

**XV COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SP – 2009**

**TRABALHO DE AVALIAÇÃO  
MÁQUINAS, INSTALAÇÕES E BENS INDUSTRIAIS EM GERAL**

**Resumo:** *Este trabalho tem o objetivo de apresentar ferramentas da engenharia de avaliações e da engenharia de custos para a determinação do custo de reedição de empreendimentos industriais, sobretudo valores referentes de instalações e montagem.*

**Palavras chave:** *Avaliação, Complexos Industriais, Montagem, Instalações*

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das principais métodos para avaliação de complexos industriais é o custo de reedição. Neste caso, o complexo avaliando é dividido em suas partes componentes: terreno, benfeitorias e máquinas e equipamentos.

O terreno é usualmente avaliado pelo método comparativo ou método involutivo, considerando-se o mesmo vago. As benfeitorias são determinadas pelo custo de reposição, onde são cotadas as mesmas novas, seja através de orçamentação, seja através da adoção de valores unitários, e aplicando-se um percentual de depreciação. As máquinas e equipamentos são avaliadas pelo custo de reedição, onde são cotados os valores de novo das mesmas, aplicando-se métodos de depreciação para chegar a seu custo de reedição.

Posteriormente, os valores são somados, para se obter o Custo de Reedição do complexo industrial avaliando.

Ocorre que, muitas vezes, devido à falta de dados ou prazos curtos, certos aspectos do cálculo do custo de reedição não recebem a devida atenção, sobretudo os custos de montagem e as instalações industriais, tais como tubulações, redes de água industrial e dejetos, instrumentação e instalações elétricas.

E este tratamento inadequado acaba por distorcer os valores do custo de reedição. Por exemplo, é usual na prática, proceder à avaliação somente de máquinas e equipamentos, deixando-se de lado os aspectos relativos à montagem e instalações, o que causa uma subvalorização do complexo,

Neste trabalho, não serão analisados o terreno e as benfeitorias, por fugirem ao escopo do mesmo.

## 2. COMPONENTES DE UM COMPLEXO INDUSTRIAL

Neste item, buscaremos descrever os componentes de um complexo industrial, sob a ótica da avaliação, que apresentam custos e valores.

Inicialmente, temos os componentes que são intuitivos:

- Terreno;
- Benfeitorias: edificações, construções dos mais variados tipos, infraestrutura (pavimentação, sistema de águas pluviais), muros e cercas;
- Máquinas e equipamentos: máquinas e equipamentos diversos, componentes do processo industrial ou não;
- Instalações industriais: redes diversas necessárias ao processo (vapor, água industrial, produto, refrigeração, efluentes industriais, elétricas), instalações elétricas, estruturas metálicas específicas para máquinas e equipamentos;
- Móveis e utensílios;
- Equipamentos de informática;
- Veículos;
- Patentes, marcas e licenças de uso.

Ocorre que existem outros componentes de um complexo industrial, sob a ótica da avaliação, que não são apresentados acima, ou estão inclusos em algum dos itens, dependendo de como seja feito o enfoque da valoração. De qualquer

forma, estes itens são tratados, na maioria dos casos, de forma superficial, distorcendo os resultados finais de uma avaliação.

No presente trabalho, focaremos apenas os itens Máquinas e Equipamentos e Instalações Industriais. Destacamos que todas as menções relativas a componentes de um complexo industrial, dentro deste trabalho, serão atinentes apenas aos itens citados.

### **3. CUSTO DE REPRODUÇÃO E CUSTO DE REEDIÇÃO**

Afim de caracterizar de forma precisa o que será considerado neste trabalho, inicialmente se faz necessário apresentar algumas definições.

A NBR 14.653-1/01 – Avaliação de bens. Parte 1: Procedimentos gerais apresenta as seguintes definições para custo de reprodução e custo de reedição.

