

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E
CONSTRUÇÃO CIVIL

NOTAS DE AULAS
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I
ORÇAMENTO, ESPECIFICAÇÕES, CRONOGRAMA

Profa. Tereza Denyse P. de Araújo

Agosto 2003

ORÇAMENTO, ESPECIFICAÇÕES, CRONOGRAMA

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. CUSTOS**
- 3. ORÇAMENTO**
- 4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**
- 5. QUANTITATIVOS**
- 6. COMPOSIÇÃO DE SERVIÇOS**
- 7. CRONOGRAMA**
- 8. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. INTRODUÇÃO

A realização de um empreendimento, com fins lucrativos ou não, implica em gastos consideráveis e, por isso mesmo, devem ser determinados, já que, em função do seu valor, este poderá ser viável ou não. O estabelecimento dos custos é obtido fazendo um levantamento destes, o que caracteriza o orçamento do empreendimento.

A programação detalhada de uma obra é necessária por dois motivos: técnico e financeiro. É importante ordenar corretamente as atividades, para que seja possível adquirir, contratar ou alugar os materiais, a mão-de-obra e os equipamentos necessários no momento adequado. Realizar estas atividades depois do momento significa atrasar a obra; realizar antes significa desperdiçar materiais (perdas no armazenamento), pagar mão-de-obra ou equipamentos ociosos ou ainda despendar recursos que geralmente não estão disponíveis ou que poderiam ser mais bem aplicados.

Atualmente, em conjuntura de juros elevados, torna-se fundamental (talvez seja a principal parte de todo o processo) o cuidadoso gerenciamento financeiro do empreendimento, para compatibilizar os ingressos (receitas) com as despesas, garantindo a viabilidade financeira da obra. Em geral, uma empresa não conta com recursos suficientes para executar a obra, dependendo primordialmente das contribuições do(s) proprietário(s). Se houver uma defasagem muito grande (chamada de "dique financeiro"), o empreendimento será inviável, porque o custo dos empréstimos bancários é muito superior ao lucro que pode ser obtido, de regra. Ou seja, determinada obra "poderia ser um bom negócio", mas a empresa não tem condições de realizá-lo, na prática.

A programação de obras carece de um tratamento tão ou mais apurado que o orçamento, pois são necessários conhecimentos profundos sobre o projeto, recursos financeiros disponíveis, prazos de compra e entrega de materiais, situação do mercado (fornecedores, macroeconomia do país), disponibilidade de mão-de-obra (para as diversas atividades e na quantidade necessária), prazo global para o fim da obra e muitas outras informações. É preciso conhecer

o fluxo de caixa global da empresa, sua programação futura e seu crédito junto aos fornecedores e instituições financeiras.

A execução de uma programação criteriosa é importante, pois apenas o orçamento não garante a possibilidade de execução em um determinado prazo ou momento econômico. O ideal é que o processo seja iterativo com o orçamento, ou, ao menos, com o pessoal envolvido na orçamentação, pois muitas informações deste são necessárias e muitas conclusões podem ser retiradas do planejamento, alterando os orçamentos. Se o planejamento for executado apenas depois da contratação da obra, não possibilitará correções e aprimoramento do orçamento, e eventuais falhas serão traduzidas em prejuízos. Por exemplo, o prazo de execução pode ser inviável diante das soluções técnicas adotadas, ou exigir dispêndios não previstos (grande quantidade de mão-de-obra, equipamentos especiais, pagamento de taxas para encomenda de materiais fora dos prazos normais dos fornecedores, etc).

2. CUSTOS

Custo é definido como um gasto relativo a um bem ou serviço que é utilizado na produção de outros bens ou serviços. Ele difere da despesa, a qual é definida como um bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receitas, sendo normalmente relacionada à administração, às vendas e aos financiamentos.

2.1. Tipos de Custos

Os custos podem ser classificados de acordo com a produção e de acordo com o volume de produção, podendo ainda ser classificados das suas maneiras ao mesmo tempo. De acordo com a produção, eles podem ser:

- **Diretos** – são os gastos feitos com insumos, tais como mão-de-obra, materiais e equipamentos.
- **Indiretos** - são aqueles onde se faz necessário qualquer fator de rateio para a apropriação, ou quando há uso de estimativas e não de medição direta. Em obra, são as ferramentas, os trabalhos de apoio, as instalações auxiliares, a administração e manutenção da obra, dentre outros.

Em relação ao volume de produção, considerada a mais importante, pois considera a relação entre os custos e o volume da atividade numa unidade de tempo, os custos podem ser:

- **Fixos** - são os que não variam devido às oscilações na atividade de produção. Poder-se-ia citar os salários do pessoal administrativo, telefone e aluguel.
- **Variáveis** - são os que têm seu valor determinado pela oscilação do volume de produção ou dimensão do produto. Em obra, estes custos são determinados pelos materiais, mão-de-obra, taxas e impostos, entre outros.
- **Semivariáveis** - são os que possuem componentes das duas naturezas - fixas e variáveis - não variando de maneira proporcional ao volume de produção, sendo estes os custos predominantes na construção civil. Por exemplo, um acréscimo de 10 % na produção de um determinado produto, não significa um acréscimo de 10 % no custo total de produção.
- **Custos totais** – são constituídos pelas parcelas de custo variável e de custo fixo ou semivariável.

2.2. Estimativas de Custos

A estimativa de custo é uma tentativa de traduzir os custos de execução de um projeto, cuja qualidade é medida em termos de precisão, ou seja, de sua aproximação com o custo real incorrido em obra. Para tal, são utilizados dados de projetos existentes e próprios de um determinado local (junto a fornecedores), o que leva a concluir que a precisão de uma estimativa de custo está relacionada à qualidade das informações disponíveis.

TOMADA DE PREÇOS		DATA ___/___/___		
ITENS	UNID	FORNECEDOR		
		A	B	C
Areia média	m ³			
Tijolos 4 furos	mil			
Ciment o (50 kg)	sc			
Cal virgem 20 kg	sc			
Ripas pinho 12" IIB	m			
OBSERVAÇÕES:	TELEFONE			
VALIDADE ___/___/___	CONTATO			
	COND. PAG ^{TO}			

Figura 1. Planilha de cotação de preços.

Recomenda-se recorrer a uma planilha de cotação de preços (Figura 1) para garantir um histórico sobre o trabalho realizado. Esta planilha deve conter, no mínimo, as seguintes informações: data da cotação; nome dos fornecedores; itens a serem estimados; unidades dos itens estimados; valor de cada item; condições de pagamento; dados do fornecedor (telefone e contato).

As estimativas de custo podem ser feitas pelo custo total; pelo custo de grandes serviços ou elementos construtivos; pelo custo dos serviços constitutivos do processo de execução da obra.

- **Pelo custo total** – os custos globais e unitários são previstos com base em índices oficiais (CUB, SINAPI) e em índices de publicações técnicas (revistas especializadas – PINI, TCPO, etc.).
- **Pelo custo de elementos construtivos** – baseia-se na decomposição da obra em elementos de fácil identificação. A obra pode ser decomposta em serviços ou de acordo com a tipologia do projeto.
- **Pelos serviços da obra** – estima-se o custo de cada serviço através de composições unitárias, tendo, em primeiro plano, as características da obra que implicam em custos. Inicialmente, os serviços são discriminados detalhadamente, para então definir as composições, que são meramente estimativas, pois o consumo dos diversos insumos em obra sofre grande variação na produção em canteiro, sendo características de cada obra e

de cada empresa. Portanto, essas composições devem ser colhidas por cada empresa, coletando dados em suas próprias obras.

A variação de custos nas obras é devida a diversos fatores, os quais estão relacionados, principalmente, aos insumos indiretos. Estes fatores são:

1. Projetos: ausência de projetos e falta de detalhamentos acabam gerando custos extras na execução da obra;
2. Mão-de-obra: sem treinamento ou especialização gera desperdícios e retrabalho;
3. Equipamentos: variam de acordo com a operação, o tempo de operação e manutenção;
4. Materiais: seus custos estão relacionados com o consumo e o preço. O primeiro está ligado às condições do canteiro, técnicas construtivas e treinamento de mão-de-obra; o segundo é função do mercado e da conjuntura econômica.

