

Por fim, a Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) é uma das fontes de composição de custos mais utilizada no Brasil, tanto por empresas públicas quanto privadas. A TCPO é considerada a principal referência para a execução de orçamentos na engenharia de custos no Brasil e é produzida pela Editora PINI (Figura 2).

The screenshot shows the TCPO Web interface. At the top, there's a search bar with the text 'Busca geral: Digite aqui código ou descrição para pesquisar...'. Below the search bar, there's a sidebar on the left with a tree view of categories. The main area displays the search results for 'Canteiro de obras' (10 items) on page 1 of 1. The selected item is 'Código: 02.001.000002.SER - SERVIÇO COMPOSTO - Unidade: m²'. The description is 'Abrigo provisório de madeira com dois pavimentos para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas'. The region is 'São Paulo', and the date is '2015/10'. The quantity is '1 m²'. The total price is '457,36' (Sem taxas) and '457,36' (Com taxas). The breakdown shows three items: 'Carpinteiro' (13,4 h), 'Pedreiro' (0,4 h), and 'Servente' (15 h).

Código	Descrição	Un	Class	Coef	Preço unitário (R\$) sem taxas	Total (R\$) sem taxas	Consumo
01.007.000001.MOD	Carpinteiro	h	MOD	13,4	6,86	91,92	13,4
01.021.000001.MOD	Pedreiro	h	MOD	0,4	6,86	2,74	0,4
01.026.000001.MOD	Servente	h	MOD	15	5,64	84,60	15

Figura 2 - A TCPO Web.

Fonte: TCPO, 2021, n.p.

A tabela da TCPO conta com mais de 8.500 composições de serviços, preços de referência da indústria de materiais e serviços de construção civil. As composições são divididas de acordo com a classificação PINI:

00. Informações sobre o projeto;
01. Requisitos gerais;
02. Canteiro de obras e materiais básicos;
03. Concreto;
04. Vedações (internas e externas);
05. Componentes metálicos;
06. Madeiras e plásticos;
07. Impermeabilização, isolamento térmico e cobertura;

08. Portas, janelas e vidros;

09. Acabamentos, entre outros.

Destaca-se que cada uma das composições representa com detalhes um determinado serviço (descrição, quantidades, produtividade e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de medida desse serviço). Por fim, na tabela da TCPO os preços referentes aos insumos para orçamentos de obras são apresentados conforme a etapa da obra a ser realizada, sendo atualizados mensalmente conforme as variações da inflação e do preço de mercado (TCPO, 2021).

Cronograma Físico-financeiro de Construção

O planejamento não é uma ciência exata; no entanto, o conhecimento aprofundado do cronograma pode minimizar atrasos e, conseqüentemente, custos de uma obra. O cronograma, de acordo com Santos (2014), é a transformação de um plano de ação em um plano ou programação operacional.

Na construção civil, de acordo com Marega e Antônio (2017), o planejamento baseado em cronogramas, quando comparado a outras indústrias, envolve um alto grau de complexidade devido a diversos fatores como, por exemplo, o nomadismo – cada obra é realizada em locais diferentes, o que envolve aspectos diferentes a serem analisados.

Desta forma, é por meio de um cronograma físico-financeiro que se define o que deverá ser desembolsado por intervalo de tempo (semana, mês ou ano) e, assim, é possível definir exatamente quanto o investidor do empreendimento deverá gastar para que não seja pego de surpresa e haja interrupção de atividades, empréstimos e prejuízos.

Atualmente, há diversos softwares que atuam como ferramentas facilitadoras na elaboração de cronogramas. Nesse sentido, a evolução dos métodos possibilitou um aumento de precisão nos cronogramas, ao passo que a utilização de softwares proporcionou uma otimização de tempo de produção.

Cronograma Físico-financeiro

O cronograma físico, também denominado de gráfico de Gantt, foi desenvolvido em 1917 pelo engenheiro mecânico Henry Gantt, e é considerado uma importante ferramenta na visualização do acompanhamento das atividades e monitoramento do progresso real da obra em relação ao previsto (FITZSIMMONS, FITZSIMMONS, 2014).