**3.9.4 custo de reprodução:** *Gasto necessário para reproduzir um bem, sem considerar eventual depreciação.*

**3.9.3 custo de reedição:** *Custo de reprodução, descontada a depreciação do bem, tendo em vista o estado em que se encontra.*

Destas definições, podemos concluir que o custo de reprodução seria o valor novo do empreendimento, ou seja o custo para repor o mesmo, sem considerar sua depreciação. Subsidiariamente, o custo de reedição consiste no valor para reeditar o bem, no estado em que se encontra, ou seja, considerando sua depreciação.

### **4. CUSTO DE REPRODUÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO INDUSTRIAL**

O passo inicial para a determinação do custo de reedição de um empreendimento industrial é a determinação de seu custo de reprodução, também muito conhecido como valor novo.

E na avaliação de um empreendimento industrial, é extremamente importante a determinação precisa do custo de reprodução. E neste ponto, é fundamental determinar e quantificar corretamente os diversos itens que constituem o custo de reprodução.

Entre os itens que compõem um empreendimento industrial, alguns são intuitivos, tais como máquinas e equipamentos, bem como as instalações industriais. Porém, existem valores que não são de direta apreciação, mas muitas vezes, representam parcelas consideráveis do complexo.

A primeira parcela do custo de reprodução que representa uma quantidade expressiva do mesmo é a montagem industrial.

A montagem industrial representa, do ponto de vista de custo, todo o capital empregado para a instalação dos componentes do processo produtivo. Estes custos englobam o descarregamento do equipamento, a colocação no local determinado, a montagem propriamente dita, interligação do mesmo com as redes de processo, redes auxiliares e rede elétrica, pintura e isolamento térmico, quando aplicáveis.

Dentro deste custo, estão presentes diversos componentes, que vão desde equipamentos de transporte (empilhadeiras, guinchos, guindastes, guas), equipamentos de montagem (ferramental, soldas, cortadores), materiais (parafusos, porcas, arruelas) e mão de obra.

Para equipamentos mais complexos, por exemplo caldeiras aquatubulares de grande capacidade, túneis de congelamento automático, fornos de grande dimensão, reatores, existe a necessidade de todo um projeto de montagem.

Além desses, há outros componentes, menos intuitivos, do custo de reprodução. De acordo com BUDHBHATTI (2002), fazem parte do custo de reprodução os seguintes itens:

- ◇ Juros pagos a instituições bancárias relativas a empréstimos para aquisição de máquinas e equipamentos;
- ◇ Seguro de máquinas e equipamentos;
- ◇ Seguro de recebimento: seguro pago a instituições financeiras para garantia de recebimento de equipamentos comprados no exterior;
- ◇ Salários, acomodação, despesas de viagem e de deslocamento da equipe responsável pela montagem dos equipamentos;
- ◇ Despesas com treinamento de pessoal responsável pela operação dos equipamentos;
- ◇ Despesas de pré-produção, tais como salário, aluguéis, gastos com energia e água;
- ◇ Gastos com testes de maquinário;
- ◇ Custos em consultoria para pré-operação e operação de máquinas específicas;
- ◇ Gastos com viagens ao exterior de equipe técnica, com o objetivo de analisar aquisição de possíveis equipamentos importados;
- ◇ Pagamento de direitos para a ampliação das unidades produtivas, quando aplicável<sup>1</sup>;
- ◇ Gastos com a montagem industrial.

Os itens acima dispostos são decisões de tribunais indianos, e tem como objetivo a contabilidade. Algumas despesas são por nós consideradas irrelevantes. Outras, de difícil mensuração e inclusão em avaliações patrimoniais. Ainda algumas são mais afetas à avaliação econômica de um empreendimento industrial.

## **5. IMPACTOS DA MONTAGEM E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS NO CUSTO DE REPRODUÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO INDUSTRIAL**

Importante item neste estudo é determinar se tais despesas são realmente impactantes sobre o custo de reprodução de um empreendimento industrial.

Seria inútil desenvolver um trabalho considerando itens irrelevantes na avaliação de qualquer empreendimento industrial.