3. ORÇAMENTO

O orçamento pode ser definido com a descrição pormenorizada dos materiais e das operações necessárias para realizar uma obra, com a estimativa de preços. Esta determinação dos gastos da obra é traduzida em termos quantitativos e de acordo com um plano de execução previamente estabelecido. É considerada a peça central no gerenciamento da construção civil, devendo ser executado antes do início da obra.

3.1. Tipos de Orçamentos

Existem vários tipos de orçamento, sendo que a escolha entre um e outro depende da finalidade da estimativa e da disponibilidade dos dados.

- **Convencional** – é o orçamento que é feito a partir de composições de custos (basicamente fórmulas empíricas), dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço, ou seja, os preços dos materiais, equipamentos e mão-de-obra são relacionados às suas quantidades, as quais são medidas ou determinadas em projeto.

De acordo com a finalidade que se destina o orçamento, este será mais ou menos detalhado e de precisão variável, pois a composição dos custos é feita com base em tabelas ou livros. Estas tabelas são formuladas através da observação da realidade num dado local e momento, não se ajustando perfeitamente a uma empresa em particular. O ajuste necessário é realizado através da verificação dos custos efetivos de execução dos serviços (apropriação de custos), com a medição dos materiais e equipamentos empregados na obra e dos tempos dedicados a cada tarefa por cada operário.

Os orçamentos devem ser padronizados, cuja divisão de serviços deve seguir um padrão claro e objetivo facilitando, com isso, a execução e a conferência dos resultados.

- **Operacional** – este tipo de orçamento preocupa-se com todos os detalhes de como a obra vai ser executada, modelando os custos de acordo com a forma que eles incorrem no canteiro, ao longo do tempo. Os custos de materiais são apresentados segundo as suas unidades de compra, usuais na praça, e são obtidos a partir da programação de obra. No

cálculo do consumo de materiais ainda são utilizados constantes de consumo por serviço e a mão-de-obra é avaliada pela duração das equipes no canteiro.

- **Paramétrico** – é um orçamento aproximado, comumente utilizado nos casos de estudo de viabilidade ou consultas rápidas de clientes. Está baseado essencialmente na determinação de constantes de consumo de materiais e mão-de-obra por unidade de serviço. Nele, os diversos serviços da obra são decompostos, com suas quantidades determinadas e associadas ao custo unitário de execução. Os valores unitários são obtidos de obras anteriores ou de organismos que os publicam periodicamente. Se os projetos não estão disponíveis, o custo da obra pode ser determinado por área ou volume construído.
- **Pelas características geométricas** – está baseado na análise de custos por elementos de construção do mesmo tipo e com alguma semelhança. Isto quer dizer que edifícios de mesma área, mas de formas diferentes, necessitam de quantidades de materiais diferentes.

Outra maneira de classificar os tipos de orçamentos é através de processos de correlação e quantificação.

- **Processos de correlação** – o custo é estimado correlacionando uma ou mais variáveis de mensuração (dimensão da obra). Abrange dois processos:
 - **Correlação simples** – produtos semelhantes, de mesmo tipo, mas com dimensões diferentes, D_p e D_e , têm custos proporcionais as suas dimensões características, C_p e C_e , dados pela seguinte relação:

$$\frac{C_p}{C_e} = \left[\frac{D_p}{D_e} \right]^\alpha \quad (1)$$

C_p – custo de uma instalação futura (projetada) de dimensão característica D_p ;
 C_e – custo de uma instalação existente de dimensão característica D_e ;
 α - indica influência de escala; se menor que 1, custos crescem menos do que as dimensões.

- **Correlação múltipla** – o projeto é decomposto em partes (ou itens), tal que seu custo total C_t seja a soma do custo da cada uma das m partes (ou itens) C_i , ou seja:

$$C_t = \sum_{i=1}^m C_i \quad (2)$$

- **Processos de quantificação** – o custo é estimado através do levantamento das quantidades dos insumos necessários à execução da obra. Os métodos mais utilizados são:
 - **Quantificação de insumos** – é baseada no levantamento das quantidades de todos os insumos necessários para geração da obra, ao longo de todo o seu processo de execução;
 - **Composição do custo unitário** – é baseada na decomposição do projeto em partes, de acordo com o agrupamento dos serviços semelhantes em centros de custo, conforme estabelecido pela NB-140, por exemplo.

3.2. Aspectos Importantes dos Orçamentos

Estes aspectos estão ligados ao estudo de viabilidade econômica de novas construções e de softwares disponíveis no mercado.

3.2.1. Análise de Viabilidade de Novas Construções

Os estudos de viabilidade são, basicamente, aplicações dos orçamentos e têm a finalidade de verificar a conveniência econômico-financeira de um empreendimento. Para tanto, são usadas algumas informações do mercado imobiliário (preços de terrenos e dos imóveis prontos concorrentes), da construção civil (custo de construção, cronograma de execução) e da área financeira (taxas de juros, custo e remuneração de empréstimos).

Com a complexidade da economia moderna, este tipo de análise tornou-se extremamente delicado. O profissional precisa dominar as áreas de matemática financeira e economia, além dos assuntos relacionados à engenharia civil e arquitetura. Devem ser examinados cenários alternativos, com análise das probabilidades, já que não se trata de um fenômeno determinista.

3.2.2. Requisitos Básicos de Softwares de Orçamentos

Existem diversos produtos no mercado. Os programas de orçamentação devem ser escolhidos de acordo com as necessidades, tipo de obra e forma de trabalho da empresa ou do profissional. É interessante obter cópias de demonstração antes de adquirir o software, para verificar com atenção a facilidade/dificuldade de operação e recursos, possibilitando uma escolha consciente e baseada na relação custo/benefício das opções disponíveis. De qualquer forma, os principais elementos a serem considerados na escolha são os seguintes:

1. Para situações em que a participação em concorrência pública seja um dos elementos, é preciso escolher um software que permita a configuração dos relatórios ou a exportação dos dados, para que o orçamento possa ser adaptado às exigências do órgão (formato da planilha, número de itens, etc);
2. Os sistemas devem permitir fácil criação de novos insumos ou composições, com a opção de copiar elementos existentes, diminuindo a digitação de dados;
3. O espaço ocupado em disco (tamanho do software) é importante para os que desejam utilizá-lo em computadores portáteis (notebook ou handheld);
4. A quantidade de opções e complexidade do software deve ser diretamente proporcional à quantidade de trabalho (eventual ou diário). Softwares muito "pesados" (e caros) devem ser reservados às empresas que realizam dezenas de orçamentos por mês. Para trabalhos eventuais, é melhor optar por um sistema mais fácil de utilizar (diminuindo os custos de aquisição e treinamento);
5. Obrigatoriamente deve possibilitar a exportação ou importação de relatórios para editores de texto, compondo a proposta em formato aprimorado (com gráficos, cores, destaques e tipos de papel personalizados);
6. Deve gerar relatórios de insumos por ordem alfabética, por classes (tipos de insumos) e para as curvas ABC;
7. Deve gerar relatórios de orçamento, com e sem BDI, com preços de mão-de-obra e materiais separados ou unidos;

8. Deve gerar quadros-resumo dos orçamentos: valores e participação percentual de cada grupo de serviços;
9. Para a utilização em empresas, deve possibilitar a utilização múltipla, através de redes de computadores;
10. Deve permitir a utilização de moedas alternativas (CUB, US\$);
11. Deve permitir o cadastramento de especificações técnicas associadas a cada um dos serviços (com o mesmo código), facilitando sua utilização;
12. Deve ser acompanhado de extenso banco de dados com insumos e composições adaptados às necessidades e peculiaridades regionais (com apropriação de custos na mesma área de atuação do profissional), não bastando ter milhares de composições. É mais importante que estas composições sejam adequadas à realidade da construção civil local.

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

A elaboração de um orçamento, que seja efetivamente viável tecnicamente, é feita através do levantamento e conhecimento profundo do consumo de materiais em cada um dos serviços a serem realizados, da quantidade de mão-de-obra, da incidência das leis trabalhistas sobre o custo da mão-de-obra, do tempo de uso dos equipamentos necessários aos serviços, dos custos financeiros decorrentes, dos custos administrativos (indiretos), da carga tributária que irá pesar sobre os serviços, etc. Além disso, o profissional orçamentista deve ser um profundo conhecedor da realidade do mercado, das condicionantes regionais e locais, do tipo de gerenciamento que se pretende empregar na execução da obra, dos métodos construtivos, da possibilidade de ocorrência de fenômenos climáticos que venham a interferir nos custos da obra, etc.