O cronograma físico consiste em um gráfico formado por barras horizontais que indicam o início e o término de cada atividade. Ele permite que o gestor possua o registro das atividades que foram executadas de modo a poder cobrar o pagamento das receitas conforme definido em contrato, por exemplo (MATTOS, 2010).

No cronograma de barras, os intervalos de tempo que representam o princípio e o fim de cada etapa surgem como barras colocadas sobre o eixo horizontal do gráfico. Segundo Mattos (2010), o diagrama de Gantt é um gráfico simples, conforme é possível verificar na Figura 3.

Atividade	Seg 1	Ter 2	Qua 3	Qui 4	Sex 5	Sáb 6	Dom 7	Seg 8	Ter 9	Qua 10	Qui 11	Sex 12	Sáb 13	Dom 14	Seg 15
Construir fundações															
Construir paredes															
Instalar telhado															

Figura - Cronograma de barras (diagrama de Gantt)

Fonte: MATTOS, 2010, p. 202.

Na Figura 3, verifica-se que à esquerda figuram as atividades e à direita suas respectivas barras, desenhadas em uma escala de tempo. O comprimento da barra representa a duração da atividade, cujas datas de início e fim podem ser lidas nas subdivisões da escala de tempo.

Mattos (2010) destaca algumas vantagens do uso do gráfico de Gantt, como apresentação simples e fácil de ser assimilada; base para alocação de recursos; facilidade para o entendimento de folga; base para o cronograma físico-financeiro; e o fato de ser uma ótima ferramenta para ter controle do empreendimento. Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014) reportam que o gráfico de Gantt não possui um formato ideal para obras mais complexas, visto que a estrutura não é apresentada com clareza na interdependência das atividades. Nesse sentido, o gráfico não demonstra os locais que os recursos devem ser focados para que a obra não atrase.

Baseado em tudo o que foi visto sobre todas as qualidades relacionadas ao gráfico ou cronograma, é muito comum que este seja encontrado em obras, uma vez que através dele pode-se programar toda a atividade de campo, fazer pedido de compras, alugar máquinas e contratar operários, além de aferir o progresso e monitorar o atraso de atividades (WACHA; SILVA, 2014).

O cronograma físico-financeiro facilita o controle do cronograma das etapas e gastos em cada etapa da obra, de modo a verificar se estão de acordo com o projeto.

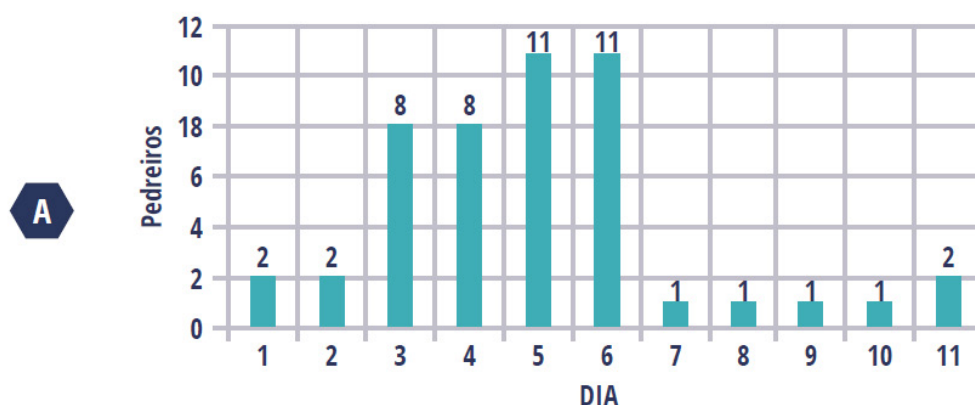
Ademais, permite que o gestor identifique rapidamente se as atividades e serviços necessitam de reajuste de preços, permitindo com que ele aja para adequar o projeto, o cronograma e os gastos esperados (MATTOS, 2010). Na Figura 4, é apresentado um modelo de cronograma físico-financeiro.