---

<sup>1</sup> Como exemplo deste item, poderíamos citar a obtenção de licença ambiental para o aumento de produção.

Diante disso, apresentaremos dados da literatura, sobretudo da engenharia de custos, bem como de exemplos reais, oriundos de nossa vivência profissional, para confirmar a significância, e muitas vezes a grande relevância destes itens no custo de reprodução de uma unidade industrial avalianda.

BAUMAN (1964) apresenta a porcentagem média de custos, para a implantação de uma indústria química nova:

<b>Discriminação</b>	<b>Percentual médio</b>
Equipamentos de processo	34,50
Materiais	16,20
Montagem de equipamentos de processo	4,00
Montagem de materiais	14,55
Obras civis	8,25
Despesas de engenharia	12,50
Despesas de canteiro de obras	6,70
Despesas de pré-operação e partida	1,30
Despesas diversas	2,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

Na nomenclatura adotada, a rubrica materiais inclui vários itens de instalações industriais, tais como tubulação, instrumentação, redes elétricas, bem como itens atinentes a montagem, como por exemplo, pintura e isolamento.

Destaque-se que os percentuais descritos na tabela acima são válidos para indústrias químicas, onde a necessidade de tubulação, *pipe racks* e isolamento é extremamente alta em relação a outros setores. Também ressalte-se que tal tabela foi efetuada considerando-se indústrias americanas da década de 1960.

Em recentes estudos, CONFORTO e SPRANGER (2002) apresentaram tabela específica para a realidade industrial brasileira (setor petroquímico).

<b>Componentes de Custo</b>	<b>Índice</b>
Equipamentos e materiais	100
Montagem eletromecânica	15 a 20
Construção civil	15 a 25
Engenharia e licença	40 a 60
Administração e pré-operação	15 a 20
<b>Capital fixo</b>	<b>185 a 225</b>
Capital de giro	20 a 30
<b>Investimento total</b>	<b>205 a 255</b>

Na mesma obra, a tabela acima é decomposta entre os seus diversos componentes, conforme a seguir:

**a) Custos de instalações de equipamentos:**

Bases e fundações	07%
Plataformas e escadas	11%
Montagem	<u>25%</u>
Custo da instalação	43%

**b) Custos de material de tubulação:**

Processamento de sólidos	07%
Processamento de sólidos e líquidos	91%
Processamento de líquidos	49%

**c) Custos de instrumentação:**

Poucos controles	04%
Alguns controles	12%
Muitos controles	24%

**d) Custos de equipamentos básicos:**

Forno	25%	
Trocador de calor	22%	
Compressores (inclui acionadores)	11%	
Colunas e internos	11%	
Tanques de armazenamento	11%	(criogênicos e esféricos)
Vasos e reatores	08%	
Bombas	06%	
Equipamentos especiais	<u>06%</u>	(filtros, silenciadores, torres de refrigeração)
Total	100%	

**e) Custos de materiais de instalação:**

Tubulação	47%	
Instrumentação	18%	
Eletricidade	18%	
Estruturas	09%	(inclui pré-moldados de concreto excluindo montagem)
Isolamento térmico	07%	(somente material calculado como 2/3 do valor instalado)
Pintura	<u>01%</u>	(somente material calculado como 1/2 do valor da pintura)
Total	100%	

Como podemos ver acima, os custos de montagem e instalações são altamente representativos dentro do valor de novo de uma instalação industrial. Tomemos como exemplo o custo de instalação de equipamentos, que chega a 43% do valor dos mesmos. Somente o custo de montagem é de 25%.

As instalações industriais, incluindo sua montagem, chegam a 50% do valor dos equipamentos.

Naturalmente, estes índices são de situações específicas, e como bem indicado, para a indústria petroquímica. A seguir, apresentamos alguns exemplos, relativos a trabalhos efetuados por este profissional, onde vemos a representatividade destes custos em outros setores.

