressão axial em corpo-de-prova de concreto



Fonte: acervo pessoal da autora.

Nós citamos outros sistemas construtivos com função de superestrutura, além do concreto armado moldado *in loco*: alvenaria estrutural, concreto pré-moldado, concreto protendido, construções em aço, madeira, etc.

No concreto pré-moldado, as peças são armadas e moldadas antes de serem montadas no canteiro por meio de gruas, guindastes, etc.

No concreto protendido são introduzidos esforços prévios na peça por meio de cabos de aço. O objetivo é diminuir as fissuras, vencer maiores vãos, obter seções mais esbeltas, com maior resistência à fadiga, etc.

As estruturas metálicas são formadas por perfis e chapas de aço, conectados por meio de solda, parafusos ou outra técnica. Esse sistema industrial possibilita a montagem das peças no canteiro, por meio de guindastes.

Existem outras alternativas estruturais para as edificações, tais como, alvenaria estrutural, madeira, laje alveolar, etc.

A norma de desempenho explicita as condições mínimas relativas à resistência do sistema estrutural, aos deslocamentos e fissuras permitidos, à resistência contra impactos e às exigências quanto aos guarda-corpos e parapeitos e as sobrecargas em tubulações. Além disso, as estruturas devem apresentar resistência contra incêndios. A

norma explicita também que a vida útil de projeto (VUP) das estruturas deve ser de, pelo menos, 50 anos.

Avançando na prática

Como é feito o slump test

Descrição da situação-problema

O estagiário da obra na qual você é gestor está bastante empolgado, pois logo acontecerá a primeira concretagem e ele terá a oportunidade de acompanhar esse serviço de perto. Dias antes, ele lhe procurou para entender melhor como é feito o teste de abatimento de tronco de cone, o slump test. Suas principais dúvidas eram: como é possível mensurar o abatimento por meio desse ensaio e qual a principal informação que ele fornece?

Resolução da situação-problema

Você lhe mostrou a norma ABNT NBR 12655/2006, que apresenta os critérios para recebimento do concreto usinado na obra. Você lhe explicou que, logo que o concreto chega à obra, depois de conferida a nota, o responsável pelo controle tecnológico deve realizar o teste da seguinte maneira: o responsável se posiciona com os pés sobre as alças do cone de tronco metálico (Figura 3.12), preenche a terça parte do volume com concreto e golpeia o interior 25 vezes com a haste metálica. Em seguida procede da mesma maneira nas duas outras camadas. Rapidamente, ele deve puxar o tronco de cone de maneira para que o volume de concreto possa assentar e abaixar. Ele deve posicionar o tronco de cone ao lado da massa de concreto e comparar a variação de altura por meio de trena metálica. Essa medida corresponde ao slump, dado normalmente em cm ou mm.





Fonte: acervo pessoal da autora

Faça valer a pena

1. Os procedimentos para recebimento do concreto em obra e medição de sua resistência à compressão incluem a realização do *slump test*, moldagem do corpos-de-prova e ensaio destes na prensa à compressão axial. Tanto o preenchimento do tronco de cone para o teste de abatimento como a moldagem dos cp's para o ensaio de compressão, são normatizados e envolvem o adensamento das camadas de concreto por meio de golpes com a haste metálica.

Considerando o ensaio de tronco de cone e a moldagem dos cp's de concreto, julgue a alternativa correta quanto aos procedimentos para a realização de ambos.

- a) No preenchimento do tronco de cone, são golpeadas as duas primeiras camadas, 12 vezes, cada uma, e a última, recebe 25 golpes. Na moldagem dos cp's, são 25 golpes em camada única.
- b) A moldagem dos cp's é semelhante ao enchimento do tronco de cone: ambos são realizados em três camadas, com 25 golpes em cada uma.
- c) No slump test, o tronco de cone é preenchido com três camadas de concreto, golpeadas 25 vezes cada uma, cuidando-se para que os golpes da camada superior penetrem também nas camadas anteriores. Já na moldagem dos cp's não há preocupação com a divisão em camadas, nem com o número de golpes.
- d) No enchimento dos cp's, os moldes metálicos são preenchidos de concreto em duas camadas, golpeadas 25 vezes cada uma. Já no slump test, são três camadas golpeadas 12 vezes cada uma.
- e) No enchimento dos cp's, os moldes metálicos são preenchidos de concreto em duas camadas, golpeadas 12 vezes cada uma. Já no slump test, são três camadas golpeadas 25 vezes cada uma.
- **2.** O concreto é uma mistura de aglomerante, água e agregados. Podem compor a mistura também adições, que melhoraram as propriedades do produto final, e aditivos, substâncias que são misturadas ao concreto para modificar a trabalhabilidade, a fluidez, a pega, etc.

Sobre esse assunto, são feitas as seguintes afirmativas:

- I-O aglomerante do concreto normalmente é o cimento e os agregados dividem-se entre os miúdos e os graúdos. Os agregados miúdos são as areias e os graúdos, as britas.
- II As adições podem ser incorporadas ao cimento ou ao concreto, substituindo parte do cimento. Elas têm o objetivo de melhorar as propriedades do concreto, como diminuir o grau de porosidade, aumentar o desempenho frente a ataques guímicos, etc.
- III Os aditivos químicos sempre são incorporados ao cimento, durante a moagem do clínguer. Eles alteram as propriedades do concreto, melhorando

a fluidez, retardando a pega, etc.

Julgue as afirmativas anteriores e marque, dentre as opções a seguir, a correta.

- a) Apenas a afirmativa I está correta.
- b) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- c) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- d) Apenas a afirmativa II está correta.
- e) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- **3.** Sobre alguns sistemas estruturais, são feitas as seguintes afirmações. Algumas dessas afirmativas são verdadeiras, outras são falsas.
- () O emprego conjunto do aço e do concreto se deve à ancoragem do primeiro no segundo, potencializada pelas nervuras nas barras de aço;
- () As formas de madeira garantem o espaçamento necessário entre o aço e o ambiente para evitar a corrosão da parte metálica do concreto armado;
- () A grande desvantagem ao se comprar um apartamento em prédio construído em alvenarias estruturais é que, em caso de reforma, apenas algumas paredes podem ser derrubadas sem consulta à construtora e ao projetista.
- () Caso o Engenheiro calculista se encontre em um impasse para vencer um vão em concreto, mas não possa aumentar a seção das vigas, ele pode verificar a possibilidade de utilização do concreto protendido.

Julgue as afirmativas anteriores como verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, marque a alternativa correta.

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

Seção 3.3

Elementos de vedação

Diálogo aberto

Avançamos para o fim da terceira unidade. Com essa seção, finalizamos a unidade 3, que explorou três etapas muito importantes em uma obra, devido à complexidade, responsabilidade envolvida e maior dificuldade de se corrigirem erros. São elas: fundação, estruturas e vedação.

Nesta última seção, abordaremos alguns dos sistemas de vedação para as construções, seus critérios para início das atividades, sua execução e as patologias associadas a eles. Você poderá, nesse momento, conhecer alguns sistemas disponíveis, suas metodologias, os requisitos para escolha, as formas de conferência dos serviços em campo e as principais patologias.

Considerando o exemplo da nossa obra, finalizada a estrutura, você, que é o gestor em campo, organiza com a equipe os fechamentos e vedações das paredes do prédio. A solução mais comum adotada nas obras residenciais é a alvenaria em tijolo cerâmico. Sendo assim, esse foi o tipo de elemento de vedação especificado para o prédio que abordamos.

Você se lembra do prédio vizinho que comentamos na seção anterior? Ele é construído em alvenaria estrutural, pois os blocos de concreto servem tanto como elemento estrutural como de vedação.

Nas estruturas cujos elementos de vedação não têm função estrutural, é possível alterar a disposição de paredes ou realizar cortes para passagem das tubulações sem prejuízo da edificação. Você conhece outros elementos de vedação que permitem essa variação interna nos cômodos dos apartamentos?

Na execução das alvenarias com tijolos cerâmicos, as etapas construtivas devem ser respeitadas, a fim de se evitar patologias. A ligação da alvenaria às vigas de concreto é feita por meio do encunhamento. Você saberia dizer qual prazo deve ser observado entre a finalização da alvenaria e o início do encunhamento nesse prédio? Quais tipos de encunhamento podem ser adotados? Quais

patologias podem ocorrer quando o prazo para início das paredes não é respeitado? Quais problemas podem acontecer quando a ordem correta de execução do encunhamento não é levada em conta? E quais outras patologias são comuns em alvenaria de vedação e outros sistemas desse tipo?

A partir desse conhecimento, ao fim dessa unidade, pesquise alguns projetos de fundação, prestando atenção nos detalhes construtivos, na disposição das armaduras de aço, na profundidade de escavação adotada e no desenho em planta dos elementos abordados. Depois disso, faça uma pesquisa também de um projeto estrutural em concreto armado. Como os elementos que suportam as cargas são representados? Há dois projetos envolvidos em uma estrutura de concreto, quais são eles? Por fim, busque referências de projetos de alvenaria, *drywall* ou outro tipo de fechamento para as paredes e procure entender como os elementos são apresentados.

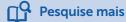
A seguir, exploraremos essas questões e você, então, será capaz de respondê-las.

Bons estudos!

Não pode faltar

Existem diversos sistemas de vedação para as edificações, tais como alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, *drywall*, placas cimentícias pré-moldadas, etc. Chama-se de parede de vedação aquele que não possui função estrutural, servindo apenas para separar ambientes e realizar o fechamento nas aberturas da fachada. Apesar disso, as paredes devem ser capazes de sustentar a si e aos seus revestimentos sem apresentarem patologias. Através delas passam algumas das tubulações das instalações elétricas, hidrossanitárias, lógica, TV, etc.

Para a execução da alvenaria de tijolos, existem no mercado diferentes modelos e tamanhos de blocos, que podem ser cerâmicos, de concreto, de vidro, concreto celular, etc.



Pesquise os tipos de blocos disponíveis no mercado, suas diferentes funções, vantagens e indicação de utilização. Busque manuais de fornecedores, eles são muito úteis. Seguem alguns links que poderão lhe auxiliar:

- DG, Fernanda. Tipos de tijolos. Disponível em: http://dicasdearquitetura.com.br/tipos-de-tijolos/>. Acesso em 28 de nov. 2017.
- PRODUÇÃO, Eco. Tijolo Ecológico | Modular. Disponível em: http://www.ecoproducao.com.br/downloads/cartilha-eco-producao.pdf>.
 Acesso em: 07 fev. 2018. Acesso em 28 de nov. 2017

A norma relativa aos procedimentos de execução de alvenaria sem função estrutural é a ABNT NBR 8545/1984, que apresenta os tipos de juntas que podem ser adotadas, o procedimento de execução, o modo de ligação da parede aos pilares, e considerações acerca dos vãos para portas e janelas (esquadrias).

Nakamura (2008) apresenta o procedimento de construção das alvenarias com blocos cerâmicos. Segundo a autora, somente após 45 dias da concretagem da laje pode ser iniciada a construção das paredes, para evitar deformações na estrutura de concreto. As peças estruturais às quais a alvenaria se liga devem ser jateadas com água para retirar qualquer resíduo de poeira e de desmoldante. O desmoldante é um material aplicado nas formas para que as peças de madeira possam ser retiradas mais facilmente das faces das lajes, pilares e vigas depois que o concreto alcança resistência suficiente para se sustentar sozinho.

Três dias antes da execução da primeira fiada, os elementos estruturais devem ser chapiscados para garantir sua melhor ancoragem com os tijolos. O chapisco é uma mistura de cimento e areia, com ou sem aditivos impermeabilizantes; pode ser comprado já em uma mistura pronta que apenas demanda adição de água.

A laje deve ser conferida quanto ao seu nivelamento, e isso vale, também, para as vigas superiores às paredes.



Reflita

Você se lembra que destacamos, na seção anterior, a importância do nivelamento das estruturas? Percebe como erros na etapa de estruturas podem impactar a execução das paredes de uma edificação?

O alinhamento das paredes é definido por linhas que delimitam suas faces externas. Umedece-se a laje dentro desse limite e aplicase a argamassa de assentamento. Os tijolos também devem ser umedecidos. A Figura 3.13 mostra o que foi descrito.

Figura 3.13 | Alinhamento da alvenaria e início da primeira fiada.





Fonte: Nakamura (2008, p. 226 e 227).

A Figura 3.13 mostra o início da primeira camada de tijolos, que é chamada de primeira fiada. Ela deve ser iniciada pelas extremidades, seguida do preenchimento do vão interno, conferindo-se sempre o alinhamento. Depois dela, elevam-se as demais fiadas, preenchendo-se as juntas verticais e horizontais dos blocos.

Os blocos são afixados por meio da argamassa de assentamento, industrializada ou preparada na obra pela mistura de cimento, cal e areia. O gestor da obra deve garantir a obediência ao traço e à quantidade de água, caso não opte pela mistura pré-pronta. Por outro lado, caso escolha a argamassa industrializada, sua preocupação é a quantidade de água de emassamento, já que o pedreiro deve obedecer às especificações da embalagem do produto.



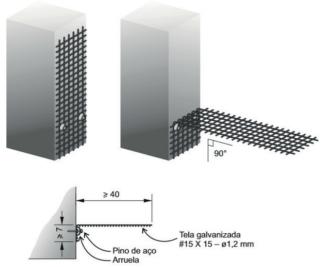
Exemplificando

O traço de uma argamassa ou do concreto é o correto proporcionamento entre os ingredientes. Nas argamassas, os ingredientes são cimento, areia, cal, aditivos e água; já no concreto, cimento, areia, brita, aditivos e água. O Guia das Argamassas nas Construções (GUIMARÃES; GOMES; SEABRA, 2004) apresenta alguns exemplos de traços típicos para as argamassas (cimento:cal:areia):

- Chapisco paredes internas: 1:0:3;
- Emboço de teto: 1:2:8;
- Reboco de parede externa acima do solo em prédio: 1:1:6;
- Argamassa de assentamento de paredes internas: 1:2:9.

A cada duas fiadas, os blocos dos cantos, em contato com os pilares, devem ser ligados a tais pilares por meio de telas de aço fixadas no concreto com pinos metálicos. Uma parte da tela se fixa verticalmente no concreto e outra parte horizontalmente, na superfície do bloco. Essa ligação é detalhada na Figura 3.14.

Figura 3.14 | Ligação entre alvenaria e pilar por tela de aço.



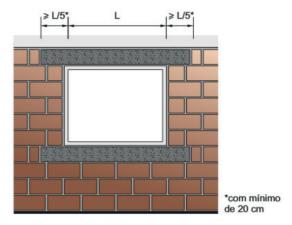
Fonte: Thomaz et. al. (2009, p. 28).

A ausência dessa ligação com o pilar pode deixar a alvenaria solta e comprometer a sua estabilidade, além de gerar trincas no revestimento.

A cada duas ou três fiadas, deve-se conferir o prumo e o nível da parede, por meio, respectivamente, do prumo de face e do nível de bolha. Caso o nivelamento fique errado, a parede ficará desigual, torta, o que também compromete a sua estabilidade. O desaprumo pode causar desconforto ao usuário, além de comprometer a estabilidade da alvenaria e de poder dificultar a instalação de portas e janelas.

Nos vãos das portas e janelas, devem ser previstas e instaladas vergas e contravergas, como ilustrado na Figura 3.15. Esse recurso tem a função de absorver tensões dos contornos das esquadrias e evitar trincas nas quinas, uma patologia bastante comum nas edificações.

Figura 3.15 | Vergas e contravergas.



Fonte: Thomaz et. al. (2009, p. 34).

A Figura 3.16 mostra uma parede que apresenta trinca abaixo da janela, possivelmente causada pela ausência de verga e contraverga. Além disso, é possível verificar outras patologias aparentes no revestimento, que podem ser causadas por umidade, má qualidade da tinta, etc.

Figura 3.16 - Trinca em parede



Fonte: Ricardo Junior (2015, p. 1).

A última fiada não pode tocar o teto ou a viga superior até que se concluam as alvenarias de todos os pavimentos. Após 7 dias da conclusão da última parede do último pavimento, ligam-se as alvenarias à parte superior da estrutura por meio do encunhamento.

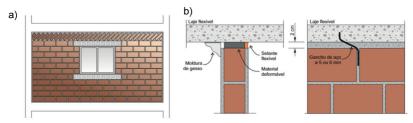
Esse cuidado garante que a estrutura de concreto se deforme de forma segura com o novo peso adicionado a ela: as alvenarias. Caso

as alvenarias sejam encunhadas antes da completa deformação da estrutura, certamente trincarão, já que não possuem resistência suficiente para receber esse carregamento.

O encunhamento, ou aperto, pode ser realizado de diferentes maneiras. Duas metodologias comumente empregadas em obra são:

- Preenchimento com tijolos de barro inclinados, conforme mostra a Figura 3.17;
- Preenchimento com argamassa expansiva ou outro material deformável, conforme indicação do projetista das alvenarias. A Figura 3.17 mostra essa situação.

Figura 3.17 | Dois tipos de encunhamento: a) tijolinho inclinado; b) material flexível.



Fonte: Thomaz et. al. (2009, p. 31 e 32).

Valle (2013) cita outras patologias que podem acometer as alvenarias: trincas devido a recalques de fundação, sobrecargas, variações térmicas, terremotos e impactos diversos, manchas causadas pelo excesso de umidade, alterações químicas, etc.

Caso a alvenaria de vedação seja executada com blocos de concreto, o procedimento será o mesmo (FIGUEROLA, 2005). Esse material apresenta menor conforto térmico que o cerâmico, porém é mais resistente e a perda por quebra é inferior. Nas alvenarias em ambientes externos, é mais comum que se utilize ele, assim como em fechamentos entre contenções de terra.