Os elementos necessários para a elaboração de um orçamento são chamados de **Especificações Técnicas (ET)**, as quais descrevem de forma precisa, completa e ordenada, os materiais e os procedimentos de execução a serem adotados na construção. Têm como finalidade complementar toda parte gráfica do projeto (projeto arquitetônico, projetos complementares e memorial descritivo), evitando confusão, esquecimento ou modificação de critérios, devidos ao grande número de informações a ser gerenciados ao longo de uma obra.

O texto das ET deve ser redigido de forma clara e objetiva, de acordo com as exigências de qualquer texto técnico. Pode ser mais ou menos detalhado, descrevendo a maior parte dos serviços e os materiais específicos da obra, conforme se destine para obras por empreitadas, por administração, ou executadas pelo próprio dono. As ET são compostas por:

- Generalidades: objetivos e identificação da obra, regime de execução da obra, fiscalização, recebimento da obra, modificações de projeto e classificação dos serviços;
- Materiais de construção: insumos utilizados, podendo ser escrito de forma genérica ou específica;
- Discriminação dos serviços: especifica como devem ser executados os serviços, indicando traços de argamassa, método de assentamento, forma de corte de peças, etc., podendo ser compilado de forma completa ou específica.

4.1. Relação dos Serviços

Na literatura, a relação dos serviços em obra é bem similar, variando apenas na forma em que alguns serviços são agregados, ou se consideram ou não os serviços preliminares como parte da rede principal de serviços.

A seguir, é sugerida uma rede de serviços básica, a qual é discriminada nas especificações técnicas (check-list):

1. Serviços preliminares: projetos, taxas (prefeitura, CREA), sondagem, limpeza, etc.
2. Instalações provisórias: barracos, tapume, etc.
3. Movimentos de terra: terraplenagem, escavação, aterro.
4. Fundações e elementos de contenção: locação da obra, estacas, baldrames, sapatas, impermeabilização.
5. Superestrutura: fôrmas, armaduras, concreto.
6. Elementos divisórios: paredes externas, paredes internas.
7. Esquadrias: metálicas, madeira, portas, janelas, peitoris e soleiras.
8. Acabamentos dos elementos divisórios: pintura, envernizamento, colocação de vidros.
9. Acabamentos de tetos: gesso, madeira, metal, etc.
10. Acabamentos de pisos: contrapiso, impermeabilização, cerâmicas, pastilhas, assoalhos, tacos, etc.
11. Coberturas: madeiramento, telhas, calhas.
12. Instalações de esgotos pluviais
13. Isolamento térmico
14. Instalações elétricas
15. Instalações telefônicas
16. Instalações de esgotos sanitários

5. QUANTITATIVOS

Esta etapa da elaboração do orçamento se resume a levantar de forma técnica as quantidades de serviços informados nas especificações (projetos e memoriais) e estimar os serviços que não foram devidamente especificados, mas que são essenciais e necessários à obra.

A medição em planta é a mais simples e pode ser aplicada para a maioria dos elementos construtivos. A regra geral é da medição pelas dimensões reais, conforme projeto, e consideração em separado dos detalhes, por exemplo, impermeabilização nos ralos. A Tabela 1 apresenta uma lista de critérios de medição recomendados, lembrando que cada caso é um caso e que, na sua aplicação, deve-se considerar as características da obra em questão.

Tabela 1. Critérios de medição.

Atividade	unid.	critério recomendado
1. Serviços iniciais		
Limpeza de terreno	m ²	área do pavimento térreo da obra, acrescida de uma faixa de 2 m em todo o perímetro
Tapumes	m ²	área exigida no local ou perímetro com altura de 3 m
Marcação da obra em solo	m ²	área do pavimento térreo da obra
Marcação da obra em laje	m ²	área do pavimento considerado
Demolição ou remoção de pisos, forros, cobertura e esquadrias	m ²	área do elemento a ser demolido ou removido
Demolição de alvenaria e concreto	m ³	volume a ser demolido
Remoção de entulho	m ³	volume a ser removido ≤ 30 % (Vconcreto + Vrevestimento)
2. Movimento de solo		
Escavação de solo (manual ou mecânica)	m ³	volume real de escavação (considerar apenas as partes enterradas das peças):
		* com escoramento: talude vertical com folga periférica de 10 cm de cada lado
		* sem escoramento: talude variável de 45° (areia), sem folga, até 90° (rocha ou solo firme), com folga de 10 cm de cada lado
Regularização de fundo de valas	m ²	área do fundo da vala
Reaterro compactado manual ou mecanicamente	m ³	volume de escavação menos volume enterrado da peça (empolamento considerado na composição)
Aterro com material importado (areia, argila, brita, saibro)	m ³	volume a ser aterrado (empolamento considerado na composição)
Remoção de solo	m ³	volume enterrado do elemento (considerando empolamento na composição) = Área * Altura de corte * Fator de empolamento
3. Fundações		
Estacas	m	comprimento de projeto, de acordo com o diâmetro e tipo
Corte de estaca ou arrasamento	un	quantidade de estacas
Instalação do equipamento de estaqueamento	un	mobilização: transporte e instalação do equipamento
Lastro de concreto magro	m ³	considerar a largura efetiva da escavação e espessura de 5 cm
Alvenaria de pedra	m ³	volume de projeto
Concreto	m ³	volume de projeto
Formas para fundação	m ²	área lateral das peças de concreto (blocos, sapatas, vigas)
Armadura para fundação	kg	considerar quantidades de projeto
Impermeabilização	m/m ²	comprimento ou área real (conforme composição)
4. Estrutura		
Escoramento de pilares	m	altura dos pilares
Escoramento de vigas	m	comprimento das vigas, descontando os pilares
Escoramento de lajes	m ²	área das lajes, descontando vigas e pilares
Fôrmas de pilares	m ²	área lateral dos pilares

Fôrmas de vigas	m ²	área lateral e inferior das vigas, descontando os pilares
Fôrmas de lajes	m ²	área das lajes, descontando as vigas e pilares
Armadura de estrutura	kg	considerar quantidades de projeto
Concreto moldado <i>in loco</i> : preparo, lançamento e cura	m ³	volume de projeto
Concreto usinado: aquisição, lançamento e cura	m ³	volume de projeto
Concreto usinado: bombeamento	m ³	volume que necessita bombeamento
Concreto pré-moldado	un	quantidade de peças, de acordo com o tipo (de acordo com o catálogo do fabricante ou por composição especial, se produzido pela própria empresa); incluir transporte e montagem;
5. Fechamentos		
Alvenaria de tijolos	m ²	área real, descontando os vãos (os acabamentos dos vãos devem ser considerados em separado), de acordo com a espessura e o tipo de alvenaria
Encunhamento	m	comprimento, de acordo com a espessura da parede
Divisórias leves	m ²	área real, descontando os vãos
Vergas	m	conforme projeto ou pela medida do vão mais 10 cm
6. Revestimentos		
Chapisco, emboço e reboco	m ²	área real (golas de esquadrias considerados em separado)
Azulejos e pastilhas	m ²	área real (golas, faixas de menos de um metro e cantos devem ser considerados separadamente)
Peitoris	m	comprimento real
Pisos e contrapisos	m ²	área real
Soleiras	m	comprimento real, conforme tipo e largura da peça
Degraus	m	comprimento real, conforme tipo e largura da peça, somando os espelhos
Rodapés	m	comprimento real
Forros	m ²	área real (acessórios considerados separadamente)
7. Cobertura		
Estrutura de madeira ou metálicas	m ²	área em projeção (inclinação considerada na composição)
Telhamento	m ²	área em projeção (inclinação considerada na composição)
Cumeeiras, calhas, capeamentos, algerozas e dutos de queda	m	comprimento real, conforme o tamanho do elemento (diâmetro ou corte)
8. Esquadrias e vidros		
Esquadrias de madeira	un	conforme tamanhos e tipos
Esquadrias metálicas ou plásticas	m ²	área real do vão
Acabamento das golas	m	perímetro de alvenaria no vão
Ferragens	un	conforme tipo e marca
Vidros	m ²	área real do vão
9. Pinturas e tratamentos		
Pintura em alvenarias	m ²	área real

Pintura em esquadrias	m ²	área real das duas faces (consumo extra de material e mão-de-obra considerado nas composições)
Pintura ou tratamento de estrutura de cobertura	m ²	área em projeção (inclinação considerada na composição)
10. Impermeabilizações		
Impermeabilização de baldrame	m	comprimento das vigas
Impermeabilização de lajes internas	m ²	área real das lajes
Impermeabilização de coberturas	m ²	área real das lajes, considerando detalhes (ralos, cantos, etc) em separado

As paredes devem ser medidas segundo um critério lógico. Recomenda-se medir primeiro as paredes alinhadas no sentido vertical, de cima para baixo, e depois as paredes alinhadas no sentido horizontal, da esquerda para a direita. Por fim, medem-se as paredes em diagonal ou curva. Esta seqüência deve ser realizada para cada espessura de parede, ou tipo de alvenaria, lembrando que os cantos só devem ser incluídos uma vez.