O primeiro caso diz respeito a uma linha de produção de papelão. Neste caso, tivemos acesso a orçamentação de todos os componentes daquela. O valor total da linha era de **R\$ 45.000.000,00**, sendo a montagem industrial orçada, na época, em **R\$ 1.480.000,00**, o que equivaleria a um percentual de 3,30%, o que originalmente pareceria baixo.

Todavia, tivemos acesso à proposta técnica de montagem. Neste valor estavam inclusos apenas o projeto, a mão de obra, ferramental e materiais básicos para montagem. Os custos de deslocamento, equipamentos de elevação, instalação de canteiro e fornecimento de água e eletricidade corriam por conta do proprietário. Isto certamente elevaria significativamente o valor da montagem (apenas a aquisição de uma ponte rolante para auxiliar na montagem da linha custou R\$ 500.000,00).

Em um outro exemplo, uma indústria de farinha de trigo que contava com um moinho de trigo e um complexo de recepção e armazenagem de grãos, obtivemos os valores totais: **R\$ 1.420.000,00 (armazenagem de grãos) e R\$ 7.000.000,00 (moinho de trigo)**.

Dentro destes valores, foi possível orçar os custos de montagem para as indústrias, obtendo os seguintes valores: R\$ 165.000,00 ou 12% para o complexo de armazenagem de grãos e R\$ 500.000,00 ou 8% para o moinho de trigo.

Também foi possível determinar o valor da tubulação de transporte de trigo do processo industrial, de R\$ 480.000,00 ou 7% do total.

Finalmente, em um moderno abatedouro e frigorífico de bois, o custo de reprodução total do mesmo, determinado através de cotações de fornecedores foi de **R\$ 52.000.000,00**. O custo das redes<sup>2</sup>, todas elas obtidas junto aos responsáveis pela implantação das mesmas, foi de **R\$ 11.680.000,00** ou **22%**. Adicionamos que neste valor estavam inclusos os projetos, fornecimento de materiais, montagem, pintura e isolamento térmico.

Poderíamos apresentar uma série de outros exemplos, no entanto isto não faz parte do escopo de nosso trabalho.

Este capítulo tinha o objetivo de mostrar a importância dos custos de montagem e instalações dentro do valor de um empreendimento industrial. Os exemplos mostrados acima exibem de forma incontestável tal situação.

---

<sup>2</sup> Neste item estão inclusas as redes de amônia, água fria e quente, vapor, ar comprimido e elétrica.

## **6. DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE MONTAGEM DE UM EMPREENDIMENTO INDUSTRIAL**

Existem diversas formas de se determinar os custos com a montagem industrial de um empreendimento específico. Descreveremos a seguir as principais.

### **6.1 COTAÇÃO DO CUSTO DE MONTAGEM**

Esta é a forma mais precisa e rigorosa para a determinação dos custos de montagem num empreendimento. Também é a mais difícil de se empregar.

Para complexos industriais novos, muitas vezes estão disponíveis, seja através de notas fiscais, contratos de fornecimento ou propostas técnico-comerciais, os valores despendidos com a montagem. Nesta mesma toada, em indústrias novas, os próprios responsáveis pela montagem tem os valores arquivados, que usualmente são de fácil recuperação. Pesquisas junto à contabilidade da empresa podem trazer informações bastante precisas.

Por outro lado, em indústrias mais antigas a cotação direta é bem mais complicada, pois via de regra envolve equipamentos antigos já não mais fabricados, ou substituídos por modelos mais recentes. Nesse caso, tais equipamentos teriam custos de montagem diferentes dos atuais.

Em muitos empreendimentos, várias empresas são responsáveis por partes da montagem. Nestes casos, é usual que algumas das empresas já não mais atuem no mercado, ou mesmo tenham fechado, o que torna impossível a cotação direta. Mesmo em empresas ainda existentes, muitas vezes não é possível recuperar os custos da época da montagem, devido a uma série de fatores. No entanto, tais fatores não impedem a cotação direta dos custos de montagem, mas a tornam mais difíceis.