Segundo Thomaz et. al. (2009), um projeto de alvenaria deve contemplar, em planta, a 1ª e a 2ª fiada, indicar os vãos das esquadrias e a passagem das instalações. As vistas devem mostrar a paginação das alvenarias e as espessuras das juntas. Devem ser previstas as interferências dos outros projetos (estrutural, instalações, impermeabilização, etc.). É necessário que todos os detalhes construtivos sejam apresentados, tais como as ligações com os pilares, encontros entre paredes, encunhamento, vergas, contravergas, etc.

Pesquise mais

Os gestores de obra devem sempre ficar atentos aos requisitos de segurança e saúde dos funcionários. Segundo a NR 18, em edificações com quatro pavimentos ou mais, é obrigatória a instalação das bandejas em todo o perímetro da construção. Elas têm a função de limitar a queda de materiais e ferramentas no canteiro de obras. Leia o texto a seguir que complementa essas informações.

 ANDMAX. Andaime de proteção apara-lixo. Disponível em: http://andmax.com.br/wp-content/uploads/2015/04/aparalixo.pdf>. Acesso em 16 de dez. 2017.

Uma outra metodologia para fechamentos internos é o sistema drywall: paredes em gesso acartonado, estruturadas por guias metálicas e fixadas por meio de parafusos. Trata-se de um tipo de serviço que causa menos sujeira na obra e possui característica mais industrial, pois os funcionários praticamente apenas montam as peças no local. A descrição a seguir se baseia no texto de Figuerola (2005).

O serviço se inicia com a marcação, no piso e no teto, dos pontos de referência para fixação dos perfis metálicos com parafusos. Nesse momento, é aconselhável a utilização de nível laser para garantir o alinhamento entre teto e piso.

Para garantir a estabilidade vertical, são afixados montantes na altura do pé direito, igualmente espaçados ao longo dos perfis metálicos do piso e do teto. Essa estrutura recebe as placas de gesso em duas camadas verticais, uma em cada face da parede.

Com isso, inicia-se a colocação das placas de gesso nos montantes, com parafusos, em um lado da espessura. Em seguida, são parafusadas as cantoneiras de reforço na extremidade horizontal de cada placa de gesso. Nesse momento, já podem ser feitos os recortes para as caixas de luz e a passagem das tubulações elétrica, hidráulica, etc., bem como os reforços necessários. Somente após isso, pode-se fechar a parede com as placas na outra face, conforme detalhado na Figura 3.18.

Figura 3.18 | Fechamento da segunda face da parede de drywall.



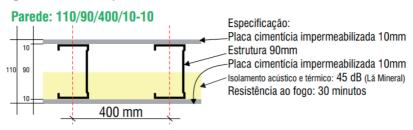
Fonte: Figuerola (2005, p. 20)

A vantagem desse sistema é que, com o fechamento das placas, já se pode iniciar o seu revestimento, com massa corrida e pintura. Já nas alvenarias convencionais, isso não é possível, pois há a necessidade de aguardar os prazos para secagem da argamassa, finalização da alvenaria de todos os pavimentos, encunhamento, etc. Além disso, o revestimento das alvenarias envolve diversas etapas, tais como chapisco, reboco, emassamento e pintura, e cada etapa demanda tempo de secagem das argamassas.

As patologias em *drywall* podem se relacionar à instalação incorreta, tais como desalinho, mal encaixe, revestimento mal feito, etc. As placas standard (ST) não são adequadas a ambientes molhados, pois mancham e se deterioram com o tempo. Para emprego em áreas molhadas, tais como banheiros, devem ser escolhidas chapas especiais, do tipo resistente à umidade (RU). Caso se necessite dificultar o início e propagação de incêndios, a placa adequada é a resistente à fogo (RF).

Um método semelhante ao *drywall* é o Steel Frame, também estruturado em peças metálicas, mas fechado com placas cimentícias. O esquema da Figura 3.19 mostra como o sistema se estrutura.

Figura 3.19 | Estruturação Steel Frame.



Fonte: Decorlit (2015, p. 7).

Sobre as placas cimentícias, assim como sobre o *drywall*, podem ser assentadas cerâmicas, papel de parede, texturas, etc. A vantagem das placas cimentícias, em relação ao *drywall*, é que podem ser instaladas em áreas externas. Porém, para uso externo, deve-se atentar quanto ao correto preenchimento das juntas entre as placas cimentícias, de maneira a impedir a passagem da água. Já o gesso não pode ficar em áreas sujeitas a intempéries.



A escolha de um sistema de vedação nas edificações leva em conta diversos fatores, todos avaliados por um profissional da área.

Para a execução das paredes internas de uma edificação, são opções financeiramente viáveis os blocos cerâmicos e o *drywall*. Este último é um sistema que conserva a obra mais limpa, permite uma execução mais rápida, possibilita o revestimento em menor tempo e a passagem da tubulação das instalações é mais simples. Contudo, para áreas molhadas, exige placas de gesso especiais, apresenta menor resistência para fixação de itens na parede e seu isolamento acústico é inferior.

Para as paredes de fachada, pode-se optar entre as placas cimentícias ou as alvenarias, tanto a cerâmica como a de blocos de concreto. Os blocos de concreto apresentam a vantagem da resistência elevada, porém seu preço é mais alto que os cerâmicos. Eles se tornam mais atraentes para uso em paredes de vedação nas contenções.

A metodologia *Steel Frame* mantém a obra mais limpa e organizada, porém exige mão-de-obra mais qualificada.

Sem medo de errar

Nesta seção, tratamos dos sistemas de vedação para as construções, critérios para início das atividades, execução e patologias associadas a eles. No nosso exemplo, as paredes do prédio serão em alvenaria, em tijolo cerâmico. A vantagem desse sistema é que permite variação interna dos fechamentos sem comprometer a sustentação da estrutura da edificação. Podem ser acrescentados pontos hidráulicos e de energia elétrica cortando a parede para passagem da tubulação. Além disso, é um bom isolante térmico e acústico.

Por outro lado, nas edificações em alvenaria estrutural, as paredes apresentam dupla função: vedação e sustentação. Por isso, não podem ser alteradas ou cortadas, dificultando as reformas e acréscimos de pontos de instalação.

Outros sistemas que garantem maior flexibilidade ao layout interno da construção são o drywall e o steel frame. Ambos são estruturados por peças metálicas, mas no drywall o fechamento é feito com placas de gesso, e no steel frame uma opção são as placas cimentícias. Nos EUA, é comum também o sistema wood frame cuja estruturação e vedação se dá por meio de peças e chapas de madeira industrializada.

Na execução das alvenarias com tijolos cerâmicos, as etapas construtivas devem ser respeitadas, a fim de se evitar patologias. A ligação da alvenaria às vigas de concreto é feita por meio do encunhamento, que deve ser iniciado, nos edifícios, 7 dias após a conclusão da última parede, no andar mais superior. O desrespeito a esses prazos pode ocasionar fissuras nos tijolos devido à sobrecarga da estrutura ao se deformar.

O aperto começa das paredes dos pavimentos superiores em direção aos inferiores. Duas metodologias comuns de aperto das alvenarias nas vigas e lajes são:

- Tijolo inclinado;
- Argamassa expansiva.

Com esse conhecimento, você, que é o gestor da obra, já explicou aos pedreiros para respeitarem os prazos para início da construção das paredes. É importante que toda a estrutura esteja concluída, que o concreto já possua resistência suficiente e que suas deformações sejam mínimas. Somente com essas condições atendidas, você permite que se iniciem as alvenarias, caso contrário, a deformação das vigas induziria trincas nas paredes.

O mestre de obra já está ciente dessas condições e, nos vãos das janelas e portas, orientou os pedreiros a instalarem vergas e contravergas para evitar fissuras nos contornos das esquadrias.

A partir de todo o conhecimento apresentado ao longo dessa unidade, você teve a oportunidade de conhecer alguns sistemas construtivos aplicáveis às fundações, estruturas e vedação das edificações.

Nos projetos estruturais, os elementos mais comuns que suportam as cargas são as lajes, pilares e vigas. No caso do concreto armado, o projetista precisa representar em uma planta os detalhes referentes às formas desses elementos e, em outra, as barras de aço e sua disposição. Dessa maneira, o projeto estrutural completo contempla as pranchas de forma e as pranchas de armação.

Caso o projetista opte por uma estrutura em perfis metálicos, não há pranchas de formas, porém deve-se dar maior atenção à ligação entre os perfis. Nesse sistema, o projeto deve contemplar os detalhes das ligações entre pilares, lajes e vigas.

Avançando na prática

Sistema drywall

Descrição da situação-problema

Você foi contratado para gerenciar a reforma de um andar em prédio comercial destinado a um escritório de advocacia. O cliente deseja um cronograma mais rápido e o prédio oferece resistência a serviços de pedreiro que geram muitos ruídos e sujeira. O projeto da reforma contempla a divisão do andar em diversas salas, dois banheiros e uma cozinha para os funcionários. Você, então, sugeriu o drywall como uma alternativa mais rápida e limpa para a obra. O cliente lhe perguntou como esse sistema funciona e quais as especificidades para os diferentes tipos de ambientes do novo escritório. Na qualidade de profissional técnico contratado, como você explicaria ao seu cliente esse sistema? Essa solução funciona para cozinhas e banheiros?

Resolução da situação-problema

Você, então, explica ao contratante que o sistema *drywall* consiste em uma estruturação metálica forrada por placas de gesso cuja superfície permite o acabamento direto sem necessidade de reboco ou emboço, como é o caso das alvenarias.

Ele se interessa por esse aspecto e você aproveita para ressaltar a facilidade de executar a infraestrutura elétrica, hidráulica, de dados e de rede através da espessura das paredes, sem necessidade de quebradeiras.

Por fim, você informa ao seu cliente que há três opções de placas de gesso para o fechamento:

- ST: sigla para Standard, é a placa padrão, mais utilizada;
- RU: Resistente a Umidade, quando o local está sujeito a vapor de água e molhagem. Esse modelo é ideal para os banheiros;
 - RF: Resistente ao Fogo, dificulta a propagação de incêndios.

Para os ambientes com maior número de equipamentos eletrônicos, você sugeriu que se utilize as placas RF; nos banheiros, a RU; e nos demais, a ST.

Faça valer a pena

- **1.** Relacione as características apresentadas em I, II e III aos sistemas de vedação corretos disponíveis nos números 1, 2, 3 e 4:
- I Necessita de argamassa de assentamento, exige conferência do prumo por meio do prumo de face e apresenta maior resistência mecânica, comparada aos demais sistemas;
- II É estruturado com peças de madeira maciça e fechado com placas de madeira industrializada. Permite a passagem das tubulações das instalações.
 Por ser bastante empregado em locais frios, é comum o seu preenchimento com material isolante térmico;
- III É um sistema de construção a seco que pode ser emprega do lado de fora das edificações, mesmo estando sujeito às intempéries.
- 1 Wood frame:
- 2 Drywall;
- 3 Alvenaria com blocos de concreto;
- 4 Placas cimentícias.

Marque a alternativa que faz a correta correspondência entre os itens I, II e III e os números 1, 2, 3 e 4.

- a) |-1, ||-3, |||-2; d) ||-3, ||-1, |||-4; b) ||-4, ||-1, |||-3; e) ||-3, ||-1, |||-2.
- c) I-2, II-4, III-1;
- **2.** A Figura 3.20 mostra três situações em que as alvenarias foram acometidas pelo mesmo problema, que é uma patologia bastante comum nas residências.

Figura 3.20 | Patologia em alvenarias







Fonte: Mirando (2002, p. 13).

Marque a alternativa que contém a explicação correta para o problema mostrado na figura anterior.

- a) Sobrecarga estrutural;
- b) Ausência de armação nas alvenarias;
- c) Umidade ascendente do solo;
- d) Encunhamento realizado antes do prazo;
- e) Falta das vergas e contravergas.
- **3.** O sistema de vedação em drywall é bastante usado no país devido à sua versatilidade, limpeza da obra, rapidez de execução e facilidade de mudança no layout de uma área. Contudo, assim como os demais sistemas, demanda cuidados para se evitarem as patologias. Sobre esse sistema são feitas as seguintes afirmações:
- I Para evitar desaprumo e desnivelamento, é importante a marcação prévia dos pontos de referência no piso e no teto, bem como a utilização de nível laser para conferência do alinhamento entre piso e teto;
- II Um tipo de patologia que pode ocorrer é o enrugamento da superfície, ou trincamento do revestimento, em função do não preenchimento correto das juntas entre as placas;
- III Um tipo de placa a ser empregado em ambientes externos é a RF.

Analise as afirmativas anteriores e marque a alternativa correta.

- a) Apenas a afirmativa III está correta;
- b) Apenas a afirmativa I está correta;
- c) Apenas as afirmativas I e III estão corretas;
- d) Apenas as afirmativas II e III estão corretas;
- e) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.

Referências

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de Construção:** Normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório. São Paulo: PINI, 2012. 459 p.

ANDMAX. **Andaime de proteção apara-lixo**. Manual Técnico. Guarulhos: Andmax, 2011. Disponível em: http://andmax.com.br/wp-content/uploads/2015/04/aparalixo.pdf> Acesso em 16 de dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.861. Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

______. Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de

Janeiro: ABNT, 2004
NBR 15.575. Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
NBR 6122. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
NBR 6457. Amostras de solo — Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
NBR 6484. Solo – Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
NBR 7182. Solo - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
NBR 7190. Projeto de estruturas de madeira . Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
NBR 7480. Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
NBR 8036. Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.
NBR 8545. Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
NBR 8800. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios . Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
NBR 9603. Sondagem a trado – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. NBR 9820. Coleta de amostras indeformadas de solos de baixa consistência em furos de sondagem – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado.** Bauru: Unesp, 2006. 98 p. Notas de Aula da disciplina Estruturas de Concreto I. Disponível em: http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/ Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2017.

BLOG CONSTRUIR. **Sapatas**: O que são e qual suprirá cada necessidade? Disponível em: http://blog.construir.arq.br/fundacao_sapata/ Acesso em: 07 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18** – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: < http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construcao>. Acesso em: 16 de dez. 2017.

CAMPOS, Iberê M. **Tipos de solo e investigação do subsolo:** Entenda o ensaio a percussão e seu famoso índice SPT. 2012. Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=126>. Acesso em: 07 nov. 2017.

CONSTRUFACILRJ. **Tipos de fundações de edifícios.** 2014. Disponível em: https://construfacilrj.com.br/tipos-de-fundacoes-de-edificios/>. Acesso em: 09 nov. 2017.

DE ARAÚJO, José Milton. **Curso de concreto armado**. v. 1, 3. ed. Rio Grande: Dunas 2010

DECORLIT (São Paulo). **Ecoplac Cimentícia Decorlit:** Placa cimentícia prensada e impermeabilizada. 11. ed. Leme: Decorlit, 2015. 22 p. (Manual Técnico). Disponível em: http://www.madelgroup.com.br/UserFiles/files/Manual Técnico Placa Cimenticia (1).pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ESCOLA ENGENHARIA. **Tipos de fundações.** Disponível em: https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-fundacoes/>. Acesso em: 07 nov. 2017.

FIGUEROLA, Valentina. **Alvenaria de blocos de concreto. Equipe de Obra,** [s.l.], v. 03, p.29-35, out. 2005. Mensal. *In*: Construção Passo a Passo. Organização da Editora. São Paulo: PINI, 2009.

GERÊNCIA DE PROJETOS (Santa Catarina). Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Manual de execução de sondagens.** Florianópolis: Casan, 1997. 55 p. Disponível em: http://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/Documentos_Download/manual_sondagem.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2017.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos; GOMES, Rubens Donizeti; SEABRA, Mauro Adamo. **Guia das Argamassas nas Construções:** Construindo para

sempre com cal hidratada. 8. ed. São Paulo: ABPC, 2004. 42 p. Disponível em: https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/guia-das-argamassas-nas-construc3a7c3b5es-abpc-2007.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

MIRANDA, A. C. Paredes de Alvenaria Situação Actual e Novas Tecnologias. Porto: Actas, 2002.

NAKAMURA, Juliana. **Paredes de blocos cerâmicos. Equipe de Obra,** [s.l.], v. 18, p.225-230, jul. 2008. Bimestral. *In*: Construção Passo a Passo. Organização da Editora. São Paulo: PINI, 2009.

PACHECO, Paula Marie Siqueira. **Metodologia de cálculo para formas de madeira.** 2013. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

_____. Relação entre a resistência à tração e a resistência à compressão do concreto. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Engenharia de Estruturas, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

PACHECO, Paula Marie Siqueira; CARVALHO, Eliene Pires; SILVA, Mateus Justino da. Equações para a relação entre as resistências à tração e à compressão do concreto: Um estudo com materiais brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 57., 2015, Bonito. **Anais...** São Paulo: Ibracon, 2015. v. 1, p. 1 - 7. CD-ROM.

PEINADO, Hugo Sefrian. Preparo da cabeça de tubulões e de estacas de concreto para ligação com blocos de coroamento. **Téchne**, [s.l.], n. 17, p.1-2, fev. 2013. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/191/artigo285989-1.aspx>. Acesso em: 09 nov. 2017.

PINI (São Paulo). **Construção passo-a-passo. vol. 1.** São Paulo: Pini, 2009. 259 p.