No caso da falta de projetos, desejando-se mesmo realizar o orçamento, pode-se considerar medidas estimativas, indicando este fato explicitamente no orçamento. Para as estruturas, pode-se adotar os seguintes parâmetros médios:

- Fundações: estimar concreto a 0,2 m³/m² pavimento térreo, armadura a 50 kg/m³ de concreto e fôrmas a 9 m²/m³ de concreto;
- Estrutura: estimar concreto a 0,2 m³/m² pavimento, armadura a 60 kg/m³ concreto e fôrmas a 12 m²/m³ de concreto.

Tabela 2. Participação percentual média dos serviços em um orçamento.

Componente	% do custo
• Estruturas	21,36
• Revestimentos e pintura	14,50
• Esquadrias e ferragens	12,63
• Instalações hidráulicas	10,40
• Elevadores	7,58
• Alvenaria	7,56
• Pisos e rodapés	6,35
• Serviços preliminares	5,74
• Instalações elétricas	5,43
• Serviços complementares	4,03
• Estaqueamento	3,62
• Cobertura	0,80
Total	100,00

Outra forma de orçamento aproximado é pela consideração da participação percentual média dos grandes itens no custo total. A falta de alguns projetos ou dados é compensada

calculando-se o que já está definido e projetando o restante. Uma distribuição razoável é a que está mostrada na Tabela 2, a qual é adequada para prédios de apartamentos residenciais de padrão normal, com 8 a 12 pavimentos.

Por exemplo, se o valor orçado (com base nos outros projetos, disponíveis) foi de R\$ 840.000,00, e as instalações elétricas e hidráulicas são previstas como normais, pode-se complementar o orçamento da seguinte forma:

- Define-se a participação: Instalações hidráulicas = 10,5% e Instalações elétricas = 5,5%, somando o equivalente a 16% do prédio;
- O orçamento básico representa $(100\% - 10,5\% - 5,5\%) = 84\%$;
- As instalações podem ser estimadas em R\$ 105.000,00 e R\$ 55.000,00, respectivamente;
- Conclui-se que o orçamento total será de R\$ 1.000.000,00.

5.1. Planilha Orçamentária

Item	Atividades/Serviços	Unid	Quant	Unitário	Total
7	REVESTIMENTO INTERNO				
7.1	Chapisco	m ²	200,0	3,00	600,00
7.4	azulejos	m ²	40,0	18,00	720,00
					1.320,00

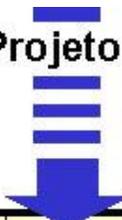
*** Papel A4 Retrato**

Figura 2. Planilha orçamentária de 6 colunas.

É o documento onde são registradas todas as operações de cálculos e discriminados todos os serviços que serão executados na obra. As planilhas podem ser de vários modelos (Figura 2, Figura 3), dependendo do tipo de obra e/ou contrato firmado entre o construtor e o cliente. As planilhas registram as quantidades de cada serviço e seus custos/preços. Algumas planilhas, mais detalhadas podem separar os custos/preços da mão-de-obra, dos materiais e equipamentos. Numa planilha devem constar, no mínimo, as seguintes informações:

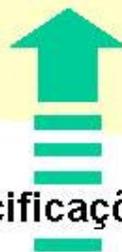
- a) no cabeçalho (início): logotipo da construtora; identificação da obra; área construída; local; cliente.
- b) no encerramento: custo ou preço final; data; assinatura do autor do orçamento; nome do responsável técnico (autor); número do CREA/UF.

Projeto



Item	Atividades/Serviços	Unid	Quant	Unitário	Parcial	Global
7	REVESTIMENTO INTERNO					
7.1	Chapisco	m ²	200,0	3,00	600,00	
7.4	azulejos	m ²	40,0	18,00	720,00	1.320,00

Especificações



*** Papel A4 Paisagem**

Tabelas de composição de custos/preços TCPO - Pini



Figura 3. Planilha orçamentária de 7 colunas.

6. COMPOSIÇÃO DE SERVIÇOS

As composições de custos unitários são as "fórmulas" que calculam os preços unitários nos orçamentos discriminados. Cada composição consiste das quantidades individuais de insumos (material, mão-de-obra e equipamentos) necessários para a execução de uma unidade de um serviço.

Em geral, o método para se chegar ao preço de um serviço envolve os custos com materiais, equipamentos e mão-de-obra, além dos custos com despesas indiretas e benefícios (lucros), o qual está mostrado na Figura 4.



Figura 4. Método de cálculo do preço de um serviço (LST – Leis Sociais Trabalhistas; BDI – Benefícios e Despesas Indiretas).

No momento do orçamento, é necessária a decisão sobre o uso de equipamentos próprios ou se devem ser alugados. A consideração do cronograma da obra (e das demais da empresa) é importante. De qualquer forma, é conveniente estimar custos, mesmo que o equipamento seja da empresa, por causa da depreciação. Neste caso, pode ser considerado o mesmo valor do custo de aluguel, não esquecendo os custos de transporte e instalação.

6.1. Leis Sociais Trabalhistas

Também chamadas de encargos trabalhistas, são contribuições obrigatórias a que estão sujeitos os empregadores, variando de acordo com o ramo de atividade e, no caso da construção civil, podendo variar até de obra para obra. As alterações de regras e alíquotas são freqüentes, sendo conveniente obter uma relação atualizada em publicações do ramo. Na Tabela 3, são apresentados os percentuais que incidem sobre a mão-de-obra.

Dependendo do tipo de gestão aplicada aos empreendimentos pode-se reduzir o percentual dos encargos sociais, como por exemplo, a contratação dos empregados com salário mensal (mensalistas), que pode reduzir o percentual das LST para 74,54%, ou ainda, com a manutenção das equipes de uma obra para outra sem a dispensa ao final de cada trabalho, redução e eliminação de horas-extras, medidas eficazes que reduzam os acidentes de trabalho.

6.2. Benefícios e Despesas Indiretas

Para se chegar ao preço de um serviço, ou obra, sobre o montante obtido para o custo, deve-se acrescentar um percentual chamado de BDI, a fim de considerar as despesas administrativas, financeiras, tributárias da construtora e o lucro almejado no empreendimento. Na construção civil, tem se tornado cada vez mais comum às construtoras executarem uma obra por administração, cobrando taxas de administração em torno de 10% sobre o custo da obra. Desse percentual, a construtora obterá seu lucro e cobrirá as despesas indiretas que tiver na execução da obra.

Tabela 3. Encargos sociais*.