Uma forma que garante uma boa precisão é utilizar informações detalhadas do complexo avaliando, tais como plantas, projetos, memoriais descritivos. Com estas informações, podem ser feitas cotações junto a empresas atuantes no ramo de montagem, de modo a se obter um custo aproximado para a montagem de uma unidade similar.

Por outro lado, em indústrias mais antigas, muitas vezes é impossível obter a documentação necessária. Também há problemas de prazo associadas à realização destas estimativas, que naturalmente são mais demoradas.

A última forma, mais imprecisa, é a de buscar empresas que atuem no setor de montagem de indústrias similares a avalianda, e que tenham familiaridade com a mesma. Engenheiros destas empresas podem apresentar valores bastante razoáveis, e de uma forma relativamente rápida.

### **6.2 DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE MONTAGEM ATRAVÉS DA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS**

Quando não é possível efetuar a cotação direta dos custos de montagem, o engenheiro de avaliações deve lançar mão de ferramentas de engenharia de custos para a determinação dos custos de montagem.

A mais precisa destas ferramentas é a elaboração de orçamentos de montagem.



Um orçamento de montagem deve levar em consideração dois itens fundamentais:

- (a) Custo da mão de obra envolvida;
- (b) Custo dos equipamentos necessários a montagem.

Quanto ao custo de mão de obra envolvida, há diversas publicações que divulgam índices relativos ao tempo de montagem para vários tipos de equipamento. Dentre as melhores fontes, podemos citar as referências bibliográficas (10) e (15).

Também é necessário determinar o custo horário de mão de obra. Para isso, necessário se faz estimar uma equipe. O custo horário será a média ponderada do custo da equipe, incluindo aí benefícios, despesas indiretas e impostos.

O outro item envolve a determinação dos custos dos equipamentos envolvidos na montagem industrial. Os valores mais significativos se referem a equipamentos de movimentação de carga, tais como guindastes, gruas e caminhões muncK.

A seguir, mostramos exemplo de um orçamento para montagem de uma caldeira aquatubular, com sistema de exaustão, com capacidade de geração de 70 ton/h de vapor.

Em primeiro lugar, a equipe seria assim composta, com seus respectivos salários (feito em pesquisa de mercado):

Ocupação	Quantidade	Salário unitário	Salário total	Salário + benefícios
Engenheiro mecânico	1	R\$ 8.500,00	R\$ 8.500,00	R\$ 22.270,00
Mestre mecânico	1	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 10.480,00
Mecânico montador	2	R\$ 2.500,00	R\$ 5.000,00	R\$ 13.100,00
Mecânico ajustador	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00	R\$ 6.550,00
Soldador	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00	R\$ 6.550,00
Funileiro	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 5.240,00
Ajudante	1	R\$ 750,00	R\$ 750,00	R\$ 1.965,00
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>			<b>R\$ 66.155,00</b>

Considerando um mês de 22 dias, em turnos de 8 horas, teremos um custo total horário de **R\$ 375,00/h**.

Utilizando-se índices extraídos da publicação Estimator's Equipment Instalation Man-Hour Equipment, teremos que uma caldeira com estas características demandaria 680 horas-homem para sua instalação.

Assim o valor seria obtido multiplicando-se o valor unitário de mão de obra pelo número de horas necessário para montagem. Teríamos então:

$$V_{MO} = R\$ 375,00 / h \times 680 h$$

$$V_{MO} = R\$ 255.000,00.$$

O próximo passo é a estimativa dos custos com equipamentos. Neste caso, apresentaremos uma estimativa de horas necessárias para a montagem, considerando cada equipamento, com seus respectivos custos unitários e totais.

Para esta estimativa, consideramos o peso da caldeira de aproximadamente 50 toneladas.