Sequência	Atividade	Duração (dias)	Fase	Duração (semanas)										Custo total da atividade (103 x R\$)	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Locação	5	Planejado	R\$10											R\$10
			Executado												
2	Alvenaria	30	Planejado		R\$20	R\$20	R\$20	R\$20	R\$20	R\$20					R\$120
			Executado												
3	Cobertura	8	Planejado								R\$8	R\$2			R\$10
			Executado												
4	Piso	10	Planejado							R\$16	R\$15				R\$30
			Executado												
5	Limpeza	6	Planejado										R\$5	R\$2	R\$7
			Executado												
Custo total semanal				R\$10	R\$20	R\$20	R\$20	R\$20	R\$20	R\$36	R\$23	R\$7	R\$2	R\$177	
Custo total semanal acumulado				R\$10	R\$30	R\$50	R\$70	R\$90	R\$110	R\$145	R\$168	R\$175	R\$177		

Figura 4 - Modelo de Cronograma físico-financeiro

Fonte: PINHEIRO; CRIVELARO, 2014, p. 96.

Uma outra forma de analisar o quanto e o que se gasta em uma obra é por meio de um histograma. O histograma de recursos é uma importante ferramenta para entender o que é necessário em cada etapa da obra. De acordo com Mattos (2010), o histograma se refere a um gráfico de colunas que representa a quantidade requerida do recurso por unidade de tempo. Assim, a Figura 5 apresenta um exemplo de histograma associado a um cronograma convencional.



B

ATIV.	DIA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-10	2	2									
10-20			2	2	—	—	—	—			
10-30			6	6	6	6	—	—	—	—	
20-10					5	5					
30-40							1	1	1	1	
40-50											2
Pedreiros	2	2	8	8	11	11	1	1	1	1	2
Acumulado	2	4	12	20	31	42	43	44	45	46	48

Figura 5 - Exemplo de histograma de recursos (a) associado a um cronograma (b)

Fonte: MATTOS, 2010, p. 30-31. (Adaptado).

Verifica-se na Figura 5 que, com a expansão do histograma para todos os recursos que a obra utilizará, é possível ter noção de quantos profissionais serão necessários no canteiro de obras. Para esse caso, o objetivo é identificar os picos de recursos e realizar adaptações no cronograma para que se evite a superlotação de trabalhadores ou de recursos na obra. Essa pode ser a solução para canteiros de obras que possuem pouco espaço físico para armazenamento.

Outra forma de estimar tempo e custos é por meio de diagramas de rede. Segundo Maximiano (2016), diagramas de rede são caracterizados por possuírem as informações de duração das atividades e suas interdependências, acusando, assim, o caminho crítico da obra.

O diagrama de PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) consiste no uso de círculos que representam as atividades e setas, que demonstram a sequência das mesmas. Este diagrama foi criado pela Marinha americana no ano de 1958, com a colaboração da Booz-Allen Hamilton e da Lockheed Corporation para o projeto do míssil Polaris (SANTOS, 2014). Na Figura 6, é possível observar um modelo de diagrama PERT-CPM.