A. Encargos sociais básicos	Horistas (%)
A1 Previdência Social	20,00
A2 Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS)	8,00
A3 Salário-educação	2,50
A4 Serviço Social da Indústria (SESI)	1,50
A5 Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)	1,00
A6 Serviço de Apoio à Pequena e Média Empresa (SEBRAE)	0,60
A7 Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)	0,20
A8 Seguro contra acidentes de trabalho (INSS)	3,00
Subtotal	36,80
B. Encargos sociais que recebem as incidências de A	
B1 Repouso semanal e feriado	22,90
B2 Auxílio-enfermidade (adotado PINI)	0,79
B3 Licença-paternidade (adotado PIN)	0,34
B4 13º Salário	10,57
B5 Dias não trabalhados: chuva, faltas justificadas, acidentes de trabalho, greves, falta ou atraso de materiais ou serviços na obra e outros (adotado PINI)	4,57
Subtotal	39,17
C. Encargos sociais que não recebem incidências globais de A	
C1 Depósito por dispensa injusta (multa 40 % FGTS)	4,45
C2 Aviso prévio indenizado (adotado PINI)	13,12
C3 Férias indenizadas	17,45
Subtotal	31,63
D. Taxas das reincidências	
D1 Reincidência de A sobre B: $36,8 * 39,17 / 100$	14,41
D2 Reincidência de A2 sobre C2: $8,0 * 13,12 / 100$	1,05
Subtotal	15,46
E. Outros	
Vale-transporte Refeição mínima (café da manhã) Refeições Seguro de vida e acidentes em grupo	A calcular
TOTAL	123,06

Contudo, todas as despesas, decorrentes do exercício de uma atividade empresarial, devem ser contabilizadas, fazendo o levantamento dos custos administrativos, mantendo o controle sobre os tributos e os juros pagos pelo capital tomado de terceiros. Não existe uma fórmula para

* Adaptado da Revista Construção – Região Sul (agosto/2000).

determinar o BDI mais adequado para cada tipo de empreendimento, mas em geral adotam-se valores percentuais próximos de 20% (variando de 10 a 35%). Evidentemente, que se a empresa precisa manter equipes, seja pela impossibilidade de dispensa ou por ter obra programada na seqüência, ela pode executar obras pelo custo, considerando BDI igual a zero, ou bem próximo de zero. Em resumo, a definição do BDI é de competência dos dirigentes da empresa, cabendo aos técnicos (engenharia e contabilidade) manter e fornecer as informações que irão auxiliar na decisão.

Para avaliar as despesas indiretas é necessário manter um permanente controle sobre a origem das despesas efetuadas pela construtora. Na relação apresentada a seguir, são mostrados os itens que, no mínimo, devem ser levados em conta para se ter um controle razoável das despesas indiretas.

6.2.1. Administrativas

- 1) rateios para a administração central:
 - a) remuneração dos sócios-proprietários (acionistas, diretores, etc.) – são os dividendos e/ou *pró-labore* pagos aos dirigentes (sócios) da construtora;
 - b) indenização de despesas diversas – pagas por determinação judicial ou da assembléia (diretoria);
 - c) fundos ou provisões vários – para constituição de fundo para aquisição de equipamentos ou pagamentos de prêmios (abonos);
- 2) amortização ou depreciação:
 - a) instalações de apoio – usadas em várias obras ou de capital empregado na compra de escritórios paletizados, banheiros, etc;
 - b) equipamentos – elevadores, guias, betoneiras, etc;
 - c) acessórios e suprimentos;
 - d) mobilização e desmobilização;
- 3) rateios por obra:
 - a) gerenciamento – administração, produção e controle das obras;
 - b) desgaste de ferramentas, móveis e utensílios;
 - c) transporte e veículos;
 - d) terceiros (alugueres, energia, água, telefone, etc.);
 - e) publicidade;
 - f) manutenção (abastecimento, lubrificação, oficina, etc.);
 - g) perdas diversas (ações trabalhistas, dias de chuva, acidentes, etc.).

6.2.2. Financeiras

- a) gastos com financiamentos – empréstimos bancários, atrasos e inadimplência de clientes, etc.;
- b) cauções e retenções contratuais;
- c) multas devidas por atraso e outros motivos estabelecidos em contrato.

6.2.3. Tributárias

- a) impostos e taxas (ISS, IPI, IR, IPMF, CPMF, etc.);
- b) CONFINS, PIS, Pasep, etc.

6.3. Custo Unitário Básico – CUB

O CUB surgiu em 1965, com a aprovação da Norma Brasileira NB-140 de Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamentos de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínios, sendo o primeiro instrumento técnico preocupado com a caracterização de edificações. Ele é o indicador do custo unitário de construção, utilizado como instrumento de reajuste para os valores monetários calculados na norma e servindo ainda como parâmetro para orçamentos simplificados e para reajuste em contratos de obras comuns.

O CUB foi criado através da análise de 24 projetos-padrão, e representa parte do custo por metro quadrado, pois nem todos os elementos componentes da edificação estão incluídos. Estão excluídos os elevadores, instalações especiais, equipamentos diversos, obras complementares, fundações especiais, impostos e taxas, custo do projeto, remuneração do construtor e do incorporador. O CUB apresenta 24 valores, correspondentes aos 24 projetos-padrão.

Para a aplicação do custo unitário de construção, é importante verificar a definição de **ÁREA DE CONSTRUÇÃO**, conforme definida pela NB-140, isto é, a homogeneização das áreas de características construtivas semelhantes, através da aplicação da tabela de fatores de ponderação comumente empregada pelos incorporadores idôneos e aceita pelos agentes financeiros.

- **ÁREA DE CONSTRUÇÃO** - segundo a NB-140 (1992), é a área coberta-padrão, com suas medidas reais somada às áreas equivalentes de construção, conforme dimensões estimadas pela norma.
- **ÁREAS EQUIVALENTES DE CONSTRUÇÃO** - são as áreas reais que sofreram um aumento ou redução, pela aplicação de coeficientes de equivalência, por terem estas áreas, reconhecidamente, um custo por m² maior ou menor em relação ao valor indicado pelo CUB. Correspondem a 25% das áreas descobertas como terraços, quintais e play-grounds, e a 50% das áreas cobertas de padrão diferente, como pilotis, depósitos, garagens e subsolos.

Para moradias unifamiliares, as áreas equivalentes são as seguintes:

- corpo da casa = 1,0
- edículas = 0,6 a 1,0
- abrigo para auto = 0,2 a 0,5

6.4. SINAPI

É um índice implantado pelo BNH em 1969, com o principal objetivo de atender a necessidade de informações mais detalhadas sobre o custo de construção e sobre índices de evolução. Ele exclui do seu custo unitário os custos de projetos, licenças e seguros, instalações provisórias, administração e lucro da construtora e incorporadora.

O custo do metro quadrado de construção do SINAPI propõe um campo mais extenso de aplicação, tais como estimativas de custos, análise de projetos, orçamentos expeditos e engenharia de avaliações. Porém, similar ao CUB, incorre na mesma falta de atualização.

6.5. Roteiro para o Levantamento Quantitativo

A rotina de levantamento de quantidade exige conhecimento de leitura de planta, execução de obras e metodologia própria. Desta forma, algumas rotinas são lembradas:

1. Ao receber os projetos, verificar os memoriais descritivos.
2. Observar nos memoriais descritivos, marcas, metodologia ou materiais especiais.
3. Abrir as plantas e "coordenar", verificando se os projetos de arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica e, detalhes estão referindo-se a "mesma obra".
4. Começar o levantamento pelas fôrmas, pois irão facilitar nos descontos das alvenarias.
5. Depois, levantar arquitetura, procurando identificar as paredes, pisos, e tetos.
6. Estabelecer planilhas auxiliares para portas e janelas, em m² e ml de batentes.
7. Ao fazer os levantamentos de paredes, procure utilizar planilhas já formatadas para auxiliar.
8. Estabelecer uma rotina de leitura de planta, a qual deve ser seguida até o final dos trabalhos. As mudanças de rotinas no meio do trabalho são desgastantes e improdutivas.
9. Pense sempre que, ao terminar uma jornada diária, você entrará de férias no dia seguinte e, portanto, deverá deixar suas anotações tão completas quanto possíveis.

6.5.1. Exemplos

- (1) Para a execução de escavação de solo para vigas de fundação, o único insumo é a mão-de-obra (servente), sendo estimado um consumo de 4 horas para cada m³ escavado (Tabela 4).

Tabela 4. Escavação de solo normal, até 3 m de profundidade – m³.

insumo	nome	quantidade unitária	preço unitário	preço parcial
1	servente	4,00 h	2,50/h	10,00
			total - R\$	10,00

O preço unitário do serviço é obtido multiplicando-se a quantidade despendida do insumo por seu preço. No caso, o valor da hora é de R\$ 1,00 (um real). Acrescentando-se os percentuais de Leis Sociais, considerados como 150%, o preço do insumo "Servente" é de R\$ 2,50 (dois reais e cinquenta centavos) e o preço do serviço "Escavação" é de R\$ 10,00/m³.

- (2) A execução da armadura de uma viga, em aço CA-50 de 1/2" (12.5mm) envolve os seguintes insumos, já incluídas as perdas (Tabela 5).

Da mesma forma, os percentuais de Leis Sociais estão embutidos nos preços. Não é necessário que seja assim, podendo-se calcular em separado, acrescentando-se como um subtotal.