<b>Equipamento</b>	<b>Qtde</b>	<b>Custo horário</b>	<b>Total horas</b>	<b>Custo total</b>
Guindaste sobre pneus, lança telescópica, 65 toneladas	1	R\$ 351,54	40	R\$ 14.056,00
Empilhadeira, 10 toneladas	1	R\$ 116,90	150	R\$ 17.535,00
Compressor diesel, 600 PCM	1	R\$ 86,65	150	R\$ 12.997,50
Retificadores 425 A	4	R\$ 0,67	360	R\$ 964,80
Máquina para cortar tubos	1	R\$ 14,02	300	R\$ 4.206,00
Virador de tubos	1	R\$ 1,94	250	R\$ 485,00
Calandra	1	R\$ 51,54	100	R\$ 5.154,00
Esmeril	2	R\$ 5,02	200	R\$ 2.008,00
Guilhotina	1	R\$ 46,65	150	R\$ 6.997,39
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 64.403,69</b>

Agora, pode-se calcular o custo total direto com a montagem, o qual será a soma dos valores da mão de obra e dos equipamentos:

$$V_{\text{montagem}} = R\$ 255.000,00 + R\$ 64.403,69$$

$$V_{\text{montagem}} = R\$ 319.403,69$$

Estes são os custos diretos. Além disso, é necessária uma estimativa do lucro da empresa montadora, bem como de eventuais (alimentação, hospedagem, deslocamento e outros). Para tanto, utilizaremos um percentual de 50%, calculando-se como se segue:

$$V = R\$ 319.403,69 \times 1,50$$

$$V = R\$ 479.105,53$$

Cabe salientar que esta é uma estimativa bastante expedita de uma montagem industrial, utilizando-se índices de literatura técnica. Também ressaltamos que a mesma se restringe a montagem mecânica do equipamento, ficando de fora a montagem elétrica, estruturas, tubulações, isolamento e pintura.

Como podemos ver, tal metodologia nos dá uma estimativa relativamente precisa para os custos de montagem.

No entanto, sua aplicação é difícil, vez que demanda muito tempo de pesquisa, seja para determinar os índices de mão de obra, o desempenho dos equipamentos, ou os valores a serem aplicados. Na maioria dos casos, os prazos tornam inviável esta estimativa.

### 6.3 DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE MONTAGEM ATRAVÉS DE INDÍCES DA ENGENHARIA DE CUSTOS

Este é o método mais expedito para o cálculo dos custos de montagem de uma planta industrial. Conseqüentemente, é o que gera maiores imprecisões.

Por outro lado, considerando as condições de trabalho, sobretudo prazo, muitas vezes é o único possível de ser aplicado.

Neste caso, aplica-se um percentual sobre o valor do equipamento para se determinar o custo de montagem.

Hoje, há uma farta literatura sobre a engenharia de custos que pode ser utilizada pelos avaliadores, para se determinar os custos de montagem em um empreendimento industrial.

Os índices de montagem, segundo CONFORTO E SPRANGER (2002) variam entre 15% e 25% do custo do equipamentos. Nos casos apresentados neste trabalho, percentuais ligeiramente inferiores foram apresentados (8% a 12%). Outros exemplos a seguir ilustram as variações percentuais.

Uma cotação junto à empresa fabricante de equipamentos para armazenagem de grãos nos informou um valor de 7% para a montagem dos equipamentos. Outra empresa, do setor de equipamentos para abatedouros de aves apresentou valores para montagem variando entre 3% e 10%, dependendo do tipo de equipamento. Finalmente, uma empresa fabricante de equipamentos para laticínios nos informou, para a montagem de uma planta de secagem de leite (produção de leite em pó), no valor de **R\$ 8.000.000,00** um valor aproximado de **R\$ 500.000,00**, ou seja, **6,25%**.

Outra fonte pesquisada foram orçamentos de expansão apresentados por indústrias avaliadas. O primeiro caso é de um abatedouro de frangos, cuja planilha orçamentária estimava, para fins de provisionamento de recursos, um percentual de 10% sobre os equipamentos, relativos a gastos com montagem. Por fim, numa fábrica de óleo, a planta sofreu uma expansão de 900 ton/24h para 1.500 ton/24/h. O custo dos equipamentos necessários, considerando apenas a parte mecânica, foi de **R\$ 3.250.000,00**. O custo de montagem dos equipamentos foi de **R\$ 380.000,00**, o que equivale a um percentual de 11,7%.