RICARDO JUNIOR, Jorge Francisco. **Especialistas apontam como diminuir a ocorrência de trincas e fissuras em alvenarias.** 2015. Via: PINI. Imagem adaptada pelo autor. Disponível em: http://maisumaengenharia.blogspot.com/2015/08/especialistas-apontam-como-diminuir.html. Acesso em: 29 nov. 2017.

SANTA CATARINA. DEINFRA. Secretaria de Estado da Infraestrutura. **Instruções normativas para execução de sondagens:** Instrução normativa para execução de sondagem a trado. Florianópolis: [s.i.], 1994. 6 p. (04). Realização: Laboratório Central do Setor de Geologia. Disponível em: http://www.deinfra.sc.gov.br/jsp/relatorios_documentos/doc_tecnico/download/engenharia_rodoviaria/IN-04.pdf. Acesso em: 07 nov. 2017.

SH FORMAS (São Paulo). **Manual SH de formas para concreto e escoramentos metálicos.** São Paulo: PINI, 2008. 288 p.

SILVA, J. M. da; ABRANTES, V. Patologia em paredes de alvenaria: causas

e soluções. In: Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço et al. (eds.), 2007. Disponível em: http://files.peritos-br.webnode.com.br/200000049-db641dc5ea/tese sobre patologias e reparos em argamassa de revestimento.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2017.

SOUZA, Marta Francisca Suassuna Mendes de; RODRIGUES, Rafael Bezerra; MASCIA, Nilson Tadeu. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos.** 2008. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Cap. 5. Disponível em: http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/sistemas_estruturais_grad.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2017.

SOUZA, Marta Francisca Suassuna Mendes de; RODRIGUES, Rafael Bezerra; MASCIA, Nilson Tadeu. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos.** 2008. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Cap. 5. Disponível em: http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/sistemas_estruturais_grad.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2017.

THOMAZ, Ercio *et. al.* **Código de práticas nº 1:** alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Publicação 3011. São Paulo: IPT, 2009.

THOMAZ, Ercio; MARTINS, José Carlos; BERTINI, Alexandre Araújo. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

______. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

VALLE, Juliana Borges de Senna. **Patologia das Alvenarias:** Fissuração. 2013. Disponível em: http://construcaociviltecnicas.blogspot.com. br/2013/11/patologia-das-alvenarias-fissuracao.html>. Acesso em: 29 nov. 2017.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. Fundações, volume 1: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais. Oficina de Textos, 2011.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. Fundações, volume 2: fundações profundas. Oficina de Textos, 2010.

_____. Fundações, volume 1: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais. Oficina de Textos, 2011.

VERÍSSIMO, Gustavo de Souza; CÉSAR JUNIOR, Kléos M Lenz. **Concreto Protendido:** Fundamentos básicos. 4. ed. Viçosa: UFV, 1998. 78 p. Notas de aula da disciplina Concreto Protendido do curso de Engenharia Civil da UFV. Disponível em: http://wwwp.feb.unesp.br/lutt/Concreto Protendido/CP-vol1.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Instalações prediais, cobertura e acabamentos

Convite ao estudo

Aluno.

Você, agora, avança para a última unidade desse livro e devemos parabenizá-lo por sua determinação e foco ao longo desse caminho de aprendizagem. Com certeza, aprendeu bastante e esperamos que, ao final do livro, você sinta que o que aqui foi explorado tenha contribuído com a sua formação.

Ao longo do livro, você teve a oportunidade de compreender os primeiros passos e procedimentos para se iniciar uma construção. Na Unidade 1, pode conhecer as etapas de um projeto arquitetônico e a importância da análise prévia do local da obra. Já na segunda unidade, aprendeu um pouco mais sobre a preparação do terreno para receber o canteiro de obras, sua proteção por meio do tapume e os procedimentos para locação da edificação no solo.

Na Unidade 3, iniciamos a abordagem dos principais serviços da obra, começando pelas fundações, estrutura e vedação. Nessa última unidade, trataremos das etapas finais de uma obra, que normalmente demandam profissionais mais especializados: eletricistas, bombeiros, pedreiros de acabamento, pintores, etc. Costumam ser os momentos com maior fluxo de pessoas na obra e, por isso, exigem muita atenção do gestor para administrar uma equipe grande e saber delegar diversos serviços simultaneamente.

A primeira seção se dedica aos aspectos gerais relacionados às instalações elétrica e hidráulica. Você terá a oportunidade de aprofundar um pouco em alguns conceitos relacionados

à iluminação, à entrada de energia, bem como às instalações especiais: TV, dados e telefonia. Quanto aos sistemas hidrossanitários, compreenderá algumas das diferenças nas instalações de água fria, água quente, gás, esgoto, água pluvial e incêndio.

Já na segunda seção, avançaremos no estudo das coberturas e cuidados para garantir o conforto térmico e estanqueidade. Será abordada também a estruturação do telhado, modelos de telhas disponíveis e critério de escolha do sistema de cobertura.

Por fim, a última seção deste livro apresenta algumas das etapas finais da construção de uma edificação. Falaremos dos métodos de impermeabilização e seus critérios de escolha. Depois disso, serão discutidos aspectos relativos ao reboco das paredes e contrapisos em lajes, alguns tipos de revestimentos e acabamentos para pisos, paredes e tetos.

Finalizaremos a obra com considerações acerca da entrega dos empreendimentos e alguns cuidados que o gestor da obra precisa ter ao acabar uma construção e entregá-la ao cliente.

Esperamos que você tenha aproveitado as unidades anteriores e que essa última concretize suas expectativas de aprendizado.

Bons estudos!

Seção 4.1

Instalações elétricas e hidráulicas prediais

Diálogo aberto

Caro aluno,

Lembre-se do edifício do nosso exemplo, ele é composto por apartamentos que pretendem atender a um público de elevado padrão socioeconômico. Sendo assim, será comum no interior dessas residências o uso de muitos equipamentos. Pensando nisso, você, caso atue como profissional projetista, pode precisar especificar no projeto os equipamentos previstos, bem como os pontos de iluminação e energia necessários. Essa informação deverá ser repassada ao projetista de Instalações Elétricas a fim de que ele dimensione os circuitos e as cargas necessárias. Você conhece alguns dos elementos que esse projeto deverá contemplar?

Uma necessidade comum a praticamente todos os cômodos dessa edificação é o acionamento das lâmpadas através de diferentes interruptores, posicionados em locais distintos, de forma a garantir maior comodidade ao usuário. Esse mecanismo é chamado de three-way ou four-way. Como se estabelece esse mecanismo na instalação elétrica?

Sabe-se que os apartamentos possuirão ar condicionado, infraestrutura para TV, telefone e dados, e automação na iluminação da sala. Como esses sistemas interferem nas instalações elétricas do apartamento e como eles se organizam? Na etapa de execução do edifício, em que momento você, caso seja o gestor da obra, terá de se preocupar com esses sistemas?

Para atender à elevada demanda por água, bem como garantir o suprimento de água para situações de incêndio, mesmo que falte água na rede, os proprietários dos apartamentos do prédio disporão de 2 reservatórios, um instalado no subsolo e outro, acima das coberturas. Qual o volume total de água que deve ser armazenado segundo norma, tendo em vista o número estimado de famílias no prédio? Quais as dimensões dos reservatórios para atenderem a esse

volume? Como um dos reservatórios ficará instalado no subsolo, qual dispositivo garante a chegada dessa água aos apartamentos?

No edifício, os moradores contarão com água aquecida nos chuveiros, nos lavatórios dos banheiros e pia da cozinha. O aquecimento da água se dará através de energia solar, com apoio a gás. Como são compatibilizados os sistemas de água fria e aquecimento a fim de garantir que o usuário desfrute dessa comodidade?

Por fim, sabe-se que as situações de incêndio são uma preocupação constante no planejamento das novas construções. As normas preveem uma série de cuidados que são responsabilidade dos projetistas e dos executores. No momento da execução do prédio, como você pretende organizar os itens relativos a combate de incêndio no prédio?

Na instalação elétrica do prédio, qual a importância de se utilizarem diferentes circuitos? Quais patologias estão associadas ao excesso de cargas interligadas em um mesmo circuito? Quais cuidados você deverá observar na execução das instalações elétricas a fim de minimizar futuros problemas?

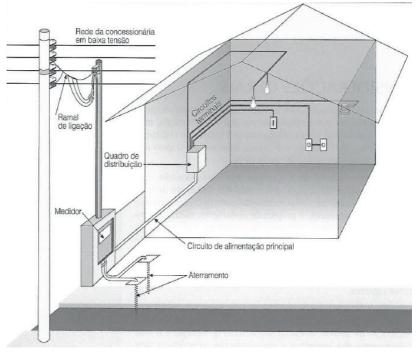
Não pode faltar

Instalações elétricas prediais

No projeto de instalações elétricas são representados os pontos de luz, tomadas, comandos e acionamentos, as passagens dos condutores, quadro elétrico, etc. É importante que o gestor de uma construção, bem como os encarregados e eletricistas saibam ler o projeto a fim de garantirem a correta execução desse serviço na obra.

Segundo Carvalho Júnior (2011) o projeto deve ser elaborado segundo as prescrições da ABNT NBR 5410/2004 – Instalações elétricas de baixa tensão. Além disso, deve-se levar em contar as normas específicas da concessionária de energia elétrica da região de aplicação do projeto, já que é esta que fixa os parâmetros para cálculo das demandas e dimensionamentos concernentes aos equipamentos. A Figura 4.1 mostra um esquema geral da instalação elétrica em residências. A partir dela, vê-se como a energia é entregue pela concessionária e distribuída para os circuitos internos a partir de um quadro central.

Figura 4.1 | Esquema de instalação elétrica



Fonte: Carvalho Júnior (2011, p. 18).

As concessionárias classificam as construções de acordo com a demanda, em mono, bi ou trifásicas, levando em conta a carga total a ser instalada. Essa carga é o resultado da soma das potências nominais (em W ou kW) de cada aparelho, equipamento, lâmpadas, etc. (CARVALHO JÚNIOR, 2011).

Exemplificando

Suponha que um projetista está elaborando o projeto de instalação elétrica de uma residência e está levantando a carga total para a área de serviço. Imagine a utilização de:

- 02 luminárias potência média (P) de 60 W, sendo utilizada 5 h/dia, durante 30 dias. Em um mês, seu consumo (Cons./mês) é de 18 kW.
- 1 máquina de lavar roupas P = 1.000W; 1 h/dia; 10 dias/mês.
 Consumo/mês: 10 kW

- 1 secadora P = 3,5 kW; 0,5 h/dia; 10 dias/mês Cons./mês: 17,5 kW.
- Ferro de passar P 1 kW; 2h/dia; 10 dias/mês Consumo 20 kW
- Aspirador de pó P = 600 W; 0,5 h/dia; 4 dias/mês; Consumo 1.2 kW.

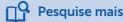
Potência total do ambiente: 66,7 kW. Os valores das potências por equipamento podem ser obtidos em tabelas ou nos próprios aparelhos. Dê uma olhada nos aparelhos de sua residência. O link abaixo poderá lhe auxiliar a simular o consumo médio de uma residência.

Simulador de consumo. Disponível em: http://www.cemig.com.br/ pt-br/atendimento/Documents/SimuladorDeConsumo/Cemig%20 -%20Estime%20seu%20Consumo2.htm>. Acesso em: 7 dez. 2017.

Somando-se os valores para os outros ambientes, de acordo com os equipamentos e aparelhos particulares de cada um, o projetista sabe a potência total requerida para a residência. Esse valor norteia a escolha do tipo de ligação a ser solicitado junto à concessionária, bem como o dimensionamento do Quadro Elétrico.

É muito importante que os projetistas saibam as necessidades do cliente no momento do dimensionamento da ligação e que contatem a concessionária antecipadamente. O projetista deve se informar também quanto à tensão demandada pelos equipamentos, já que há aqueles que demandam tomadas com 127 V e outros com 220 V. De acordo com essa classificação, as tomadas de cada tipo devem ser identificadas para o usuário não correr o risco de ligar um eletrodoméstico 127 V em uma tomada 220 V, o que pode danificar o mesmo.

Em algumas regiões, principalmente nas grandes cidades, a demanda por novas ligações é muito grande, o que gera sobrecarga no atendimento das concessionárias. Por isso, o agendamento antecipado junto à concessionária garante o atendimento ao cliente no prazo correto.



As ligações mono, bi e trifásicas se diferenciam quanto ao esquema, ao tipo de cabos empregados e à capacidade máxima de atendimento ao usuário, o que gera restrições ao uso de determinados equipamentos.

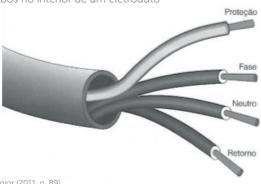
Pesquise mais sobre as diferenças entre as três e os tipos de cargas especiais. Os seguintes links podem lhe auxiliar, contudo não deixe de buscar outras fontes.

Fornecimento de energia, Trifásica, Bifásica ou Monofásica? Disponível em: http://www.ngeletrica.com.br/destaque-1/fornecimento-energia-trifasica-ou-monofasica> Acesso em 07 de dez. 2017.

Tipo de fornecimento e tipos de redes elétricas. Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/fornecimento-energia/. Acesso em: 07 de dez. 2017.

É a partir do quadro de distribuição (QD) que se distribui a instalação da residência, nele estão também os disjuntores para proteção dos circuitos, o disjuntor geral e os barramentos das fases, neutros e terra (aterramento). Ao se observar a Figura 4.1, nota-se que o quadro recebe a energia elétrica do medidor, através do circuito de alimentação principal, por meio de fios (condutores da corrente elétrica). Um circuito nada mais é que um conjunto de fios (ou cabos) encarregados de transportar a correte elétrica. Esses fios são organizados no interior dos eletrodutos (Figura 4.2), que podem abrigar mais de um circuito. A Figura 4.2 mostra os tipos de cabos que podem estar em um eletroduto, porém cada circuito demanda uma combinação diferente desses cabos.

Figura 4.2 | Cabos no interior de um eletroduto



Fonte: Carvalho Júnior (2011, p. 89).

Durante a execução das instalações elétricas na obra, ou em uma reforma, os eletricistas passam os eletrodutos pelos tetos e paredes, aos pontos de iluminação, tomadas e acionamentos. Eles conectam esses tubos às caixas de passagem sempre que precisam mudar de

direção e nos terminais onde se localizarão as luminárias, tomadas e acionamentos. Em seguida, passam os fios e cabos necessários, realizam as conexões e, só então, instalam os acabamentos (tampas das caixas, luminárias e lâmpadas, etc.).

O quadro de distribuição é feito em material metálico, contém as chaves (disjuntores) que acionam/desligam os circuitos e deve ser instalado em local apropriado da residência, a 1,5 m do piso (CARVALHO JÚNIOR, 2011), com fácil acesso em caso de necessidade. Procure o QD do local onde você mora e observe atentamente os detalhes dele. Pode haver mais de um, conforme necessidade de projeto.

Desses quadros partem os circuitos que alimentam as luminárias, tomadas e motores, se for o caso. Um mesmo circuito não pode acumular a função de alimentar luminárias e tomadas, por isso, uma residência possui muitos circuitos, para facilitar as manutenções e evitar sobrecarga em cada um. Cada circuito deve ser identificado no QD e para ele deve ser previsto um dispositivo de proteção. Alguns equipamentos, devido a sua elevada carga, demandam um circuito exclusivo, sendo este o caso do chuveiro, por exemplo. Quanto maior a carga do circuito, maior a bitola (diâmetro) dos fios, o que dificulta sua passagem nos eletrodutos e sua conexão nos interruptores e tomadas (CARVALHO JÚNIOR. 2011).

Além disso, deve ser previsto o aterramento dos circuitos e aparelhos contra descargas atmosféricas e curtos-circuitos. Aterrar significa conectar um dos terminais ao solo. Na etapa de fundações da construção de um prédio, conectam-se barras (chamadas rebars), específicas para esse fim, à armadura das estacas. À medida que a construção da estrutura da edificação avança, os elementos do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) acompanham, sendo conectados às armaduras de alguns pilares, formando uma prumada. O aterramento interno deverá então ser conectado a essa estrutura.

Fisicamente, esse procedimento garante que a diferença de potencial entre as instalações e a terra seja zero (MORAES, 2013).



Reflita

A probabilidade de se esquecer de conectar os rebars nas etapas de fundações e estrutura é grande, se o fiscal da obra não ficar atento. Já

imaginou a importância da presença de um gestor experiente desde o início de uma construção?

Você sabe para que serve o fio terra na conexão do chuveiro de sua residência?

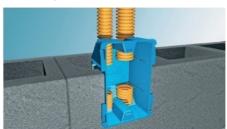
É comum que algumas pessoas arranquem o terceiro pino dos plugues dos eletrodomésticos. Quais as implicações que essa ação pode ter?

Nos edifícios, é comum que, devido à busca por praticidade na execução, os tubos (eletrodutos que contêm os fios e cabos) sigam um caminho preferencial, chamado de prumada, que facilita as manutenções da rede, bem como evita cortes acidentais em caso de instalação de armários, por exemplo. A prumada deve ser localizada no projeto, bem como os pontos de inspeção (shafts).



As caixas de passagem são elementos embutidos nas paredes e forros, onde chegam os eletrodutos e servem para organizar a distribuição dos cabos nas mudanças de direção do caminhamento dos mesmos pela rede interna. A Figura 4.3 mostra uma caixa de passagem que recebe 4 eletrodutos, por dentro dos quais passam os cabos e fios.

Figura 4.3 | Caixa de passagem e eletrodutos



Fonte: http://www.portaleletricista.com.br/caixa-de-passagem/ Acesso em: 7 dez. 2017.