O valor adotado, de 150% é meramente ilustrativo, e depende de vários fatores, principalmente da legislação vigente na data e nas condições particulares da empresa (rotatividade, horas extras, índice de ações trabalhistas, etc). Para estes dois exemplos, o valor calculado é o preço de custo, válido genericamente, para obras comuns. Contudo, em cada caso, devem ser verificados aspectos singulares, tais como: local da obra (transporte), horário e condições de trabalho (horas-extras, periculosidade, insalubridade). Além disto, devem ser acrescidos os custos indiretos e o lucro desejado (BDI).

Tabela 5. Armadura CA-50, ½" - kg.

insumo	nome	quantidade unitária	preço unitário	preço parcial
1	aço CA-50, 1/2"	1,05 kg	0,80/kg	0,84
2	arame recozido 18awg	0,02 kg	2,00/kg	0,04
3	ferreiro	0,10 h	4,00/h	0,40
4	ajudante de ferreiro	0,10 h	2,50/h	0,25
			total - R\$	1,53

(3) Argamassa para alvenaria, traço 1:2:9 - m³:

- materiais - traço em volume, considerando os pesos específicos
 - peso específico do cimento = 1600 kg/m³;
 - peso específico da cal hidratada = 1030 kg/m³;
- volume para cada parcela do traço é: $1 \text{ m}^3 / (1+2+9) = 0,083333 \text{ m}^3$
 - cimento: $0,083333 \times 1 \times 1600 = 133,3333 \text{ kg}$
 - cal hidratada: $0,83333 \times 2 \times 1030 = 171,6666 \text{ kg}$
 - areia: $0,083333 \times 9 = 0,75 \text{ m}^3$
- perdas: assume-se perda média de 15% nos materiais
- mão-de-obra: estimada (ou medida na obra) em 10 h/m³;
- betoneira: tempo ocupado estimado (ou medido na obra) em 4h;

Tabela 6. Argamassa para alvenaria (1:2:9) – m³.

insumo	nome	quantidade unitária	preço unitário	preço parcial
1	cimento	133,3333 kg*1.15	0,15/kg	23,00
2	cal hidratada	171,6667 kg*1.15	0,12/kg	23,69
3	areia média	0,7500 m ³ *1.15	16,00/m ³	13,80
4	betoneira 500 litros	0,5000 dia	10,00/dia	5,00
5	servente	10,0000 h	2,50/h	25,00
			total - R\$	90,49

- composição de preços na Tabela 6.
- (4) Alvenaria de tijolos furados (6 furos, 10 x 15 x 20), 10 cm de largura - m², para revestir:
- quantidade de tijolos
 - tijolos em um metro quadrado: $1/0,16 \times 1/0,21 = 29,762$ un
 - área ocupada pelos tijolos: $29,762 \times 0,15 \times 0,20 = 0,892857$ m²
 - volume de argamassa: $(1 - 0,892857) \times 0,10 = 0,0107$ m³
 - perdas: assume-se perda média de 15% nos materiais
 - mão-de-obra: estimada em 1,6 h de pedreiro e 0,8 h de servente (estes valores são tradicionalmente empregados);

Tabela 7. Alvenaria de tijolos furados (6 furos, 10 x 15 x 20), 10 cm de largura – m².

insumo	nome	quantidade unitária	preço unitário	preço parcial
1	tijolos	29,7620 un*1.15	0,15/un	5,13
2	argamassa 1:2:9	0,0107 m ³ *1.15	82,60/m3	1,02
3	pedreiro	1,6000 h	4,00/h	6,40
4	servente	0,8000 h	2,50/h	2,00
			total - R\$	14,55

De qualquer forma, é importante que a montagem seja coerente com o critério adotado para a medição de serviços semelhantes, para que se saiba o que está incluído e o que não está nos valores resultantes da composição de custos.

Embora os preços possam ser obtidos de listas, do tipo publicado periodicamente em revistas ou fornecidos por contrato (mediante assinatura), para a execução da obra é preciso obter as composições de custos, propriamente ditas, para que seja possível realizar a aquisição de materiais, contratação da mão-de-obra ou de serviços subempreitados e o controle geral da obra.

7. CRONOGRAMA

Cronograma é a representação gráfica da execução de um projeto, indicando os prazos em que as diversas atividades deverão ser executadas. Estas atividades são mostradas de forma lógica, segundo a ordem de sucessão das mesmas. É realizado, inicialmente, com base nos dados decorrentes do orçamento discriminado, buscando uma distribuição de recursos humanos e financeiros otimizada, além da seqüência técnica necessária para a execução da obra. Existem basicamente dois métodos para a programação de obras: PERT-CPM (forma de rede) e GANTT (gráfico de barras).

Os cronogramas são, portanto, uma ferramenta de planejamento que permite acompanhar o desenvolvimento físico dos serviços e efetuar previsões de quantitativos de mão-de-obra, materiais e equipamentos, tanto os incorporados à obra construída, quanto àqueles usados na construção. Este tipo de cronograma é chamado de **cronograma físico**. Pode ser usado, ainda,

o **cronograma físico-financeiro**, o qual permite determinar o faturamento a ser feito ao longo da execução da obra.

7.1. Cronograma Físico

Com este cronograma pretende-se obter as seguintes informações:

- Especificação da atividade
- Prazo da obra e sua Data de início e Data de Término
- Data de início e término de cada atividade
- Quantidade em % de atividade que será executada mês a mês.

As diversas atividades de um projeto consomem recursos com mão-de-obra, materiais e máquinas ao longo do tempo, portanto, é necessário mostrar em que medida cada um será necessário durante a obra. Isto é feito através de cronogramas de mão-de-obra, de materiais e de equipamentos.

A organização dos serviços, neste caso, não é a mesma do orçamento. No orçamento, a divisão obedece a critérios diferentes, como facilidade de medição, identificação visual ou discriminação orçamentária empregada. Quando se realiza a programação, precisa-se dividir ou agrupar os serviços, de acordo com a forma como serão executados. Os que serão executados de forma intermitente e simultânea devem ser divididos (estrutura de concreto, pisos, alvenaria, revestimentos), enquanto que os de execução contínua devem ser agrupados (instalações hidráulicas e elétricas). Assim, é preciso retrabalhar o orçamento, adaptando-o para o cronograma. Após estas modificações, não há mais a divisão em serviços, mas em **atividades**. Em um sistema informatizado, esta etapa pode ser quase automática, visto que os serviços têm geralmente a mesma característica em obras semelhantes (por exemplo, as alvenarias sempre serão divididas em andares ou parcelas menores, nos edifícios). Para o desenvolvimento desta tarefa, deve-se imaginar como a obra será executada, ou seja, qual será a seqüência das atividades.

7.1.1. Cronograma de Mão-de-Obra

Com as quantidades dos serviços levantados dos projetos para a execução do orçamento e com as composições unitárias empregadas na determinação dos custos, pode-se calcular as quantidades parciais e totais de mão-de-obra necessárias para realizar os serviços. Com as adaptações, estes serviços se transformam em atividades, carregando consigo estas informações de consumo de mão-de-obra.

Existem dois caminhos, então: fixar um prazo global (ou data de término) ou fixar alguma limitação de ordem material (número de homens, dispêndio mensal, prazo de entrega de materiais não comuns). A definição da duração de cada atividade - que é a relação entre a quantidade de mão-de-obra (número de homens) e a quantidade total de homens-hora necessários - será feita segundo estas limitações. Naturalmente, em uma obra comum, a quantidade de atividades é grande e não se atinge facilmente um equilíbrio entre os diversos fatores. Mesmo em sistemas informatizados, a participação da sensibilidade humana, ou a quantidade de decisões necessárias são muito significativas, e ocorrem diversas iterações ou tentativas, até se atingir uma boa programação que contemple as várias grandezas envolvidas (recursos humanos e financeiros, técnica, relações com o comércio).

Após a primeira tentativa, na qual se fixam equipes e determina-se o tempo necessário para realização das atividades, a programação passa por uma revisão, verificando se o prazo total atingido é compatível com as necessidades. Revisam-se as durações estipuladas, as folgas consideradas, a seqüência determinada entre atividades, e a vinculação entre estas, as quais nem sempre são rígidas, podendo-se criar dificuldades que não existem na verdade ou que dependem do método de execução.

7.1.2. Cronograma de Materiais e Equipamentos Incorporados ao Projeto

Este cronograma tem como finalidade fornecer ao setor de suprimentos, com antecedência, todos os dados referentes aos fornecimentos necessários à implementação do projeto, durante todas as suas fases de construção.