Como podemos ver, os custos de montagem dos exemplos apresentados se localizam ligeiramente abaixo dos índices das obras de referência.

Por outro lado, em uma empresa petroquímica cujo valor total foi de **R\$ 124.800.000,00**, os custos com montagem foram equivalentes a **R\$ 28.000.000,00**, num percentual de 22%. Outro exemplo é de uma montadora, onde o valor da parte industrial foi de **R\$ 71.000.000,00**, os custos com montagem atingiram a monta de **R\$ 16.300.000,00**, equivalendo a 23% do total. Neste caso, os valores com montagem são coerentes com o percentual das obras de referência.

Importante notar que diferentes setores tem diferentes pesos nos custos com montagem industrial. Cabe ao Engenheiro de Avaliações analisar caso a caso, podendo encaixar a empresa avaliada dentro do percentual exposto.

Como linha geral, entendemos que um valor de 10% a 15% dos equipamentos é bastante representativo para o custo de montagem industrial, ressaltando a necessidade de análises caso a caso.

## 7. ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

A definição instalações industriais é bastante ampla, envolvendo um grande número de itens. Não temos a intenção de cobrir completamente esta rubrica. Diante disso, neste capítulo, vamos nos restringir às redes existentes em um complexo industrial.

Como redes, definimos tubulações de água, vapor, processo e ar comprimido, bem como redes elétricas.

Todas as considerações feitas nos itens 6.1 e 6.2 deste trabalho são válidas também para o cálculo do valor das redes.

Quanto a cotações diretas, isto usualmente é possível apenas para instalações novas, nos quais os fornecedores possuem estes custos atualizados.

A orçamentação, tanto feita por fornecedores quanto pelo próprio engenheiro de avaliações, é bastante tortuosa, vez que dependeria de projetos detalhados de engenharia, plantas e layouts atualizados e memoriais descritivos. Muitas vezes, tais documentos simplesmente não existem, ou pelo menos, não apresentam um nível de detalhamento que permita efetuar estimativas precisas dos valores.

Outra questão bastante limitante na avaliação das redes são os prazos. Muitas vezes, infelizmente, o engenheiro de avaliações não possui tempo suficiente para fazer avaliações detalhadas.

A idéia neste trabalho é a de realizar estimativas através dos índices advindos da literatura da Engenharia de Custos.

BAUMAN (1964), na tabela 1 deste artigo, nos informa que os custos com materiais de processo em uma unidade, item no qual estão inclusas as tubulações, corresponde a 16,20% da mesma.

COMFORTO E SPRANGER (2002) apresentam um desdobramento dos custos dos vários componentes deste item. A seguir, transcrevemos a mesma em parte:

Discriminação		Variação %	Média %
<b>2.0</b>	<b>Materiais de processo</b>		
2.1	Bases de concreto	1,00 – 4,00	2,50
2.2	Tubulação e dutos	2,30 – 10,30	6,30
2.3	Materiais elétricos	1,00 – 3,00	2,00
2.4	Isolamento térmico	0,50 – 1,00	0,75
2.5	Estruturas metálicas	2,00 – 6,00	4,00
2.6	Instrumentação	1,00 – 5,00	3,00
2,7	Pintura	0,10 – 0,20	0,15

Como podemos observar, dentro do valor global de uma planta industrial, a tubulação e dutos respondem por cerca de 6,00% do total.

Partindo-se da tabela, anterior, é possível estabelecer uma relação entre o valor dos equipamentos e o valor da tubulação. Considerando o valor médio dos equipamentos de processo – 34,50% - e o valor médio da tubulação – 6,30% - chegaríamos a uma relação que nos informa que os valores relativos a tubulação e dutos corresponde a 18% do valor dos equipamentos.