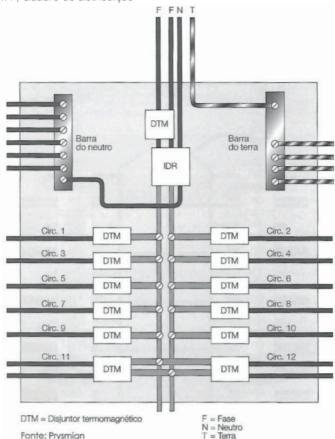
As seções dos fios e cabos (conjunto de fios – mais flexível) depende da capacidade de corrente desejada e do tipo de circuito, e devem ser dimensionadas segundo as prescrições da ABNT NBR 5410/2004, que também especifica as cores padrão: neutro (azul), terra (verde) ou fase (sem cor específica).

Na iluminação dos ambientes, os dispositivos de acionamento mais comuns são os interruptores, que podem ser simples, paralelo,

intermediários, controlados de luz, sensor de presença, etc. Um interruptor simples permite o comando de um ponto de luz apenas, já o esquema paralelo e intermediário permite o acionamento de uma mesma lâmpada por diferentes pontos. O controlador de luz possibilita controlar a intensidade da luminosidade por meio da dimerização.

A Figura 4.4 mostra um esquema geral de um quadro de distribuição.

Figura 4.4 | Quadro de distribuição



Fonte: Carvalho Júnior (2011, p. 64).

Ao se observar a Figura 4.4, percebe-se a conexão de cada circuito ao respectivo disjuntor. Cada circuito desse alimenta um grupo de equipamentos e luminárias, e normalmente é separado por ambiente e tipo de equipamento que alimenta. Por exemplo, o circuito 1 pode

alimentar as lâmpadas da cozinha, da área de serviço e da despensa, enquanto o circuito 9 alimenta o ar condicionado da sala.

Antenas e telefonia

Em edifícios, são afixadas ao topo antenas para recepção do sinal de TV aberta, a partir delas partem as prumadas e, em cada pavimento, os apartamentos derivam, através de cabos coaxiais, a ligação até o aparelho de TV. No caso de TV a cabo (sinal fechado), o funcionário da operadora contratada pode utilizar a caixa de inspeção da prumada, passar a sua tubulação específica e levá-la até o interior do apartamento.

A telefonia tem destaque nas obras, já que integra as ligações de internet e de TV a cabo, uma demanda essencial para a maioria dos clientes. Suas tubulações devem ser exclusivas, não podendo ser aproveitadas as tubulações da instalação elétrica, inclusive deve-se manter uma distância mínima de 20 cm entre telefonia, eletricidade, TV, interfone, etc. (CARVALHO JÚNIOR, 2011). Segundo Carvalho Júnior (2011), esse tipo de projeto também deve ser submetido à aprovação da concessionária, sempre que a edificação possuir 3 ou mais pavimentos.

Ainda segundo esse autor, a entrada telefônica se dá por meio de um poste particular (ou caixa, quando a entrada é subterrânea); na fachada, instala-se uma caixa de passagem que recebe a tubulação de entrada e distribui para a caixa geral de distribuição (que deve ser aterrada). Esta, por sua vez, alimenta as prumadas, que terminam na caixa de saída (onde se conecta o telefone). Esse sistema também demanda aterramento.

Instalações hidrossanitárias

As instalações hidrossanitárias de uma edificação contemplam os sistemas de água fria, água quente (quando houver), incêndio, esgotos e águas pluviais, que devem estar separados entre si, para evitar contaminação. Essas instalações são compostas por "tubulações, equipamentos, reservatórios (...) e pontos de utilização" (CARVALHO JÚNIOR, 2013, p. 80), etc. As normas relativas a essas disciplinas são: ABNT NBR 5626/1998; ABNT NBR 7198/1993; ABNT NBR 14432/2001; ABNT NBR 8160/1999 e ABNT NBR 10844/1989. A Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575/2013), tratada nas seções anteriores, também apresenta requisitos para esses sistemas.

A água é gerenciada, tratada e distribuída às residências pela concessionária local, a menos que esta não seja disponível na região. A água é usada para abastecer nas edificações os reservatórios de água fria, água quente e incêndio, através do ramal de predial, responsabilidade da concessionária. Os esgotos passam pelas tubulações em direção às caixas, de onde seguem para sua destinação final. A captação da água pluvial em reservatórios visa diminuir a sobrecarga nas ruas durante as chuvas, em seguida, a edificação pode aproveitar parte dessa água e destinar o restante ao sistema de coleta do município.

Assim como na instalação elétrica, para a elaboração do projeto hidrossanitário, o projetista deverá consultar a concessionária quanto a limitações de vazão, pressão, características do abastecimento, etc.

Os materiais empregados no sistema de água fria, para os tubos e conexões, são PVC, aço galvanizado e cobre. Atualmente, temse utilizado mais o PVC, devido à leveza, durabilidade mais elevada, resistência à corrosão, menor custo e menor perda de carga.

Logo na entrada da edificação se localiza um medidor de consumo, o hidrômetro, por meio do qual a concessionária calcula o consumo e gera a conta mensal. Para a medição da energia elétrica, utilizase o relógio de medição. Juntamente ao poste elétrico, esses dois elementos compõem uma central única, normalmente afixados em uma parede de alvenaria.

Segundo Carvalho Júnior (2013), em edifícios, o sistema de abastecimento mais comum das unidades é o indireto com bombeamento, no qual há um reservatório inferior e um superior. Este último recebe água do anterior por meio de uma bomba e alimenta o prédio por gravidade.



No projeto aprovado, o profissional responsável deve detalhar a localização dos reservatórios e da casa de bombas. O acúmulo para reserva deve ser de, pelo menos, o necessário para 24 horas de uso na edificação.



O cálculo do consumo diário das famílias é feito com base em tabelas que levam em conta a natureza das unidades habitacionais e o número de pessoas. Considerando uma residência com 3 pessoas

e um consumo diário de 200 litros por cada uma, essa unidade necessitará de 600 litros por dia. Em se tratando de um prédio com 10 apartamento, os reservatórios deverão manter 6.000 L.

O autor Carvalho Júnior (2013) explica que, para não sobrecarregar a estrutura, o reservatório superior abriga 40% do volume necessário. Dessa maneira, seriam 2.400 L para o superior e 3.600 L, para o inferior.

Do reservatório, parte a rede de distribuição, constituída pelos tubos e conexões que levam a água até os terminais de consumo (torneiras, por exemplo). Assim como foi dito para as instalações elétricas, aqui também os pontos são alimentados por prumadas. Sendo assim, em um edifício, há a prumada para as cozinhas, a prumada dos banheiros, etc. Isso diminui o número de curvas que o sistema faz, garante economia e facilita a manutenção, pois o usuário sabe por onde a tubulação está passando e consegue identificar mais rapidamente problemas, além de poder evitar furos acidentais em tubos.

No alto dos prédios, fica o barrilete, composto pelo reservatório e as tubulações que dele se originam (CARVALHO JÚNIOR, 2013). É imprescindível que cada prumada que parte de lá seja identificada para o usuário.



Diversos problemas estão associados às instalações hidrossanitárias, tais como ruídos e vibrações, pressão elevada (assim como a baixa pressão) nas tubulações, golpe de aríete, perda de carga, etc. O que você acha que causa esses problemas? Quais desdobramentos podem resultar desses problemas?

A maioria dos consumidores deseja a comodidade de dispor de água quente em alguns pontos de utilização. O local mais comum é o chuveiro, mas além dele, muitas pessoas optam por ter água quente também nas torneiras das pias da cozinha e banheiros. Para isso, existem diversos sistemas disponíveis no mercado.

Os materiais empregados nos tubos e conexões, capazes de resistir às elevadas temperaturas, são CPVC (policloreto de vinila clorado), PEX (tubos flexíveis de polietileno reticulado), PPR (polipropileno copolímero Randon) ou cobre. Alguns desses materiais apresentam limitações quanto à temperatura máxima.

O aquecimento pode se dar de maneira individual, quando localizado no ponto de consumo, é o caso do chuveiro e dos aquecedores elétricos de passagem uniponto afixados abaixo de misturadores de pias, por exemplo. Há também o tipo central para uma residência apenas e o central coletivo para ser usado em edifícios. Esses dois tipos demandam recipiente para acumulação da água aquecida, chamado de boiler, que pode ser central ou localizado em cada unidade habitacional. O sistema central privado pode ser elétrico, a gás ou por painel solar. Para o central coletivo, é comum se utilizar o sistema solar com apoio a gás.

No local de utilização, instala-se uma torneira do tipo misturador (1 torneira com dois acionamentos) ou monocomando capaz de dosar a água quente.



Reflita

Quais fatores são levados em conta na escolha de um sistema de aquecimento para residências? Quais as vantagens e desvantagens de cada um?

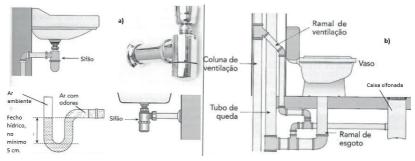
Bastante importante em uma edificação é o Sistema de Combate a Incêndios, composto pelas sinalizações, extintores e instalações hidráulicas para auxílio. No que diz respeito às instalações hidráulicas, deve-se prever em projeto um volume de reserva dentro da caixa d'água superior. Na prática, isso significa que a saída de água para alimentação do consumo geral do prédio fica acima da saída para alimentação do combate a incêndio (hidrante). Essa diferença de altura garante a reserva necessária, sendo calculada de acordo com as características da edificação.

Uma parte integrante das instalações hidrossanitárias são as tubulações e caixas de esgoto destinadas a captar e destinar, conforme a legislação municipal, os rejeitos gerados na edificação à rede pública coletora e de tratamento. Depois de tratado, o esgoto é lançado em um curso de água. Onde não há coleta municipal, existem sistemas individuais de tratamento, composto por fossa séptica, caixas de inspeção e sumidouro, além das tubulações (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

A Figura 4.5 mostra alguns dos principais elementos da instalação de esgoto residencial. Segundo Carvalho Júnior (2013),

os materiais empregados nesse sistema são o PVC (linha sanitária) reforçados, ferro fundido, as caixas podem ser de concreto alvenaria ou plástico.

Figura 4.5 | Instalação de esgoto: a) pia, b) vaso sanitário.



Fonte: adaptada de Carvalho Júnior (2013, p. 142-143).

Na Figura 4.5 (a), o sifão apresenta uma função muito importante de conter odores da rede, por meio do fecho hídrico preenchido com água. Ao sair da pia (e também do ralo do box), a água utilizada é encaminhada à caixa sifonada e lançada no ramal de esgoto, conforme Figura 4.5 (b), que recebe também a descarga do vaso sanitário. O ramal de ventilação conecta o ramal de esgoto à coluna de ventilação que tem a importante função de garantir o fluxo do ar entre a atmosfera e a rede de esgoto, terminando no ponto mais elevado do prédio.

No subsolo dos prédios, são instaladas caixas de inspeção para manutenção da rede de esgoto, e caixas de gordura que recebem o esgoto de pias.

Por fim, trataremos das águas pluviais e a coleta da água da chuva que cai sobre o telhado através das calhas. O projetista dimensiona a seção e a declividade das calhas e tubos em função da dimensão e inclinação dos telhados (área de contribuição do telhado). Depois que sai das calhas, a água da chuva desce através de condutores verticais até os condutores horizontais, situados no nível mais baixo da edificação (CARVALHO JÚNIOR, 2013). Nesse local também são conectadas caixas de inspeção.

O gestor da construção deve ficar atento à legislação municipal, alguns locais exigem a instalação de caixas coletoras para, durante a chuva, diminuírem a vazão da água lançada na rua.



Pesquise sobre as opções de captação de água da chuva para fins de reutilização em residências. Sequem alguns links que poderão lhe auxiliar:

Aproveitamento de água da chuva de baixo custo para residências urbanas. Disponível em: http://www.sempresustentavel.com.br/ hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>. Acesso em: 7 dez. 2017.

Como funciona o sistema de aproveitamento de água da chuva?

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?time_continue=16v=CDeJBnGm66w. Acesso em: 7 dez. 2017.

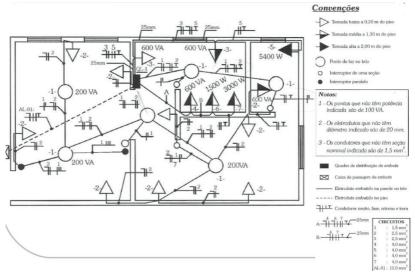
Aproveitar água da chuva é solução para economia e redução de enchentes. Disponível em: . Acesso em: 7 dez. 2017.">https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/aproveitar-agua-da-chuva-e-solucao-para-economia-e-reducao-de-enchentes_12313_10_0>. Acesso em: 7 dez. 2017.

Sistema de aproveitamento de água de chuva. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/148/como-construir-sistema-de-aproveitamento-de-agua-de-chuva-286613-1.aspx. Acesso em: 7 dez. 2017.

Sem medo de errar

Suponha que você elaborou o projeto para construção de um prédio de elevado padrão e tomou o cuidado de repassar ao projetista de instalação elétrica todas as informações necessárias ao desenvolvimento do projeto dele. Esse projeto contempla o tipo de ligação (mono, bi ou trifásica), a localização do padrão, a tensão prevista nos pontos, a localização dos quadros, bem como a identificação dos circuitos, aterramento, SPDA, TV, dados, etc. Tudo isso é representado em projeto por meio de símbolos específicos. A Figura 4.6 apresenta um croqui esquemático do projeto de instalações elétricas de alguns ambientes. A convenção utilizada para a simbologia é também apresentada.

Figura 4.6 | Representação esquemática de um projeto de instalações elétricas



Fonte: Azzini (2014, p. 68).

É comum que, em alguns cômodos, o acionamento de uma mesma lâmpada se dê através de diferentes interruptores, posicionados em locais distintos, para garantir comodidade ao usuário. Esse mecanismo é chamado de *three-way* ou *four-way* e é estabelecido por meio de ligações em paralelo na instalação elétrica e a utilização de interruptores paralelos e intermediários.

Para a instalação de equipamentos de ar condicionado e automação na iluminação da sala, deverão ser previstos circuitos e infraestrutura específicos. Para a recepção dos sinais de TV, telefone e dados deverá ser organizada infraestrutura composta por cabeamento diferente do da rede elétrica, respeitando-se as distâncias mínimas.

Antes do início da construção, o gestor da obra entra em contato com as concessionárias fornecedoras de energia elétrica e água, tanto para alinhar a execução aos requisitos definidos por ela como para solicitar antecipadamente as ligações necessárias. Na etapa de fundações, ele deve se programar para instalar as hastes metálicas do sistema SPDA, antes de concretar a laje do nível mais baixo, instala as caixas e tubulações necessárias.

Para atender à elevada demanda por água, bem como garantir o suprimento de água para situações de incêndio, mesmo que falte água

na rede, os proprietários dos 28 apartamentos do prédio disporão de 2 reservatórios, um instalado no subsolo e outro, acima das coberturas. Supondo famílias com 4 pessoas (200 L de água/pessoa) em cada unidade, considerando 6.000 L de reserva de incêndio (estimado a partir da ABNT NBR 14432/2001), o volume total dos reservatórios (para 24 horas) deverá ser de 28.400 L. Como um dos reservatórios ficará instalado no subsolo, o bombeamento garante o transporte da água do reservatório inferior ao superior. Por gravidade, a chegada dessa água aos apartamentos, a partir do reservatório superior.

No edifício, os moradores contarão com água aquecida nos chuveiros, nos lavatórios dos banheiros e pia da cozinha. O aquecimento da água se dará através de energia solar, com apoio a gás. Nesse sistema, a água sai do reservatório de água fria (o superior), passa pelos coletores solares, é aquecida e armazenada nos boilers. Dos boilers, alimenta os pontos de utilização por meios de tubulação própria. O usuário controla a temperatura no local, por meio de misturadores e monocomandos. Caso não haja insolação suficiente, a manutenção da temperatura nos boilers se dá por queimadores a gás.

Por fim, sabe-se que as situações de incêndio são uma preocupação constante no planejamento das novas construções. As normas preveem uma série de cuidados que são responsabilidade dos projetistas e dos executores. Durante a construção do prédio, você, como o gestor da obra, deve possuir e consultar o Projeto de Incêndio, aprovado pelo Corpo de Bombeiros local, executar as tubulações conforme projeto, destinar parcela no reservatório superior, realizar as sinalizações e instalar os sprinklers e extintores, etc.

Na instalação elétrica do prédio, são utilizados diversos circuitos para iluminação e tomadas, chuveiros, etc., em cada unidade. Devese evitar o excesso de cargas interligadas em um mesmo circuito para facilitar a manutenção, evitar sobrecargas e curtos-circuitos.

Avançando na prática

Elementos da instalação hidráulica de água fria interna

Descrição da situação-problema

Ao observar a Figura 4.7 abaixo, quais os principais elementos da instalação hidráulica de água fria mostrados?

B A D D CH CH PIA TO TJ

Figura 4.7 | Esquema isométrico água fria residência

Fonte: Carvalho Júnior (2013, p. 71).

VD

Resolução da situação-problema

A Figura 4.7 mostra o reservatório superior, a tubulação com as conexões e os dispositivos para controle de fluxo (torneiras, registros e válvulas). A seguir, comentam-se alguns dos principais dispositivos.