É elaborado a partir das atividades relacionadas a esta fase do projeto, com todos os materiais e as respectivas quantidades.

7.1.3. Cronograma de Equipamentos de Construção

Este cronograma exige que o cronograma físico de implementação da obra esteja definido, bem como o método e o processo de execução.

Todas as atividades que irão mobilizar equipamentos são listadas, por tipo de equipamento. Em seguida, levanta-se o tempo que cada equipamento será utilizado.

7.2. Cronograma Físico-Financeiro

Durante a programação da obra, também deve ser analisado o volume de recursos necessários para a sua execução, conforme o cronograma físico previsto. Além disto, os dispêndios mensais devem seguir uma seqüência lógica de aumento no início, até atingir um patamar constante, manutenção deste por algum tempo, e queda no final da obra.

Com este cronograma pretende-se obter as seguintes informações:

- Especificação da atividade e seu respectivo desembolso mês a mês.
- Prazo da obra, que será o mesmo do cronograma físico.
- Resumo do desembolso mês a mês.
- Valor de cada atividade.
- Valor Total da obra.

7.3. Etapas da Elaboração de Cronograma

1. Subdivida o trabalho em pequenas tarefas - consiste na preparação de listas ou relatórios dos serviços a serem executados (as quantidades totais orçadas) e da mão-de-obra (nas composições). Com estas informações são calculadas as equipes de trabalho;
2. Estime a duração (dias) de cada pedaço (utilize dados históricos) - preparação de uma tabela de precedências de serviços (ou atividades). Neste ponto, já é possível determinar o prazo de execução da obra, em uma primeira aproximação, por PERT-CPM ou cronograma de barras;

3. Discuta as suas estimativas com pessoas experientes / envolvidas;
4. Não planeje usar horas extras (exclua fins de semana e feriados) - é interessante distribuir a mão-de-obra de forma homogênea no tempo, evitando contratações e dispensas ou transferências repetidas. A análise detalhada permite corrigir eventuais erros nas precedências ou acúmulos de mão-de-obra localizados. Em geral as categorias mais presentes são carpinteiros, pedreiros e serventes;
5. Considere capacidade e habilidade das pessoas executoras;
6. Considere disponibilidade de recursos (tempo, restrições, etc.);
7. Inclua tempo para treinamento de novos conceitos;
8. Considere tempo para atividades paralelas (reuniões, review, etc.);
9. Considere tempo para viagens;
10. Verifique caminho crítico;
11. Inclua um nível adequado de tolerância (distribuído por tarefas).

A elaboração de cronograma é um processo iterativo, com novos ajustes e correções a cada vez. O resultado final do trabalho é um conjunto de tabelas e gráficos que descreve o planejamento das atividades (sua distribuição no tempo).

Os gráficos referentes à mão-de-obra em geral são semanais, por causa da forma de pagamento usual. Os gráficos referentes a materiais ou equipamentos podem ser mensais ou também semanais. Apenas em casos extremos, de obras especiais (como reformas de agências bancárias) os cronogramas serão diários.

As duas formas básicas de realização dos cronogramas de obras podem ser realizadas em conjunto ou isoladamente. Pode-se realizar um cronograma de barras geral, para toda a obra, e detalhar algumas partes através de cronogramas PERT/CPM. Não se pode afirmar que um seja "mais correto" ou mais preciso que o outro. A qualidade do cronograma depende fundamentalmente do programador, que precisa ter bons conhecimentos de obras (em geral) e da obra em análise.

7.3.1. Cronograma de Barras

Este método é extremamente simples, porém, sua montagem não é tão simples. Para montá-lo, o programador precisa conhecer a obra em detalhe e o encadeamento das atividades deve ser tão rigoroso quanto no PERT-CPM. Contudo, seu entendimento é imediato e o acompanhamento em obra seja mais fácil.

Ele é construído listando-se as atividades de um projeto em uma coluna e as respectivas durações, representadas por barras horizontais (Figura 5), em colunas adjacentes, com extensão de acordo com a unidade de tempo adotada no projeto (dias, semanas, meses).

A principal desvantagem deste gráfico é não mostrar, com clareza, a interdependência das atividades, que, às vezes, são indicadas por meio de setas pontilhadas (linhas retas ou curvas).

7.3.2. PERT-CPM

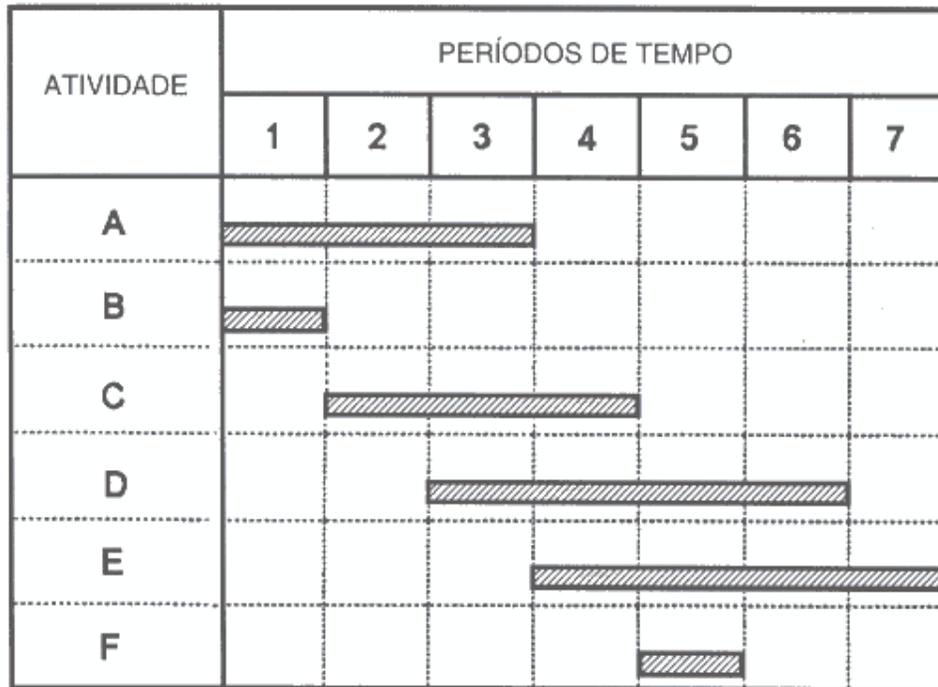


Figura 5. Cronograma de barras.

O Método do Caminho Crítico (*Critical Path Method - CPM*) é voltado para as programações que envolvem atividades com durações eminentemente determinísticas. Neste caso, os tempos de execução são razoavelmente bem conhecidos.

O método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) é mais apropriado para os casos em que os tempos de execução das atividades são pouco conhecidos, envolvendo então probabilidades de execução no período considerado.

Os dois métodos apresentam muitas semelhanças, por isso é comum se falar em PERT-CPM, como se fosse um método único. O sistema PERT-CPM é de uso genérico, podendo ser empregado com inúmeras finalidades, quando existem variadas atividades e tempos de execução. É considerado um modelo lógico-matemático da obra, porém, não é utilizado corriqueiramente. Apenas profissionais experientes o empregam, por causa da complexidade e do tempo despendido na sua montagem.

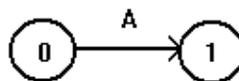


Figura 6. Representação de rede PERT-CPM.

Os elementos do gráfico são os nós e as setas orientadas, que representam os eventos e as atividades (operações), respectivamente. As atividades ligam sempre dois eventos, chamados de inicial e final. Na Figura 6, apresenta-se o caso mais simples de rede PERT-CPM, com dois eventos e uma atividade.

As atividades consomem tempo ou recursos financeiros, enquanto que os eventos são "marcos" de início ou fim, não tendo estas implicações. O custo de execução das atividades pode ser empregado no lugar do tempo, se for mais interessante esta alternativa. O processamento é idêntico.

As atividades podem ser executadas em série ou em paralelo (simultaneamente). No caso de ocorrência de atividades paralelas, com tempos distintos, surgem confusões, e devem ser empregadas as **atividades fantasmas**, como se vê na Figura 7. O evento fantasma é uma atividade fictícia, destinada a equilibrar a rede, não consumindo recursos. Pode-se citar como exemplo o tempo gasto na cura do concreto após seu lançamento e adensamento.