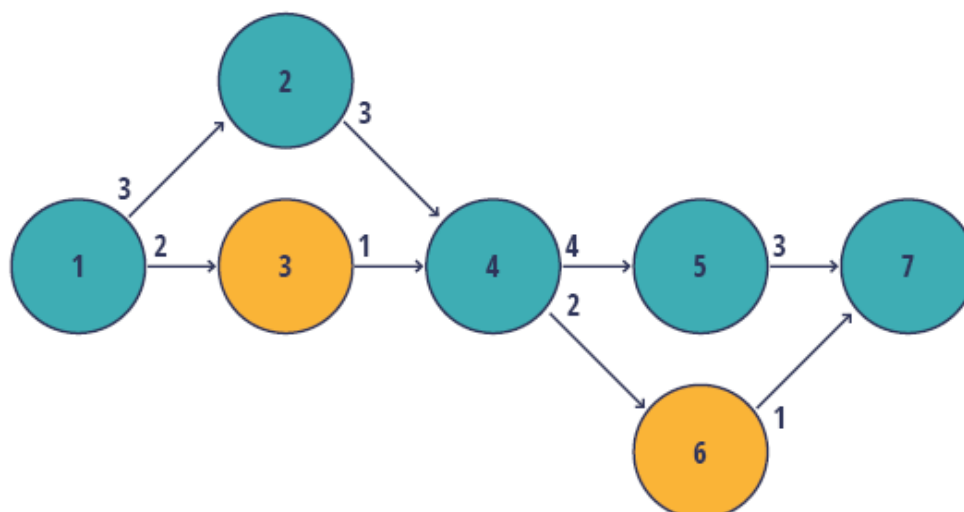


Figura 6 - Modelo do Diagrama PERT-CPM

Fonte: Shutterstock. Acesso em: 10/02/2021.

O diagrama PERT-CPM é uma representação gráfica das atividades que leva em conta as dependências entre elas, o que permite estimar o tempo de duração da obra, determinar as atividades críticas (que podem resultar em atraso da obra) e que o construtor tenha maior capacidade de gerenciamento dos recursos materiais, humanos e financeiros (MATTOS, 2010). Atualmente, o diagrama PERT se tornou um dos mais utilizados para a elaboração de cronogramas.

As construtoras têm muita dificuldade em controlar seus custos durante a execução da obra, e um dos problemas enfrentados é o elevado nível de desperdício de materiais e insumos. Muitas vezes, o desperdício é imperceptível; sendo assim, é necessário um levantamento que aponte as diferenças entre itens orçados e itens efetivamente utilizados no processo produtivo.

Desta forma, para gerenciar e classificar os insumos utilizados em uma obra, pode-se aplicar a Curva ABC. O uso da Curva ABC na construção civil é primordial, visto que são comuns problemas com controle de gastos, rendimentos e gestão de custos entre as construtoras. Por meio da Curva ABC, o gestor da obra tem uma relação de custo em ordem decrescente de cada serviço, estando no topo os serviços que terão um custo maior durante a execução da obra, ou seja, os mais significativos (MATTOS, 2019).

Segundo a Sienge (2017b), a Curva ABC é uma ferramenta gerencial de fácil implementação e que classifica os itens de maior impacto. A Figura 7 traz um exemplo de Curva ABC organizadas em 3 classes.