- RG: os registros de gaveta permitem ou cessam a passagem da água nas prumadas.
- DC, LV, PIA, TQ, TJ: ducha higiênica, lavatório, pia de cozinha, tanque da área de serviço e torneira de jardim, respectivamente, são exemplos de equipamentos alimentados pelas prumadas.
- VD: válvula de descarga permite a passagem da água para acionamento da descarga na bacia sanitária (BS).
- RP: o registro de pressão é empregado para regular a vazão da água, onde isso é interessante.
- CH: chuveiro.

Faça valer a pena

- **1.** As tubulações das instalações hidrossanitárias podem apresentar diversas patologias. Os itens a seguir apresentam exemplos de patologias e as possíveis tratativas associadas a cada uma. Dentre os itens, pode haver afirmações falsas.
- I Pressão elevada nas tubulações Instalação de pressurizadores.
- II Ruídos e vibrações Tratamento acústico para evitar incômodos aos usuários.
- III Golpe de aríete Instalação de válvulas redutoras de pressão.
 Marque a alternativa que apresenta afirmações corretas.
- a) Le III.
- b) II e III.
- c) I, II e III.
- d) l e II.
- e) I.
- **2.** Sobre as instalações de esgoto são feitas as seguintes afirmações:
- 127 O ramal de ventilação desempenha a importante função de auxiliar no direcionamento dos rejeitos às caixas de inspeção.
- 02 A caixa sifonada recebe os efluentes dos lavatórios e ralos secos dos chuveiros. Em seguida, destina o conteúdo ao ramal de esgoto e tubo de queda. 34 É importante que o gestor da obra se lembre de executar caixa específica para receber, simultaneamente, o esgoto da cozinha e do vaso sanitário; e outra para receber, separadamente, o do tanque da área de serviço.

Antes de cada afirmativa, há um número. Logo, marque a alternativa que apresenta a soma dos números que se encontram antes apenas das afirmativas corretas.

- a) 02.
- b) 127.
- c) 36.
- d) 34.
- e) 129.
- **3.** Analise as afirmações a seguir e marque V ou F.
- () Os tipos de circuitos elétricos se dividem em: de iluminação, tomadas e motores. A divisão em circuitos facilita a manutenção e evita sobrecargas.
- () O aterramento da edificação ocorre desde a etapa de fundações, acompanha a estrutura e termina no quadro de distribuição de energia, não sendo necessário nos aparelhos eletrodomésticos, por isso o terceiro

pino dos plugues pode ser arrancado de acordo com a conveniência do usuário.

- () Todos os tipos de circuitos são compostos por 4 fios: fase, neutro, retorno e terra.
- () O cabo coaxial é utilizado para ligar a TV à antena localizada no alto da edificação.
- () O aterramento deve ser feito apenas nos componentes elétricos, não sendo necessário, por exemplo, o aterramento no sistema telefônico.
- () O cabeamento estruturado é empregado em sistemas de segurança patrimonial.

Marque a alternativa que apresenta a ordem correta da classificação das afirmativas anteriores, conforme sejam verdadeiras (V) ou falsas (F).

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

Seção 4.2

Cobertura

Diálogo aberto

Olá, aluno. A seguir, você terá a oportunidade de aprender um pouco mais sobre a cobertura de uma edificação, cuidados, tipos de sistemas empregados e requisitos das normas aplicáveis.

A laje da cobertura é um dos últimos elementos a ser concretado na obra, pois é o ponto mais elevado. A cobertura recebe diversos elementos, tais como caixa d'água, boilers do sistema de aquecimento, placas solares ou fotovoltaicas, barrilete, etc. Você saberia dizer quais os cuidados devem ser observados quando da sua construção? Como evitar infiltrações e superaquecimento dos pavimentos abaixo da cobertura?

Nos prédios mais modernos, não é comum o uso de telhados em madeira e telhas cerâmicas. Esse é, inclusive, o caso do nosso edifício exemplo do livro. Você conhece outras formas de estruturação do telhado e outros revestimentos, além da telha cerâmica?

É cada vez maior a preocupação com a sustentabilidade nas escolhas construtivas. Como essa preocupação pode ser implementada em estruturas de cobertura? Você conhece alguns exemplos?

Na estruturação de telhados, a inclinação e altura máxima são fatores importantes e estão diretamente ligados ao tipo de telha escolhido. Você saberia explicar como se dá essa relação?

No mercado existem diversos tipos de telhas e, nesse sentido, quais as mais comuns? Quais fatores são levados em conta para se escolher a telha que irá compor o telhado de uma edificação?

Por fim, você conhece alguns dos critérios normativos quanto ao desempenho das coberturas das edificações?

Essas e outras questões serão abordadas no texto, esperamos que você aproveite essa oportunidade. Bons estudos!

Não pode faltar

Lajes de cobertura: requisitos

A cobertura de uma edificação é bastante importante, pois protege a área interna contra as intempéries e insolação. Por isso, já na etapa de projetos, o calculista das estruturas de concreto, por exemplo, deve levar em conta espessuras mínimas de concreto específicas para coberturas definidas pela NBR 6118 (ABNT, 2014) – Projetos de Estruturas de Concreto. Segundo esta norma, a espessura mínima requerida, em lajes maciças de concreto para coberturas, é de 7 cm.

Devido à sua importância no desempenho geral da edificação, a referida norma explicita a necessidade de dispositivos de drenagem, tais como ralos e condutores, a fim de se evitar acúmulo de água. Além disso, a norma define limites máximos de deslocamentos (flechas), específicos para as lajes de cobertura, cujo valor é expresso pela equação do deslocamento (d):

$$d = \frac{L}{250}$$
, onde L é comprimento do vão da laje.

Vamos tratar, ao longo deste texto, as situações nas quais as lajes de cobertura possuem, ou não, telhados. Na hipótese de a laje em concreto não possuir telhado, ela mesma é o último elemento e requer atenção especial, tanto na etapa de projetos, como na execução, principalmente no que diz respeito à proteção contra acúmulo de água e insolação. Na outra situação, sobre a laje assentase uma estrutura geralmente em madeira ou metálica, sobre a qual são instaladas telhas que podem ser de cerâmica, zinco, alumínio, PVC, sanduíches, etc. Os tipos de telhado serão tratados mais adiante.

Nas coberturas sem telhado, atenção especial deve ser dada à impermeabilização e à declividade da laje, uma vez que não há as telhas para direcionar a água para as calhas. Além disso, sem o sombreamento proporcionado pelas telhas, a própria laje recebe o calor do sol e está sujeita à maior deformação causada pela variação térmica.

Martins *et al.* (2013) comenta que, para atendimento aos requisitos da NBR 15575 (ABNT 2013), as lajes sem telhado deverão possuir camada isolante térmica.



Voitille (2017) apresenta exemplos de mantas disponíveis no mercado para melhorar o desempenho térmico de coberturas desprotegidas. Segundo a autora, um exemplo é a manta reflexiva composta por camadas de alumínio, com elevada refletividade e baixa emissividade de radiação térmica. Esse material dificulta a passagem de calor por radiação.

Um outro exemplo é a tinta reflexiva com nanotecnologia. Esse material tem a capacidade de refletir a radiação solar e promete reduzir em até 35% a temperatura interna. Segue o endereço com a descrição completa do produto neste link:

Revestimento Refletivo Nanothermic 1. Disponível em: http://www.nanothermic1.com.br/sobre-tinta-termica-nanothermic1.html#onde>. Acesso em: 17 dez. 2017.

O procedimento para aplicação da tinta consiste na limpeza prévia da superfície (utilizando lavadora de alta pressão, se for o caso) e aplicação de duas camadas da tinta por pulverização com pistola tipo *airless*. O vídeo a seguir apresenta o passo-a-passo descrito anteriormente:

Como aplicar tinta térmica Nanothermic 1. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=haRZhbePMSQ. Acesso em: 17 dez. 2017.

Esses sistemas podem ser aplicados também nas coberturas que possuem telhados, melhorando ainda mais sua eficiência térmica.



A laje da cobertura é executada, assim como os demais elementos estruturais em concreto, segundo o projeto estrutural, que contempla a planta de armação com as disposições e características das barras de aço e a planta de forma com as dimensões das peças concretadas, a fim de que o carpinteiro execute as formas de madeira. Nesse momento, são deixados já os espaços para a tubulação dos ralos e passagem necessárias de tubos, bem como quaisquer elementos que precisem ser afixados na cobertura.

Após a concretagem, realiza-se a cura, de maneira bem cuidadosa, para que sejam evitadas as patologias típicas de retração que a cura malfeita pode causar.

Depois de passadas as tubulações, executa-se a impermeabilização da laje, com manta asfáltica com película de alumínio, por exemplo. O vídeo a seguir mostra a colagem, a quente, da manta asfáltica. Também são apresentados detalhes de arremates em ralos e a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPI) durante os trabalhos.

VIAPOL. **Mantas Asfálticas**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Y995gUUiX4U>. Acesso em: 17 dez. 2017

O vídeo seguinte mostra uma outra maneira de impermeabilizar lajes, com produto similar à manta asfáltica:

VEDACIT. **Manta Asfáltica Vedacit e Vedapren** (parte 4). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=K1njz7DZvyQ. Acesso em: 17 dez. 2017

Caso o tipo de impermeabilização exija, deverá ser feita proteção mecânica com argamassa sobre a impermeabilização. Quaisquer elementos dispostos na cobertura, tais como caixa d'água, painéis solares, barrilete da instalação hidráulica, por exemplo, somente podem ser instalados após a impermeabilização e proteção mecânica, se for o caso.

Além do conforto térmico, é imprescindível garantir a estanqueidade das coberturas. Nesse sentido, devem ser previstos em projeto os sistemas de drenagem e direcionamento da água da chuva. Caso haja telhado, devem ser posicionadas calhas para coleta da água que escorre do telhado durante as chuvas. As calhas (metálicas ou PVC) recolhem a água e lançam em uma prumada vertical de tubulação de água pluvial que direciona para caixas de passagem assentadas no pavimento mais baixo e a partir desse local são lançadas na rede pública. Conforme dissemos na seção anterior, as caixas pluviais têm a função de captar a água da chuva e lançar na rede da rua com menor velocidade, contribuindo com a diminuição das enchentes. A Figura 4.8 mostra as calhas e tubulações da rede de água pluvial de uma casa.

Figura 4.8 | Calhas e tubulação de água pluvial



Fonte: iStock.

Durante a instalação das calhas o construtor deve ficar atento às emendas entre as peças e aos encontros com as telhas, já que se tratam dos pontos vulneráveis à passagem da água.

No caso de não haver telhado, ao invés das calhas, são posicionados ralos na laje, que não permitem que a água empoce, pois captam a mesma, destinam às caixas e lançam na rede. Esse conjunto compõe o sistema de drenagem da cobertura (MEDEIROS, 2009).

Como os ralos exigem furos na laje, deve-se atentar quanto à vulnerabilidade do furo no que diz respeito à impermeabilização. Caso a laje seja impermeabilizada com manta asfáltica, por exemplo, no local do furo para o ralo, deve-se dar atenção especial à emenda da manta e ao arremate entre esta e o tubo, a fim de que a água não passe entre um elemento e outro, conforme mostra a Figura 4.9.

Figura 4.9 | Detalhe encontro ralo e impermeabilização



Fonte: https://goo.gl/ieJzBt. Acesso em: 17 dez. 2017.

Para a impermeabilização das lajes de cobertura, pode-se empregar uma manta com dupla função: impermeabilização e resistência térmica. É o caso das mantas asfálticas com revestimento em alumínio. No mercado, estão disponíveis também pinturas poliméricas, mantas líquidas flexíveis, etc.



Reflita

As lajes de cobertura estão expostas a intempéries e insolação, podendo sofrer variações dimensionais devido às oscilações de temperatura. A impermeabilização dessas estruturas evita a passagem de água através dos poros do concreto. Você pode imaginar quais patologias estão associadas à passagem de água através da laje? Como ela poderia afetar a edificação internamente?



Os sistemas de vedação, impermeabilização, conforto térmico e acústico devem atender aos requisitos de segurança contra incêndios. Não podem facilitar a propagação de fogo.

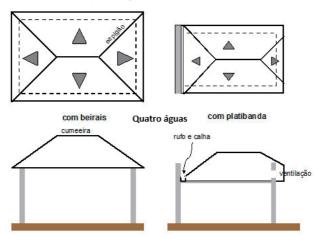
Coberturas com telhados

É bastante comum que sobre a laje de cobertura de uma construção seja executado telhado estruturado e coberto com telhas. Encontram-se com mais facilidade estruturas metálicas ou de madeira com a função de apoiar as telhas que podem ser cerâmicas, PVC, galvanizadas, concreto, vidro, etc.

Após a etapa descrita anteriormente: execução e impermeabilização da laje, pode-se dar início a construção do telhado.

É chamada de água do telhado a sua inclinação e, nesse sentido, ele pode apresentar uma água, duas, três ou múltiplas águas. A Figura 4.10 mostra um exemplo com quatro águas.

Figura 4.10 | Telhado com quatro águas

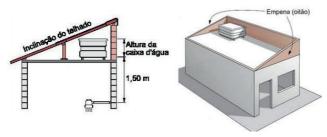


Fonte: http://wwwo.metalica.com.br/coberturas-os-diversos-tipos-e-suas-caracteristicas>. Acesso em: 17 dez. 2017.

Essa inclinação (i%) é a relação entre o comprimento da água (L), em projeção horizontal, e sua altura (h), e pode ser calculada pela equação: $i\% = \frac{h}{l} \times 100$.

No texto do *Portal Metálica – Construção Civil* (2017), citam-se alguns elementos e acabamentos dos telhados. O oitão (Figura 4.11) é uma elevação, geralmente, em alvenaria para vedação das laterais das águas do telhado. As platibandas são elevações em alvenaria ou concreto acima da base da cobertura, cuja função é proteger a mesma. O beiral é a projeção do telhado e, além da delimitação da edificação, a sua função é proteger a fachada e fornecer abrigo ao usuário e aos elementos da fachada.

Figura 4.11 | Oitão telhado



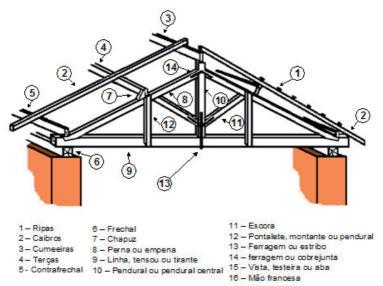
Fonte: http://44arquitetura.com.br/2014/03/inclinacao-do-telhado-calcular/, Acesso em: 17 dez. 2017.

Para apoio das telhas, são comuns estruturas metálicas ou de madeira. Quando o apelo estético é maior, a opção em madeira é mais recorrente. Além disso, é mais fácil encontrar mão-de-obra qualificada para esse sistema, quando se compara com o metálico.

A estrutura de um telhado em madeira é composta pela tesoura, caibros, terças, cumeeiras e ripas. As ripas são as peças mais delgadas, que recebem diretamente as telhas, por sua vez, apoiamse nos caibros que são afixados nas cumeeiras e terças. Todos, juntos, ligam-se às tesouras.

O carpinteiro é o profissional responsável pela montagem e fixação do telhado, sempre, claro, orientado pelo gestor da obra e mestre de obras. De posse do projeto do telhado, montam-se separadamente as tesouras que devem ser posicionadas sobre as alvenarias ou apoios de concreto já montadas. Em seguida, posicionam-se as demais peças, fixando sempre conforme o projeto. Por fim, a estrutura é forrada com as telhas. A Figura 4.12 mostra os elementos citados.

Figura 4.12 | Elementos da estrutura de um telhado em madeira

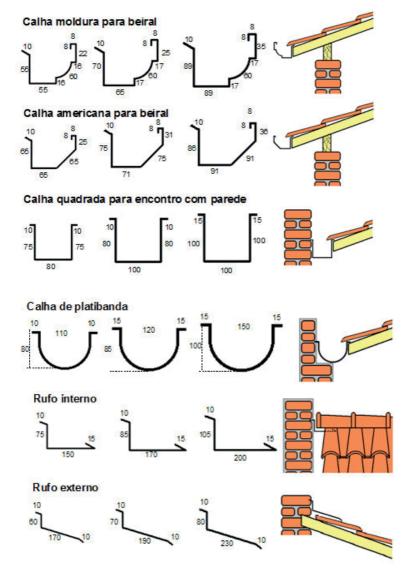


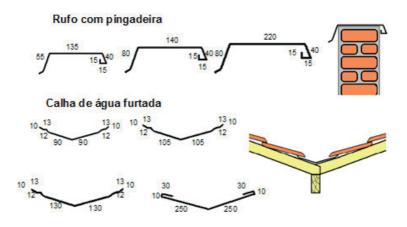
Fonte: http://wwwo.metalica.com.br/coberturas-os-diversos-tipos-e-suas-caracteristicas>. Acesso em: 17 dez. 2017.

Na Figura 4.12, a tesoura é o conjunto formado pelos elementos numerados de 8 a 16.

A ligação entre essas peças se dá por parafusos, pregos, chapas e cantoneiras metálicas, entalhes, etc. A Figura 4.13 mostra os tipos de calhas presentes em telhados.

Figura 4.13 | Calhas para telhados





Fonte: http://wwwo.metalica.com.br/coberturas-os-diversos-tipos-e-suas-caracteristicas>. Acesso em: 17 dez. 2017.

Sobre a estrutura de madeira, são posicionadas as telhas. No mercado, existem diversos tipos de telha, contudo, é importante que todas elas atendam aos seguintes requisitos: sejam impermeáveis, resistentes, leves, duráveis e proporcionem isolamento térmico e acústico (PORTAL METÁLICA - CONSTRUÇÃO CIVIL, 2017).