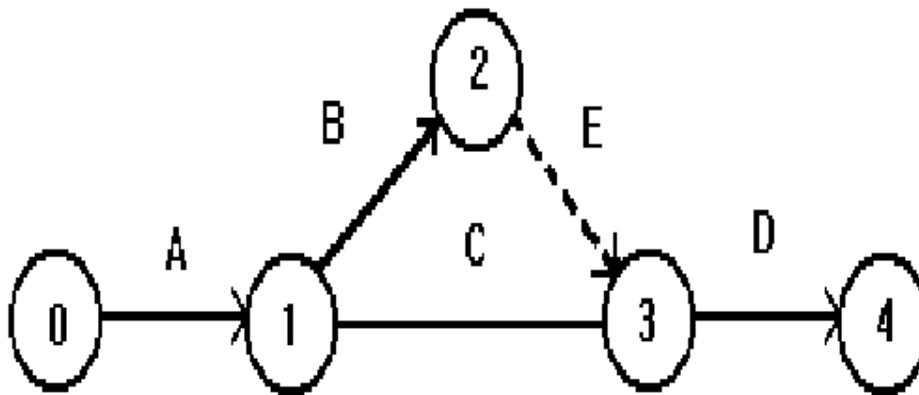


Figura 7. Atividades fantasmas.

As atividades condicionantes são elementos que precisam ocorrer para que outras atividades sejam executadas. Um evento é dito "atingido" se todas as atividades que chegam nele foram executadas. Uma atividade só pode ser executada se o evento inicial for atingido. Entre dois eventos sucessivos só pode existir uma atividade. Não podem existir ciclos ou circuitos na rede.

O processo de montagem pode começar pelo final da obra ou pelo início. Os passos necessários para a execução de uma rede são os seguintes:

1. Relacionar as atividades, atribuindo precedências e subsequências de execução;
2. Identificar as que podem ser realizadas em paralelo;
3. Montar graficamente as relações;

Após a montagem da rede básica, pode ser determinado o tempo consumido entre o início e o fim da obra. O prazo total consiste na soma das durações das atividades no caminho mais desfavorável, chamado de **caminho crítico (CC)**. As atividades do CC são indicadas por uma linha dupla ou mais espessa que as demais, podendo existir mais de um caminho crítico. Os demais caminhos da rede, que têm menores tempos, apresentam **folgas** de execução. Eventualmente, todos os caminhos podem ser críticos, ou seja, não apresentam folgas.

Depois que as folgas são determinadas, os eventos dos caminhos não-críticos podem receber variações em seus inícios e/ou finais. O primeiro momento que uma atividade pode ser executada é chamado de Primeira Data de Início, Data Mais Cedo ou simplesmente Cedo. Da mesma forma, o último momento de execução de uma atividade é a Data Mais Tarde, Última

Data de Fim ou Tarde. A adequada alteração dos momentos de início e fim de várias atividades permite o ajustamento dos recursos consumidos (evitando acúmulos indesejados em determinados momentos).

É fácil perceber que no caminho crítico, no qual a folga é zero, Cedo e Tarde coincidem com o início e o final previstos, não havendo escolha ou intervalo de execução, apenas um momento determinado para iniciar e concluir a atividade.

Recorrentemente, a **folga** pode ser definida como a diferença entre Cedo e Tarde. O gráfico completo da rede indica todas as informações: número do evento, duração das atividades, cedo e tarde, convenientemente posicionadas para evitar confusões (Figura 8). A numeração dos nós deve ser de forma que uma atividade saia sempre de um nó de número inferior, chegando em um nó de número superior.

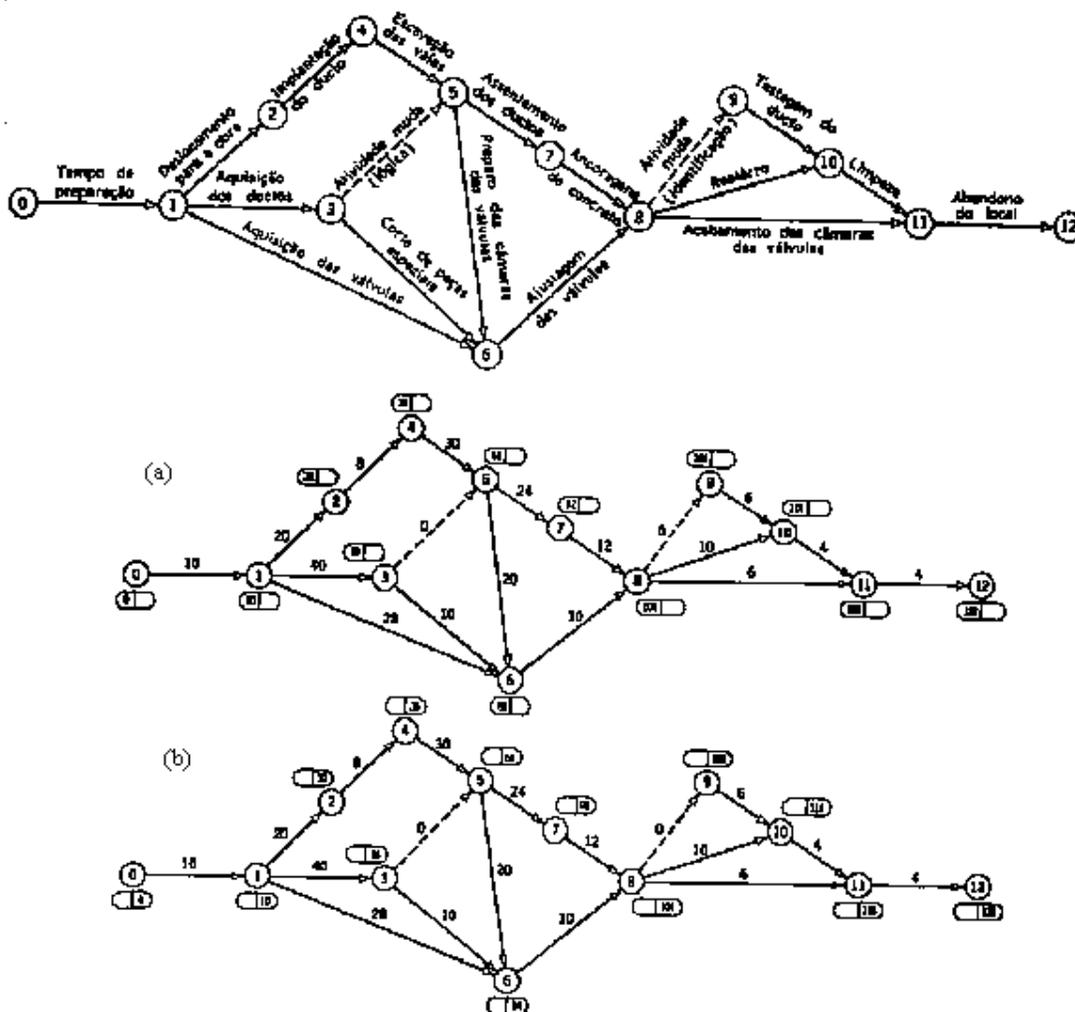


Figura 8. Representação completa de uma rede PERT-CPM. (a) Ocorrências mais cedo dos eventos; (b) Ocorrências mais tarde dos eventos.

8. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AZEREDO, Hélio A. O Edifício e Seu Acabamento. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BORGES, Alberto de C. *Prática das Pequenas Construções*. V. II. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CARDÃO, Celso. *Técnica da Construção*. V. 2. Belo Horizonte: Edições Engenharia e Arquitetura, 1979.

GOLDMAN, Pedrinho. *Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira*. São Paulo: Pini, 1997.

GONZÁLEZ, Marco A. S. *Introdução às Especificações e Custos de Obras Cíveis*. São Leopoldo: UNISINOS, 1998.

LIMMER, Carl V. *Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos de Obras*. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

PETRUCCI, Eladio G. R. *Materiais de Construção*. Porto Alegre: Editora Globo, 1978.

RIPPER, Ernesto. *Como Evitar Erros na Construção*. São Paulo: Pini, 1986.

ZULIAN, Carlan S., DONÁ, Elton C., VARGAS, Carlos L. *Construção Civil. Notas de aula – Orçamentos*. UEPG - <http://www.uepg.br/denge/civil/>, 2002.

Sites:

<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/soares/cap2/cap2.htm>