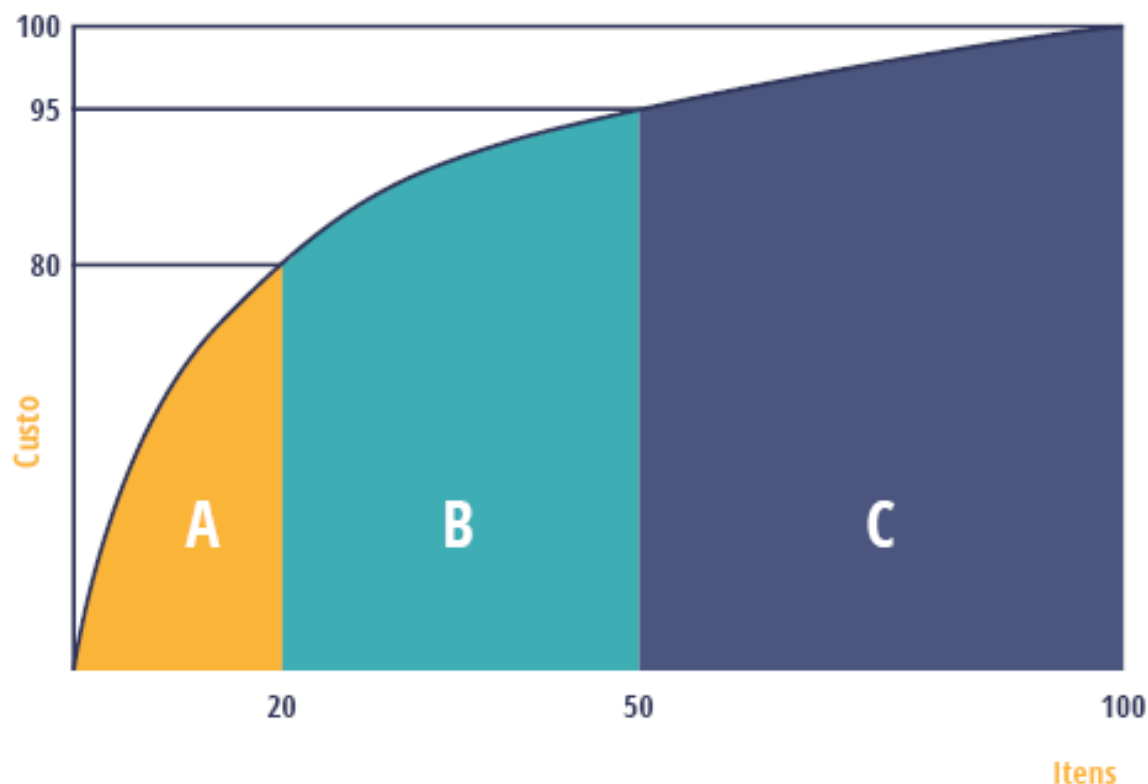


Figura 7 - Curva ABC

Fonte: SIENGE, 2017b, p. 04.

As classes se organizam de acordo com o valor de demanda, quando trata-se produtos acabados, e valor de consumo, quando os produtos fazem parte do processo produtivo. Verifica-se na Figura 7 que a Curva ABC separa os itens em três classes (A, B e C), conforme o valor que eles representam no total dos gastos considerados para a obra. É importante ressaltar que tanto o valor de consumo quanto o de demanda são determinados a partir da multiplicação do preço ou custo unitário de cada item por seu consumo ou demanda (PINHEIRO; CRIVELARO, 2014).

As classes destacadas na Figura 7 são parâmetros, especificados da seguinte maneira (SIENGE, 2017b):

Classe A

Itens que possuem um valor alto sobre o valor da obra, sendo considerados os mais caros. Conforme a Curva ABC, são classificados como A os recursos que apresentam 80% do valor total, representando 20% do total de itens utilizados. Destaca-se que esses são itens que precisam ser negociados com mais atenção, pois causam grande impacto no custo da obra.

Classe B

Itens que possuem um valor intermediário sobre o valor da obra. De acordo com a Curva ABC, são classificados como B os recursos que apresentam uma participação de 15% do valor total da obra, representando 30% do total de itens utilizados.

Classe C

Itens que possuem um valor baixo sobre o valor da obra. Os itens dessa classe representam 5% do valor total da obra e 50% do total de itens.

De modo geral, a Curva ABC demonstra a dificuldade de controle de um item, enfatizando o impacto deste sobre os custos e rentabilidade em uma obra. Quando a Curva ABC é aplicada na gestão de obras, possibilita maior lucratividade e melhora o relacionamento com clientes. Alguns benefícios do uso da Curva ABC foram destacados por Sienge (2017b), sendo eles:

Organização de estoque

Auxilia na frequência de consumo e nas quantidades a serem compradas.

Redução de desperdícios

Identifica a melhor quantidade de materiais necessários em cada serviço.

Investimentos

Informações sobre gastos de materiais, serviços e insumos organizados.

Lucratividade

Com a redução de gastos desnecessários e a organização do planejamento, consegue-se maior lucratividade para a construtora.

Outra ferramenta para o controle de gastos é a curva S, que consiste em um gráfico que representa os valores gastos acumulados ao longo da obra (DINIZ, 2017). Segundo Pinheiro e Crivelaro (2014), o formato da curva (Figura 8) se deve ao comportamento padrão das obras de engenharia.