A escolha do tipo de telha leva em conta aspectos econômicos, facilidade de transporte e instalação, inclinação, barulho, conforto térmico proporcionado, etc.

As telhas cerâmicas são as mais comuns nas residências unifamiliares, são fáceis de comprar, apresentam-se em diversos modelos, com diferentes inclinações, conforme a demanda. Uma desvantagem é a absorção de água, que deve ser levada em conta no cálculo estrutural. As telhas de chapa de aço zincado, mais comuns em estruturas metálicas, são leves e fáceis de instalar, porém, causam incômodo devido ao barulho em caso de chuvas e ventos, além disso não oferecem barreira térmica, não sendo indicadas para residências. Há, ainda, as telhas pré-moldadas de concreto, vidro, plásticas, policarbonato, etc.



Sempre que o telhado for composto de estruturas e/ou telhas metálicas, deve-se executar o aterramento do conjunto.

Um tipo de telha, que tem ganhado espaço no mercado, são as termoacústicas (sanduíches), fabricadas com uma dupla camada de alumínio preenchida poliestireno ou poliuretano. Proporcionam bom desempenho térmico e acústico, são leves e fáceis de instalar. Como possui acabamento em pintura, pode ser utilizada sobre cobertura sem laje ou forro.

Pesquise mais

As telhas termoacústicas têm ganhado espaço no mercado e são uma opção arquitetônica e funcional para as edificações. Nesse sentido, pesquise mais sobre esse sistema, busque exemplo de aplicação na sua região e em outros locais. O link a seguir pode lhe auxiliar a conhecer um pouco mais sobre esse produto.:

HOMETEKA. **O que é telha termoacústica (sanduíche)?** https://www.hometeka.com.br/aprenda/o-que-e-telha-termoacustica-sanduiche/>. Acesso em: 17 dez. 2017.

As coberturas recebem diversos elementos, tais como caixas d'água, barriletes hidráulicos, etc. Todos eles devem estar previstos em projetos e considerados pelo calculista para não gerarem sobrecarga sobre as estruturas.

É importante que o projeto considere também possibilidade de acesso à cobertura para eventuais manutenções, tanto nos sistemas posicionados neste local como na própria cobertura e no telhado. Esse acesso se dá normalmente, por alçapões, com portas metálicas e escada marinheiro, seguindo-se sempre as disposições de segurança constantes no Projeto do Corpo de Bombeiros.

Pesquise mais

Pesquise mais sobre telhado verde, painéis solares e sistemas fotovoltaicos, posicionados sobre cobertura. Seguem alguns links que poderão lhe auxiliar:

Exemplos de projetos que adotam o telhado verde. Disponível em: https://www.tuacasa.com.br/telhado-verde/. Acesso em: 19 dez. 2017.

Guia sobre o telhado verde. Disponível em: https://www.ugreen.com.br/telhado-verde/, Acesso em: 19 dez. 2017.

Guia sobre painéis solares. Disponível em: http://painelsolares.com/. Acesso em: 19 dez. 2017.

Fatores que influenciam na quantidade de painéis fotovoltaicos em um projeto. Disponível em: https://www.portalsolar.com.br/quantos-paineis-solares-fotovoltaicos.html. Acesso em: 19 dez. 2017.

O gestor da obra precisa se manter atento e fiscalizar a fixação dos elementos posicionados na cobertura, assim como do próprio telhado e de suas partes. Devido à altura e à ação mais intensa do vento, pode ocorrer a queda de peças, com prejuízo financeiro e humano às imediações do prédio.

Sem medo de errar

Como foi possível perceber ao logo dessa seção, alguns cuidados devem ser observados na execução da cobertura de uma edificação. No que diz respeito às lajes de concreto ou mesmo às pré-moldadas, deve-se considerar a espessura definida nas normas de projeto. Essa espessura leva em conta o conforto térmico da área interna da edificação.

Lembre-se do nosso edifício exemplo: a sua cobertura é em laje de concreto armado, devidamente impermeabilizada, sem a adição de estrutura e de telhas. Essa última laje será aproveitada para posicionamento dos reservatórios superiores, bem como as placas solares e boilers para aquecimento das prumadas de água quente da edificação.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), a espessura mínima requerida, em lajes maciças de concreto para coberturas, é de 7 cm e a flecha máxima não pode ultrapassar L/250, em que L é o comprimento do vão considerado. Essa norma explicita também a necessidade de dispositivos de drenagem, como ralos e condutores, para evitar acúmulo de água; e adoção de um sistema de impermeabilização para impedir a passagem de água pela estrutura.

Durante a elaboração do projeto, devem ser locados os ralos e as passagens de tubulações, sistemas de fixação do apoio do reservatório, painéis solares e boilers, se for o caso. Além disso, nesse momento já se define a metodologia de impermeabilização a ser empregada. A impermeabilização garante a estanqueidade

da laje, impedindo que a água percole pela estrutura, que poderia causar infiltrações, manchas nos forros e patologias no concreto.

Quando se tratar de laje sem telhado, o gestor da obra deve orientar a execução dos caimentos adequados aos ralos para captação e direcionamento da água da chuva, apropriadamente.

Nos edifícios e construções com estilo mais moderno, não é comum o emprego de telhados em madeira com telhas cerâmicas. Esse é o caso do edifício que propomos para nosso estudo, já que no lugar das telhas empregou-se a própria laje como cobertura devidamente impermeabilizada, inclusive, com o aproveitamento da laje da cobertura para posicionamento dos sistemas de aquecimento e geração de energia a partir do sol ou seu uso como telhado ecológico.

Outra solução com crescente demanda é o telhado ecológico, sistema no qual a cobertura é revestida com vegetação. Ele pode se apresentar, ainda, na forma de módulos independentes: estruturas plásticas, já com a vegetação escolhida, que são encaixadas umas nas outras para compor o jardim no telhado. Trata-se de uma alternativa ambientalmente interessante, principalmente, para edifícios com pouco espaço de área verde e construções em geral nas grandes cidades. Além de contribuir com o microclima local, essa ideia promove conforto térmico para a edificação, na medida em que atenua a passagem de calor devido à insolação na cobertura.

Outra solução é o emprego de telhado metálico com telhas não cerâmicas, tais como: telhas plásticas, galvanizadas e sanduíche. Dessas, apenas a sanduíche promete maior conforto térmico e acústico para a residência.

A preocupação com o conforto térmico é relevante, pois impacta diretamente no uso de condicionadores de ar nas edificações e, consequentemente, no consumo de energia elétrica.

Na elaboração do projeto de um telhado, a escolha do tipo de telha é motivada pela geometria disponível. Isso porque as telhas demandam inclinações diferentes, de acordo com seu modelo e, consequentemente, afetam a altura total da estrutura do telhado.

As telhas mais comuns no mercado são as cerâmicas, apoiadas em estruturas de madeira. Nesse tipo de estrutura, é comum serem também empregadas as telhas de fibrocimento. Ambas são recorrentes em residências, porém, essas últimas foram proibidas

nos últimos tempos em diversos países e o Brasil também seguiu essa tendência.

Nas construções comerciais, é mais comum a estruturação do telhado com peças metálicas e telhas de PVC, galvanizadas, etc. Essas são alternativas mais leves que as telhas cerâmicas, porém, as galvanizadas causam muito barulho nas imediações, durante chuvas e ventos

Tanto nas construções habitacionais quanto nas construções comerciais tem crescido o uso das telhas sanduíche, compostas por um núcleo de PU ou isopor e revestidas por película metálica. Esse produto tem ganhado espaço na medida em que oferece conforto térmico e acústico às construções, dispensa forros e são fáceis de instalar.

Avançando na prática

Telhado verde

Descrição da situação-problema

Um arquiteto deseja projetar um edifício com telhado verde na cobertura, mas está com várias dúvidas com relação à execução do sistema e à infraestrutura para esse sistema na cobertura. Ele, então, procura você, um profissional especializado em execução de obras, e que já teve a oportunidade de implantar esse tipo de telhado em edificações semelhantes àquela do projeto do Arquiteto. Quais os aspectos mais relevantes no que diz respeito à infraestrutura a ser deixada na cobertura para a implantação do telhado verde? Em linhas gerais, como ele é instalado telhado?

Resolução da situação-problema

Você, devido à sua experiência, sente-se confortável em explicar ao arquiteto. A laje da cobertura, para apoio dos módulos com a vegetação, deve ter inclinação entre 2% e 35%; deve ser prevista no cálculo estrutural a sobrecarga devida para os módulos, terra, vegetação, água, etc. que serão usadas no sistema; os ralos para recolhimento e direcionamento de água devem ser posicionados. Por fim, deve ser garantida a correta impermeabilização da laje e o seu acesso precisa ser garantido, por meio de alçapões ou escadas marinheiro, conforme a definição do projeto do Corpo de

Bombeiros. Em locais com pouca precipitação, poder interessante executar sistema de irrigação.

A Figura 4.14 apresenta a estruturação do telhado verde.

Figura 4.14 | Sistema telhado verde



Fonte: https://www.tuacasa.com.br/telhado-verde/>. Acesso em: 19 dez. 2017.

Pela Figura 4.12, percebe-se que o telhado completo se apoia na laje e, nesse sentido, é necessária uma completa barreira contra a água e raízes para que estas não danifiquem a laje da cobertura. A vegetação é plantada na terra que se apoia sobre um tecido permeável capaz de recolher a água e direcioná-la para o sistema de drenagem. A membrana à prova d'água representa uma proteção extra à laje.

Faça valer a pena

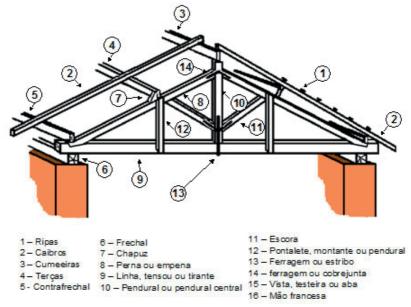
- **1.** Sobre a Norma de Desempenho 15575/2013, no que diz respeito às coberturas de edificações são feitas as seguintes afirmativas:
- I A referida norma orienta que, nas coberturas sem telhado, seja executada proteção isolante térmica, disponível apenas em manta asfáltica.

II – Para garantia da estanqueidade das coberturas, instalam-se elementos de drenagem e direcionamento da água da chuva. Em telhados de madeira com telhas cerâmicas, por exemplo, as calhas coletam a água que escorre do telhado durante as chuvas.

III – Em coberturas sem laje, cuja cobertura é feita apenas com telhado, o ideal, para garantir a conforto térmico é escolher as telhas galvanizadas, ainda que esse tipo de material cause elevado ruído nas proximidades. Analise as afirmativas anteriores e marque a alternativa.

- a) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- b) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- c) Apenas a afirmativa III está correta.
- d) Apenas a afirmativa II está correta.
- e) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- **2.** Na Figura 4.13 são mostradas as principais peças de madeira que compõem a estrutura de um telhado. Considere a figura a seguir e seus conhecimentos sobre o assunto para analisar as afirmativas a seguir.

Figura | Peças de madeira do telhado.



Fonte: http://wwwo.metalica.com.br/coberturas-os-diversos-tipos-e-suas-caracteristicas>. Acesso em: 17 dez. 2017.

() Os caibros apoiam diretamente as telhas e seu espaçamento depende apenas da distância entre as tesouras.

- () O espaçamento entre as tesouras depende apenas do tamanho e tipo das telhas;
- () A ligação entre a empena (peça 8) e o tensou (peça 9) é representada na Figura 4.13 por meio de entalhe.
- () As peças representadas em 1 são as ripas e a distância entre elas se baseia no tamanho das telhas. Adicionalmente, deve-se levar em conta o peso do instalador das telhas que precisará, eventualmente, caminhar sobre a estrutura.

Julgue as afirmativas anteriores conforme sejam verdadeiras (V) ou falsas (F), em seguida marque a alternativa que apresenta a sequência correta.

- a) V, V, F, F;
- b) V, V, V, V;
- c) F. F. V. V:
- d) F. V. V. F:
- e) F, F, V, F
- **3.** Diversos fatores podem contribuir para a escolha do tipo de telha que se adotará em um telhado. No mercado, estão disponíveis diversos sistemas, tais como as telhas cerâmicas, plásticas, com acabamento esmaltado, etc. As estruturas de apoio também variam para atender às definições de projeto. Com base no enunciado, bem como nos seus conhecimentos, marque a alternativa correta.
- a) As telhas cerâmicas são as únicas que podem ser empregadas em telhado estruturado em madeira.
- b) Existem no mercado diversos modelos de telhas cerâmicas: portuguesa, americana, colonial, esmaltada, etc. Esses modelos apresentam diferentes tamanhos e inclinações permitidas.
- c) Ao contrário das telhas sanduíche, os modelos galvanizados são ideais apenas nas coberturas sem forro, devido ao desconforto térmico que possam causar.
- d) A instalação das telhas sanduíche somente é possível em estrutura metálica, devido ao seu elevado peso.
- e) As únicas telhas que não absorvem água são as cerâmicas esmaltadas. Para o dimensionamento da estrutura, nesse tipo de telha deve ser levada em conta também a massa de água a ser absorvida com a chuva.

Seção 4.3

Impermeabilização, revestimentos e pintura

Diálogo aberto

Caro aluno,

Estamos caminhando para o fim da obra e, nesse momento, é importante que você, caso tenha a oportunidade de ser o gestor de uma obra, oriente a equipe quanto aos procedimentos finais de entrega do empreendimento.

Com a finalização da estrutura e instalações, executa-se a impermeabilização das lajes e paredes de piscinas. Quais os procedimentos disponíveis e materiais comumente empregados? Qual a finalidade desse serviço?

Assim que as vedações são concluídas e os encunhamentos, se for o caso, sempre respeitando os prazos para secagem das argamassas, executa-se o reboco das paredes, caso sejam feitas com blocos. Você sabe qual o material empregado no reboco? Qual a sua finalidade? Há alguma alternativa ao reboco tradicional? Caso as vedações sejam em *drywall*, essa etapa não será necessária.

A próxima etapa é o assentamento dos revestimentos nas paredes e pisos e a pintura de paredes e tetos. Como são executados esses serviços?

Com tudo o que abordamos, você será capaz de ter uma visão geral das etapas de uma obra. Com base em seus conhecimentos, faça uma listagem dos principais serviços tratados ao longo do livro, tentando ordená-los corretamente.

Adicionalmente, elabore um check list para entrega do empreendimento exemplo, que contemple os itens de acabamento, revestimento e pintura. Nas obras, é comum esse check list para avaliação da qualidade e da entrega correta, conforme o cliente solicitou.

Leia os materiais extras sugeridos e busque sempre mais conteúdo, isso certamente lhe ajudará quando você precise tomar decisões nas situações reais. Aproveite essa última seção, pois ela contém muitas informações novas que poderão lhe auxiliar em sua atuação profissional.

Bons estudos!

Não pode faltar

Sistemas de impermeabilização

A norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) exige que as edificações sejam estanques à água e para atender a esse requisito, dentre outras ações, emprega-se a impermeabilização das superfícies. Segundo Plá (2017), as superfícies mais comuns que requerem impermeabilização são: muros de arrimo, lajes e paredes em subsolos, áreas molhadas nas residências, jardineiras e coberturas, reservatórios e piscinas, calhas, etc.

Diversas patologias ocorrem nas edificações devido a falhas no momento da impermeabilização ou mesmo a sua ausência. Esse serviço tem início, normalmente, após a conclusão das estruturas e/ou reboco das paredes, se for o caso.



Exemplificando

É bastante comum o tipo de patologia mostrada na Figura 4.15. Ela pode ser o resultado da infiltração da água da chuva, caso a parede seja a externa da residência ou resultado da infiltração do solo para a parede.

Figura 4.15 | Infiltração em paredes



Fonte: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1893>. Acesso em: 29 dez. 2017.

Nos dois casos, a solução envolve a inserção de elemento para vedação e a impermeabilização da superfície, sendo o ideal pensar nisso ainda na fase de planejamento da construção. No caso da parede da residência, impermeabiliza-se a sua face externa, na forma de manta ou material polimérico sobre o reboco. Isso evita a passagem da água e pode ser feito mesmo depois da construção. Se a infiltração vem do solo, deve-se inserir a manta ou outro sistema sobre o alicerce antes de se subirem as paredes. Nesse caso, não há possibilidade de executar esse serviço depois das paredes prontas.

No mercado, estão disponíveis diferentes produtos que impedem a passagem da água pelas estruturas e paredes. Existem materiais que exigem proteção mecânica após sua aplicação, já outros dispensam tal proteção. Alguns são fabricados à base de asfalto, e outros à base de polímeros sintéticos. E, por fim, eles podem ser flexíveis ou rígidos. Os flexíveis possuem certa capacidade de absorver a movimentação da superfície, já os outros não possuem essa capacidade. Exemplos de materiais impermeabilizantes rígidos são os cimentos e argamassas poliméricos. Já como flexíveis, podem ser citadas as mantas e membranas.

De maneira geral, a impermeabilização flexível é realizada da seguinte maneira: sobre a base (concreto, por exemplo) executase a regularização, normalmente através de argamassa; sobre a regularização se aplica o material impermeabilizante (manta asfáltica, manta líquida, etc.); e sobre este se utiliza a proteção mecânica (camada de argamassa) para proteger o sistema contra intempéries e passagem de pessoas, veículos ou equipamentos. A impermeabilização rígida é usualmente aplicada diretamente sobre a base e não demanda outras camadas (CUNHA, 2017).



As principais subclassificações dos sistemas de impermeabilização são rígidas e flexíveis (CUNHA, 2017). O tipo flexível possui uma gama maior de opções de produtos que podem ser moldados no local ou préformados.

De um modo geral, as membranas são moldadas no local e podem ser asfálticas (a quente, a frio ou solução asfáltica), poliméricas, elastoméricas

(Neoprene ou Hypalon) ou acrílicas (com ou sem adição de cimento). Sua espessura pode ser variável. A Figura 4.16 mostra um exemplo de membrana sendo aplicada com rolo, pois sua textura é semelhante à de uma tinta e, por isso, permite a construção de camadas.

Figura 4.16 | Membrana aplicada a frio



Fonte: http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx. Acesso em: 29 dez. 2017.

Já as mantas são pré-formadas e podem ser asfálticas (estruturadas ou não), poliméricas (PVC ou PEAD), elastoméricas (butílicas, Hypalon, EPDM) ou plásticas. Sua espessura é fixa. A Figura 4.17 mostra a aplicação de uma manta asfáltica a quente.

Figura 4.17 | Manta asfáltica



Fonte: < http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>. Acesso em: 29 dez. 2017.

Há também mantas asfálticas com acabamento superficial em filme de alumínio, usadas em calhas, telhados galvanizados ou de fibrocimento, marquises. Elas oferecem também isolação térmica e acústica.

O vídeo a seguir contém algumas soluções de impermeabilização para piscinas, reservatórios e caixas d'áqua.

SIKABRASIL. Impermeabilização de Piscinas, Caixas d'águae Reservatórios. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1Mp1Y0E93og> Acesso em: 29 dez. 2017.

Com relação à escolha do sistema de impermeabilização, devese levar em conta custo, vida útil e as garantias do fornecedor, resistência prometida, flexibilidade, aplicação e reparo, em caso de necessidade. É sempre interessante consultar o fornecedor juntamente com o projetista.

Segundo Ferreira (2012), na impermeabilização de elementos de fundação e contenção podem ser empregadas: membranas e mantas asfálticas, membranas poliméricas e sistemas rígidos. Para reservatórios de água e piscinas, emprega-se mantas poliméricas ou asfálticas (exceto para água potável), membrana polimérica e sistemas rígidos. Nas coberturas e áreas externas, são usuais as mantas e membranas, tanto asfálticas como poliméricas. Nas áreas molhadas internas, opta-se pelas membranas e mantas e asfálticas, membranas e argamassas poliméricas.

É comum que algumas obras não valorizem o projeto específico para impermeabilização, porém, ele contém os detalhes e especificações conforme as normas vigentes, tais como NBR 9575 (ABNT, 2010). O projeto deve sempre ser levado em conta na execução dos detalhes de impermeabilização de ralos e tubulações, já que esses devem ser perfeitamente vedados.

Reboco, revestimentos e acabamentos

O tipo de regularização da superfície dos blocos das alvenarias depende do revestimento final. Portanto, em caso de parede pintada, executa-se o reboco das mesmas com argamassa industrializada ou misturada em obra; e caso seja assentada cerâmica ou pedra, executa-se o emboço, também chamado de "massa grossa". A ordem de execução dos serviços é descrita a seguir: após a correta limpeza da superfície (alvenaria ou estrutura de concreto), para eliminação de quaisquer resíduos de pó, aplica-se uma camada fina de chapisco, que tem a função de melhorar a aderência entre o bloco e a argamassa seguinte. Ele pode ser misturado na obra ou industrializado, pode ser chapado (com a colher de pedreiro) ou rolado. Para o seu preparo, à mistura de areia e cimento adiciona-se um componente colante, tal como Bianco ou cola branca (PVA), que melhora sua aderência à superfície (AECWEB E E-CONSTRUMARKET, 2017).

Sobre o chapisco, aplica-se o emboço se o acabamento final for cerâmica, porcelanato ou pedra. O emboço é uma argamassa feita

com areia, cimento, água e cal e prepara a superfície para a colagem do revestimento. O lançamento pode ser feito com colher de pedreiro e regularização com desempenadeira ou pode-se optar pela argamassa projetada e regularização também com desempenadeira. Esse mesmo procedimento é aplicável ao reboco.



Exemplificando

Alguns exemplos de traços de chapisco são apresentados a seguir:

- Chapisco: cimento e areia no traço 1:2 ou 1:3.
- Emboço: cimento, cal e areia na proporção de 1:2:8 quando do assentamento de revestimento cerâmico.
- Reboco: cimento, cal hidratada e areia fina no traço 1:2:6 ou 1:1:5.
- Contrapiso: cimento e areia na proporção de 1:5.

Seguem alguns textos que poderão lhe auxiliar sobre esse assunto:

Como fazer chapisco. Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/ reforma-construcao/como-fazer-chapisco/2/>. Acesso em: 18 abr. 2018.

Traço de Argamassas: Tabela de Misturas e Aplicação. http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/argamassas-tabelas-aplicacao/>. Acesso em: 02 de jan. 2018.

Conheça as camadas que compõem um revestimento. Disponível em: http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/62/revestimento-argamassado-conheca-as-camadas-que-compoem-um-revestimento-292697-1.aspx>. Acesso em: 02 jan. 2018.

É importante lembrar que devem ser aguardados os tempos de cura das argamassas entre uma camada e outra. Para o chapisco, recomenda-se 7 dias de cura, ou conforme descrito na embalagem, em caso de industrializada. Emboço e reboco possuem tempo de cura de 28 dias. Após o tempo de cura do emboço, o mesmo está pronto para receber o revestimento cerâmico, porcelanato ou pedra. O gestor e o mestre devem ficar atentos à dosagem das argamassas, orientando os profissionais a respeitarem a quantidade correta de água prevista no traço, em caso de argamassa rodada em obra, ou na embalagem, em caso de argamassa industrializada.

Eles devem ser orientados também quanto ao tempo máximo de uso da mistura antes que os componentes comecem a reagir. Para evitar desperdícios, devem ser preparadas quantidades de argamassa suficientes para a utilização, levando-se em conta a área a ser revestida, a produtividade prevista e o tempo que a massa pode ser utilizada.

Nos pisos, o equivalente ao reboco é o contrapiso, contudo, trata-se de uma argamassa com menor teor de água e, por isso, mais seca. É utilizada nos enchimentos necessários em piso antes do revestimento escolhido: piso cerâmico, porcelanato, granito, etc.

A espessura final do reboco, emboço e contrapiso é controlada pelas taliscas, marcações feitas com pedaços de tijolo, espaçadas ao longo da área a ser revestida. As taliscas fornecem a marcação que o pedreiro necessita para que ele saiba o quanto deve encher a parede (CONSTRUÇÃO CIVIL: BLOG DO ENGENHEIRO CIVIL, 2013).



O gestor da obra, bem como o mestre, devem sempre orientar os pedreiros sobre as espessuras dos revestimentos que serão assentados. Existem no mercado porcelanatos e cerâmicas de diversas espessuras, há também as pedras industrializadas cujas espessuras são variadas e influenciam nas larguras dos marcos das esquadrias, na profundidade de embutimento dos registros das instalações hidráulicas, etc.

A partir da Figura 3.18, pode-se perceber que sobre a alvenaria executa-se o chapisco, as camadas intermediárias que sejam necessárias e o emboço. Esse último é executado sempre que o revestimento for feito em placas cerâmicas, porcelanatos, pedras naturais ou artificiais, etc. Para a colagem do revestimento, empregase a argamassa colante, que também pode ser dosada em obra ou industrializada.

Na escolha do tipo de revestimento das paredes e pisos, os profissionais (normalmente arquiteto ou engenheiro) devem levar em conta preço, durabilidade, absorção de água, resistência, etc. Os principais revestimentos cerâmicos são porcelanato e cerâmica.

Os revestimentos de piso demandam maior resistência à abrasão e à ruptura do que aqueles destinados às paredes, devido ao tráfego de pessoas, equipamentos, etc. Deve-se observar também o coeficiente de atrito que limita o escorregamento na utilização. A facilidade de limpeza é influenciada pela absorção de água e rugosidade da superfície. Peças que serão expostas à ambientes externos, tais como paredes de fachadas, exigem baixa absorção de água, baixa expansão por umidade, resistência à mancha e a ataque químico, por exemplo. Profissionais que projetam espaços públicos devem ficar atentos ainda à acessibilidade e à exigência de pisos táteis para deficientes visuais, quando for o caso.

A absorção de água das peças cerâmicas é medida em % e varia de 0 a aproximadamente 10%, sendo que os porcelanatos tendem a apresentar absorção entre 0 e 0,5% e as cerâmicas a partir de 0,5 até 3%. Essa propriedade impacta na porosidade das peças, resistência mecânica e aderência à argamassa.

A resistência à abrasão é indicada pela sigla PEI e varia de 0 a 5 e, nesse sentido, quanto maior o valor, maior a resistência à abrasão.

Além dos revestimentos cerâmicos, nas paredes e pisos, pode-se optar por revestimentos em pedras naturais, tais como mármores, ardósias, granitos, etc. São materiais com elevado apelo estético, apesar de não homogêneos, apresentam-se em variadas cores. São encontradas nas marmorarias em tamanhos variados, com polimento superficial ou em estado bruto. Os mármores possuem maior porosidade e, quando brancos, exigem cuidados especiais no assentamento, tais como argamassa branca para evitar que manchem. Além disso, a manutenção inclui polimentos periódicos e impermeabilização da superfície com hidro óleo repelente de áqua e sujeiras.



Reflita

Quais outros aspectos são levados em conta na escolha de um revestimento cerâmico? Pense no preço de alguns materiais, prazo de entrega e outras variáveis.

O assentamento do revestimento de pisos e paredes é realizado por pedreiro de acabamento com a supervisão do gestor da obra e mestre. O procedimento deve obedecer às especificações de cada material, no que diz respeito ao tipo de argamassa de assentamento, largura das juntas (espaço entre as peças), cor da argamassa de rejunte e paginação das peças, sempre que exista um padrão decorativo nas mesmas, etc.

O Manual para Construtoras (CERÂMICA PORTINARI, 2017) apresenta os procedimentos para assentamento dos revestimentos em pisos e paredes. Esse serviço tem início com a limpeza da superfície, em seguida aplica-se a argamassa de assentamento sobre a superfície e se espalha a mesma com a desempenadeira denteada para formar reentrâncias uniformes. Aplica-se a argamassa também na parte posterior da peça a ser instalada com a desempenadeira denteada, de forma que as reentrâncias da peça figuem transversais às da base, o que melhora a aderência. Cola-se a peça sobre a base movimentando-a para garantir a aderência entre as duas camadas de massa e, em seguida, bate-se com um martelo de borracha para chegar a placa à posição desejada. O pedreiro sempre compara a peça recém-assentada com a anterior, a fim de garantir que não haja ressaltos entre uma e outra e nem desnível, deve-se garantir também a planicidade do revestimento. Todo o excesso de argamassa deve ser retirado e a superfície da peça limpada. Depois disso, após 3 dias, inicia-se o rejuntamento entre uma placa e outra, que é a aplicação de argamassa específica para esse fim (argamassa de rejunte) entre as placas. A largura do rejunte é especificado na embalagem do revestimento e é garantido por meio de espaçadores plásticos na forma de cruzetas (existem outros modelos e novas tecnologias), afixados no encontro entre quatro peças, durante o assentamento destas e retirados no momento do rejunte.

As argamassas de assentamento para as cerâmicas são classificadas conforme o Quadro 4.1 abaixo (CERÂMICA PORTINARI, 2017).

Quadro 4.1 | Classificação das argamassas colantes

RECOMENDAÇÃO DE TIPO DE ARGAMASSA COLANTE								
	Ambiente	Área superficial da placa						
Tipo de placa		< 400 cm ²	(400 < A < 900) cm²	> 900 cm²				
Revestimento cerâmico	Interno	AC I	AC II	AC II				
	Externo	AC II	AC III	AC III				
Porcelanato	Interno	AC III	AC III	AC III para pisos				
	Externo	AC III	AC III	e no caso de paredes somente para assentamento em até 3 metros de altura.				

Fonte: CERÂMICA PORTINARI (2017, p. 7)

Pelo Quadro 4.1, é possível perceber que a escolha da argamassa colante leva em conta o tipo de revestimento cerâmico, o ambiente e a área superficial da placa. Como a AC III é uma argamassa com maior poder colante, o ideal é que se opte por ela sempre que a área superficial da placa for maior e for aplicada nos ambientes externos.

Pesquise mais

Pesquise sobre as pedras artificiais, tais como silestone e limestone, as suas composições, preços médios, procedimentos para instalação, cuidados específicos, etc. São materiais produzidos a partir da mistura de quartzo, resina aglutinante e pigmentos e como vantagem, com relação às pedras naturais, pode-se citar a homogeneidade na coloração. Os textos a seguir apresentam mais informações sobre esses materiais e as suas principais diferenças com relação às pedras naturais:

ALONSO MÁRMORES. Qual a diferença entre Mármore, Granito, Limestone, Aglostone, Emporio Stone, Silestone e Technistone? Disponível em: http://www.marmorariaalonso.com.br/comparativo/qual-a-diferenca-entre-marmore-granito-limestone-aglostone-emporio-stone-silestone-e-technistone>. Acesso em: 2 jan. 2017.

CIMAGRAN Marmoraria. Silestone: cor, higiene, versatilidade, resistência e vitalidade. Disponível em: http://cimagran.com.br/destaque/conheca_silestone/. Acesso em: 02 jan. 2018.

Pintura e entrega da obra

Conforme dito anteriormente, quando do assentamento de revestimento cerâmico ou pedra sobre parede e piso, executa-se o emboço. Por outro lado, quando o acabamento final é pintura ou textura, executa-se o reboco, uma massa com acabamento de melhor qualidade. Esse acabamento é obtido com a passagem da desempenadeira e depois uma espuma molhada até que a superfície fique mais lisa e pronta para receber o emassamento e a pintura.

As tintas, esmaltes e vernizes protegem as superfícies onde são aplicadas contra a ação dos agentes externos, nas alvenarias protegem contra mofo, absorção de umidade e acúmulo de sujeira e contribuem com a estética da edificação como um todo. Conforme Ambrozewicz (2012), as tintas são formadas pelo conjunto de pigmentos mais a resina que, após aplicada, solidifica-se sobre a superfície e forma um filme.

A escolha da tinta leva em conta algumas características principais: ela deve ser fácil de aplicar, deve possuir capacidade de nivelamento, poder de cobertura e rendimento e o tempo de secagem deve ser adequado. Na lata, a tinta não pode se sedimentar, seu cheiro não pode causar irritação e, na aplicação, deve passar facilmente do rolo para a superfície. É desejável, ainda, que elas possam ser lavadas e que resistam bem ao longo do tempo.

Para aplicação em paredes e tetos, empregam-se as linhas PVA e acrílica, sendo que a primeira emprega o Acetato de Polivinila em sua composição, que facilita a aplicação tanto da massa como da tinta. Contudo, é mais adequada para áreas internas, não sujeitas à umidade. Já o segundo tipo, contém resinas acrílicas que lhe conferem impermeabilidade, tornando-a interessante para uso externo e onde há umidade, facilitando também a lavagem da superfície onde é aplicada.

Com a completa cura do reboco após, pelo menos, 28 dias, a pintura da superfície tem início com o lixamento do reboco a fim de torná-lo mais liso. Retira-se completamente o pó e aplica-se, em seguida, o líquido selador para melhorar o desempenho da pintura como um tudo e diminuir a permeabilidade da superfície da parede. Depois disso, aplica-se, pelo menos, duas camadas de massa corrida com desempenadeira de aço lisa, que têm a função de nivelamento e regularização, bem como auxílio do acabamento final. Entre uma camada e outra, aguarda-se a secagem e lixa-se para perfeita regularização. Ao final desse processo, aplica-se a tinta com rolo de algodão.

Uma alternativa ao reboco, em paredes internas, é o gesso liso. Nesse serviço, opta-se por revestir a alvenaria com gesso e sobre ele, após sua completa secagem, aplica-se a pintura. Sua única restrição é quanto à umidade, por isso, é mais usual em paredes internas em áreas não sujeitas à molhagem.

A pintura é uma das últimas etapas da construção ou reforma e, depois dela, são assentados os acabamentos elétricos e hidráulicos e procede-se à limpeza fina da obra. Nessa limpeza, deve-se atentar quanto ao uso de produtos de limpeza específicos para cada superfície, tomando cuidado para não danificar nem arranhar acabamentos.

Ao longo da fase de acabamentos, à medida que vão sendo assentados os revestimentos, o gestor e o mestre conferem se está tudo correto e orientam os funcionários para que protejam os pisos

e bancadas com papelão e plástico bolha e/ou lona pregados com fita crepe. Há no mercado mantas específicas para esse fim, contudo, apresentam custo mais elevado, sendo mais interessantes para proteger itens de maior valor. Esse revestimento deve permanecer na obra enquanto houver grande movimentação de pessoal.

Assim que os funcionários terminam seus serviços, a obra mantém apenas alguns poucos especialistas em manutenção. Nesse momento, retiram-se as proteções e faz-se uma nova limpeza para eliminação de pó. Nessa etapa da obra, solicita-se a baixa de habite-se junto à prefeitura do município, procedimento já explicado anteriormente na Unidade 1.

Com a aprovação e emissão do habite-se, inicia-se a entrega da construção aos proprietários, em caso de edifício. Essa entrega se dá mediante à vistoria com a presença do proprietário e elaboração de um check list com suas últimas solicitações e adequações necessárias. Esse documento deve ser consultado para efetuação das correções demandadas. Com a sua conclusão, pode-se entregar as chaves ao proprietário, juntamente ao Manual de Uso e Operação, também já descrito nas unidades anteriores.



A impermeabilização flexível é realizada após a regularização da superfície, através de argamassa. Sobre a regularização se aplica o material impermeabilizante (manta asfáltica, manta líquida, etc.); e sobre este se aplica a proteção mecânica (camada de argamassa). A impermeabilização rígida é aplicada diretamente sobre a base e não demanda outras camadas

Sobre as alvenarias, executa-se o reboco destas com argamassa industrializada ou misturada em obra. Esse reboco recebe a pintura. Caso seja assentada cerâmica ou pedra, executa-se o emboço, também chamado de "massa grossa".

Sem medo de errar

Aluno,

Até aqui tratamos das diversas etapas para a conclusão de uma edificação. A primeira unidade abordou desde o contato inicial

com o cliente, elaboração e aprovação do Projeto Arquitetônico do empreendimento, até a análise do local onde se implantará a obra.

Na segunda unidade, foram contemplados os procedimentos para implantação do canteiro de obras, preparação do terreno e locação do edifício no lote. Já a Unidade 3 apresentou as etapas de fundação, estruturas e vedação típicas de uma construção. Por fim, a última unidade traz diversos conteúdos: instalações elétricas e hidráulicas, considerações acerca da cobertura, impermeabilização, revestimento e pintura.

Com a finalização da estrutura e instalações, executa-se a impermeabilização das lajes e paredes de piscinas a fim de garantir que a água não penetre através das estruturas e paredes. Conforme conversamos, ao longo dessa seção, os sistemas de impermeabilização podem ser rígidos ou flexíveis, esses últimos podem ser moldados no local ou pré-formados. As membranas são moldadas no local e podem ser asfálticas (a quente, a frio ou solução asfáltica), poliméricas, elastoméricas (Neoprene ou Hypalon) ou acrílicas (com ou sem adição de cimento) e sua espessura é variável, pois a sua textura é semelhante à de uma tinta e, por isso, permite a construção de camadas.

Já as mantas são pré-formadas e podem ser asfálticas (estruturadas ou não), poliméricas (PVC ou PEAD), elastoméricas (butílicas, Hypalon, EPDM) ou plásticas e sua espessura é fixa.

O tipo de regularização da superfície dos blocos das alvenarias depende do revestimento final: sobre o reboco, emassa-se e pintase; sobre cerâmica ou pedra, executa-se o emboço em paredes e contrapiso nos pisos.

O chapisco pode ser misturado na obra ou industrializado, pode ser chapado (com a colher de pedreiro) ou rolado e tem a função de melhorar a aderência entre o bloco e a argamassa seguinte. No seu preparo, à mistura de areia e cimento, adiciona-se um componente colante, tal como Bianco ou cola branca (PVA), que melhora sua aderência à superfície. Sobre ele, aplica-se o emboço ou o reboco, conforme o caso.

O lançamento do emboço e do reboco pode ser feito com colher de pedreiro ou projetado e a regularização com desempenadeira. Os materiais empregados no preparo de chapisco, emboço e reboco, rodados em obra, são descritos abaixo. Alternativamente, pode-se optar pelas argamassas industrializadas, inclusive, essa tem sido a opção mais comum das obras, em virtude da garantia de qualidade e maior produtividade.

- Chapisco: cimento e areia no traço 1:2 ou 1:3.
- Emboço: cimento, cal e areia na proporção de 1:2:8 quando do assentamento de revestimento cerâmico.
- Reboco: cimento, cal hidratada e areia fina no traço 1:2:6 ou 1:1:5.
- Contrapiso: cimento e areia na proporção de 1:5.

É importante lembrar que devem ser aguardados os tempos de cura das argamassas entre uma camada e outra. Para o chapisco, recomendase 7 dias de cura, ou conforme descrito na embalagem, em caso de industrializada. Emboço e reboco possuem tempo de cura de 28 dias.

Uma alternativa ao reboco, em paredes internas, é o gesso liso sobre alvenaria. Sua restrição é quanto à umidade, por isso, é mais usual em paredes internas, em áreas não sujeitas à molhagem.

O assentamento dos revestimentos cerâmicos ou em pedras tem início com a limpeza da superfície e aplicação da argamassa de assentamento sobre a superfície. Esta deve ser espalhada com desempenadeira denteada para formar reentrâncias uniformes. Aplicase a argamassa também na parte posterior da peça a ser instalada com a desempenadeira denteada, de forma que as reentrâncias da peça figuem transversais às da base para melhorar a aderência. Cola-se a peça sobre a base movimentando-a para garantir a aderência entre as duas camadas de massa e, em seguida, bate-se com um martelo de borracha para chegar a placa à posição desejada. O pedreiro sempre compara a peça recém-assentada com a anterior para impedir ressaltos entre uma e outra e desnível, ele deve garantir também a planicidade do revestimento. Em seguida, retira-se todo o excesso de argamassa e a superfície da peça deve ficar limpa. Após 3 dias, inicia-se o rejuntamento, cuja largura é especificada na embalagem do revestimento e é garantida através de espaçadores plásticos afixados no encontro entre quatro peças durante o assentamento destas e retirados no momento do rejunte.

As etapas finais da obra contemplam a pintura e a instalação dos acabamentos de instalação elétrica e hidráulica. Depois disso, seguem-se as etapas de limpeza e de proteção dos revestimentos. Ao final, solicita-se a baixa de habite-se junto à prefeitura, em caso de novas construções.

Por fim, inicia-se a entrega das unidades para o cliente, que contempla o atendimento ao check list com suas últimas solicitações e reclamações. Com a sua conclusão, entregam-se as chaves ao proprietário, juntamente ao Manual de Uso e Operação, também já descrito nas unidades anteriores.

Avançando na prática

Pintura de paredes externas

Descrição da situação-problema

Você foi contratado para a gestão da reforma da área externa de um prédio. A reforma contempla a renovação do revestimento das fachadas e pintura dos muros. O projeto de reforma especificou parte do revestimento da fachada com porcelanato e para os muros pintura comum, sem maiores detalhamentos. Quais cuidados você deve observar na especificação do porcelanato da fachada? Qual deve ser o tipo de pintura mais adequado ao muro? Você poderia citar alternativas à pintura?

Resolução da situação-problema

Para o revestimento de fachadas, o porcelanato deve apresentar absorção de água máxima de 0,5%, além disso, deve ser fácil de limpar. Um cuidado que o gestor da obra deve tomar é quanto à qualidade da argamassa de assentamento, no que diz respeito a sua resistência ao arrancamento. Para isso, ele deve contratar ensaios mecânicos de arranchamento que medem a resistência da massa.

Uma alternativa ao assentamento com argamassa são as fachadas aeradas. Nesse sistema, as peças de porcelanato são afixadas na superfície por meio de inserts metálicos.

Com relação ao muro, por se tratar de área externa, sujeita a intempéries, opta-se por massa e tinta acrílicas. Outra alternativa à tinta, bastante empregada para pintura de muros, são as texturas. A textura é um revestimento, que tanto pode ser aplicado com desempenadeira quanto com rolo, a depender do acabamento desejado. É um material com propriedades impermeabilizantes, ideal para áreas externas.

Faça valer a pena

- **1.** Sobre o tema impermeabilização, são feitas as seguintes afirmações:
- I Em paredes externas de residência, podem surgir patologias resultadas da infiltração do solo, através dos elementos de fundação.
- II As argamassas com função de impermeabilização exigem proteção mecânica, a fim de absorverem as movimentações da superfície.
- III Para a impermeabilização dos elementos de fundação, a única alternativa é a manta asfáltica, já que os sistemas rígidos não apresentam grande eficiência.

Analise as afirmativas anteriores e julgue as alternativas a seguir.

- a) Está correta apenas a afirmativa I.
- b) Estão corretas apenas as afirmativas I e II.
- c) Estão corretas apenas as afirmativas II e III.
- d) Estão corretas apenas as afirmativas I e III.
- e) Está correta apenas a afirmativa II.
- 2. Marque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas:
- () O emboço é ideal para receber as pinturas, porque apresenta elevado acabamento superficial.
- () As tintas protegem as alvenarias contra mofo, auxiliam contra a absorção de umidade e apresentam características estéticas interessantes.
- () As linhas PVA e acrílica se diferenciam quanto ao grau de impermeabilidade, que é maior no segundo tipo.
- () Para evitar estragos ou perdas, pode-se solicitar a baixa de habite-se antes da instalação dos acabamentos de instalação elétrica e hidráulica. Escolha a alternativa que contém a classificação correta das afirmativas anteriores.
- a) V. V. V. F
- b) F. F. V. F
- c) V, F, F, F
- d) F, V, V, F
- e) F, F, V, V
- **3.** As afirmativas abaixo apresentam lacunas que devem ser corretamente preenchidas:
- I Para o chapisco, recomenda-se 7 dias de cura, ou conforme descrito na embalagem, em caso de material industrializado. Emboço e reboco possuem tempo de cura de 28 dias.

II - A dosagem da argamassa em obra deve ser preocupação do mestre e gestor em caso de o material ser rodado em obra. Outra opção é a argamassa industrializada, que apenas necessita de adição de água.

III - A argamassa ACI é indicada nos revestimentos internos, não sujeitos à umidade. Além disso, a área superficial da placa não pode ser superior a 400 cm².

Marque a alternativa que corretamente preenche as lacunas das afirmativas anteriores.

a) I – 28; dosado em obra; emboço e reboco.

II – Rodado em obra; rodado em obra; água.

III - AC III; umidade; 900.

b) I – 7; industrializado; emboço e reboco.

II - Rodado em obra; industrializada; cimento.

III - AC II; umidade; 600.

c) I – 7; industrializado; emboço e reboco.

II – Rodado em obra; industrializada; água.

III – AC I; umidade; 400.

d) I – 28; industrializado; emboço e reboco.

II - Rodado em obra; industrializada; areia.

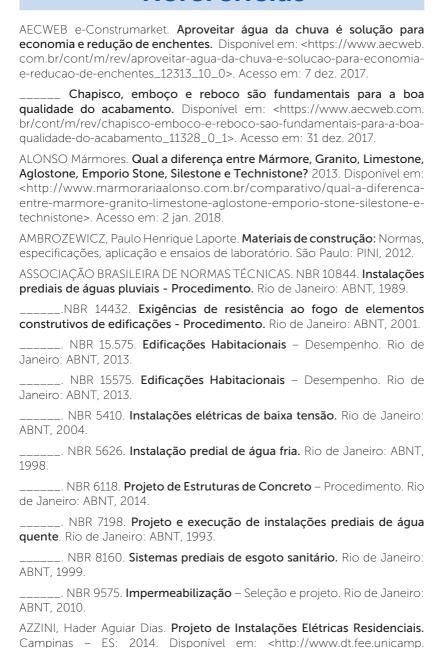
III - AC III; umidade; 900.

e) I – 7; rodado em obra; emboço e reboco.

II - Rodado em obra; industrializada; água.

III - AC II; umidade; 900.

Referências



br/~akebo/et016/Instalacoes_Eletricas_1.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2018.

CARVALHO, Camila. Calhas para telhado: fotos e preços. 2017. Disponível em: http://blogdadecoracao.com.br/calhas-para-telhados-fotos-precos. html>. Acesso em: 17 dez. 2017.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Instalações elétricas e o projeto de arquitetura. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CEMIG (Minas Gerais). **Simulador de Consumo e tabela.** Disponível em: http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Documents/SimuladorDeConsumo/Cemig%20-%20Estime%20seu%20Consumo2.htm. Acesso em: 7 dez. 2017.

CERÂMICA PORTINARI. **Manual para Construtoras.** 2017. 19 p. Disponível em: http://www.ceramicaportinari.com.br/media/1114/manual_engenharia-menor.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.

CONSTRUÇÃO CIVIL Blog do Engenheiro Civil. Revestimento de paredes: Chapisco, emboço, reboco. 2012. Disponível em: https://engciv.wordpress.com/2012/06/20/ revestimento-de-paredes-chapisco-emboco-reboco/> Acesso em: 31 dez. 2017

CONSTRUÇÃO CIVIL Blog do Engenheiro Civil. **Emboço:** Assentamento da Taliscas, Guias ou Mestras. 2013. Disponível em: http://construcaociviltips.blogspot.com.br/2013/10/emboco-assentamento-da-taliscas-guias.html. Acesso em: 2 jan. 2018.

CUNHA, Eduardo Henrique da. **Impermeabilização.** Goiânia: PUC Goiás, 2017. Disponível em: http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/Aula%2016%20-%20Impermeabilizacao.pdf Acesso em: 29 dez. 2017.

DUDZEVICH, Airton. **Sistema de aproveitamento de água de chuva.** Téchne, v. 148, jul. 2009. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/148/artigo286613-1.aspx. Acesso em: 7 dez. 2017.

FAZFÁCIL Reforma & Construção. Chapisco na parede: O que é E como deve ser feito? Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reformaconstrucao/como-fazerchapisco/2/. Acesso em: 2 jan. 2018.

FAZFÁCIL Reforma & Construção. Traço de Argamassas: Tabela de Misturas e Aplicação. Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reformaconstrucao/argamassas-tabelas-aplicacao/. Acesso em: 2 jan. 2018.

FERREIRA, Romário. Materiais e ferramentas: Conhecendo os impermeabilizantes. **Equipe de Obra: como construir na prática**, [S.l.], ed. 44, fev. 2012. Disponível em: http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx. Acesso em: 29 dez. 2017.

GRAN RAMOS (São Paulo). Corian x Silestone: entenda a diferença. 2017. Disponível em: http://cimagran.com.br/destaque/conheca_silestone/>. Acesso em: 2 jan. 2018.

IBDA Fórum da Construção. Parede com umidade e infiltração, como resolver? 2016. Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1893>. Acesso em: 29 dez. 2017.

MARTINS, José Carlos (Coord.); THOMAZ, Ercio; DEL MAR, Carlos Pinto. **Desempenho de edificações habitacionais:** guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília: CBIC, 2013. 300p.

MEDEIROS, Heloisa. **Águas rápidas:** Dimensionamento da drenagem em lajes de cobertura garante a vazão das águas pluviais a tempo, antes de empoçar. Téchne [s.l.], n. 143, fev. 2009. PINI Blogs. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/143/artigo285451-2.aspx. Acesso em: 17 dez. 2017.

MORAES, Everton. **Aterramento Elétrico**. 2013. Disponível em: https://www.saladaeletrica.com.br/aterramento-eletrico/>. Acesso em: 7 dez. 2017.

NAKAMURA, Juliana. Revestimento argamassado. **Equipe de Obra: como construir na prática** [s.l.], ed. 62, ago. 2013. Mensal. Disponível em: . Acesso em: 2 jan. 2018.

NG ELÉTRICA. **Fornecimento de energia, trifásica, bifásica ou monofásica?** Disponível em: http://www.ngeletrica.com.br/destaque-1/fornecimento-energia-trifasica-bifasica-ou-monofasica>. Acesso em: 7 dez. 2017.

PIRES, Cosme. Fornecimento de energia, Monofásica, Bifásica ou Trifásica? Disponível em: http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/fornecimento-energia/. Acesso em: 7 dez. 2017.

PLÁ, Carlos Francisco Oliveira. Impermeabilização e Isolamento. Porto Alegre: Instituto Federal Sul-rio Grandense, [S.I.]. Disponível em: https://edificaacoes.files.wordpress.com/2010/03/impermeabilizacao.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2017.

POLETTO, Alexandre. **Telhado verde:** conheça 60 projetos e veja como funciona esta cobertura. Disponível em: https://www.tuacasa.com.br/telhado-verde/. Acesso em: 19 dez. 2017.

PORTAL 44 ARQUITETURA. **Como calcular a inclinação de um telhado passo a passo.** 2014. Disponível em: http://44arquitetura.com.br/2014/03/inclinacao-do-telhado-calcular/. Acesso em: 17 dez. 2017.

PORTAL ELETRICISTA. **Caixa de passagem:** um componente indispensável nas construções. Disponível em: http://www.portaleletricista.com.br/caixa-de-passagem/. Acesso em: 7 dez. 2017.

PORTAL METÁLICA - Construção Civil. **Coberturas:** os diversos tipos e suas características. Disponível em: http://wwwo.metalica.com.br/coberturas-

os-diversos-tipos-e-suas-caracteristicas>. Acesso em: 17 dez. 2017.

QUINALIA, Eliane. **Gesso liso.** Téchne [S.l.], n. 99, p.1-4, ago. 2005. Mensal. Texto Adaptado. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/99/artiqo287379-1.aspx. Acesso em: 2 jan. 2018.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Aproveitamento de água de chuva de baixo custo para residências urbanas: projetos experimentais de baixo custo. Disponível em: http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/aguade-chuva.htm>. Acesso em: 7 dez. 2017.

SILVA, Marinilda Nunes Pereira da et al. Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades. **Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas,** Maceió, v. 2, n. 3, p.87-97, maio 2015. Mensal. Disponível em: https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/download/2138/1263>. Acesso em: 2 jan. 2018.

TOGNETTI, Giuliano. **Gesso liso:** 4 passos para uma aplicação perfeita em paredes e tetos. 2015. Disponível em: http://engenheironocanteiro.com. br/gesso-liso-4-passos-para-uma-aplicacao-perfeita-em-paredes-e-tetos/>. Acesso em: 02 jan. 2018.

VOITILLE, Nadine. **Manta Térmica para Telhados.** 2017. Disponível em: http://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/manta-termica-paratelhados.html. Acesso em: 17 dez. 2017.

Anotações

Anotações

Anotações