No entanto, é importante observar que tal fator é uma média e que, pode variar dependendo das instalações industriais avaliadas. Como podemos ver, a própria tabela apresenta faixas, as quais podemos considerar. Se utilizarmos os extremos dos valores (2,30% e 10,30%), teríamos as seguintes relações entre os valores das tubulações e dos equipamentos: 7% a 30%. Como podemos ver, é um intervalo bastante dilatado.

A aplicação destes itens deve ser cautelosamente analisada pelo engenheiro de avaliações e tem dependência direta com o tipo de indústria avaliada.

Como regra geral, podemos dizer que os percentuais mais baixos são aplicáveis a indústrias cujo processamento depende pouco da utilização de líquidos, vapor, ar comprimido ou fluidos refrigerantes. Um exemplo característico são as unidades de beneficiamento de grãos.

Num próximo nível, temos indústrias que tem necessidade elevada de fluxo de fluidos específicos, tais como frigoríficos, onde o fluxo do fluido refrigerante, sobretudo amônia e vapor, é de suma importância para o processo.

Percentuais mais elevados poderiam ser aplicados a certos tipos de indústrias alimentícias, tais como laticínios e fábricas de sucos, ou a usinas de açúcar e álcool. Nestas indústrias, o próprio produto é líquido, logo há uma grande necessidade de tubulações para a condução do processo.

Finalmente, nos níveis percentuais mais elevados estão as indústrias químicas e petroquímicas, onde não só os produtos, mas grandes partes de matéria prima são fluidos, bem como da elevada necessidade de utilidades.

O livro PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK apresenta alguns índices de estimativa do custo de tubulações (e outros), com base no custo dos equipamentos principais, em uma planta petroquímica, conforme apresentamos a seguir:

Detalhes	Tipo de planta industrial		
	Processamento de sólidos	Processamento de sólidos e líquido	Processamento de líquidos
Equipamentos, entregues	1,00	1,00	1,00
Instalados	0,19 – 0,23	0,39 – 0,43	0,76
Tubulação	0,07 – 0,23	0,30 – 0,39	0,33
Fundações estruturais de aço, concreto reforçado			0,28
Elétrica	0,13 – 0,25	0,08 – 0,17	0,09
Instrumentação	0,03 – 0,12	0,13	0,13
Construção e serviços	0,33 – 0,50	0,26 – 0,35	0,45
Escavação e preparação do terreno	0,03 – 0,18	0,08 – 0,22	
Eventuais	0,14 – 0,30	0,48 – 0,55	Incluído acima
Total planta (físico)	2,37	2,97	3,04
Expansão física	0,10 – 0,12	0,35 – 0,43	
Engenharia		0,35 – 0,43	0,41
Custos diretos da planta	2,48	3,73	3,45
Lucro do construtor	0,30 – 0,33	0,09 – 0,17	0,17
Contingências	0,26	0,39	0,36
Custo total do capital fixo	3,06	4,27	3,98

Como vemos, neste caso, os índices de tubulação são relativamente elevados. No entanto, tais valores são relativos a plantas petroquímicas, onde o uso de tubulações é intenso.

Outro ponto a ser reforçado é de que as porcentagens são relativas a equipamentos principais, de processo, tais como aparelhos de destilação, reatores, trocadores de calor, bombas e caldeiras, dentre outros. Equipamentos auxiliares, entre eles transportadores, manutenção e elétrica não entram na conta.

## **8. CONCLUSÕES**

O presente trabalho tinha como objetivo alertar, aqueles que militam na engenharia de avaliações industriais, sobre a importância de certos componentes na determinação do custo de reedição de um complexo industrial.

Também buscamos apresentar ferramentas práticas para cálculos e estimativas destes custos.

É importante frisar que os índices apresentados neste trabalho não são fórmulas prontas para cálculo de custos de montagem e de instalações industriais, mas sim referências que ajudem os avaliadores a estimar corretamente tais custos.

Salientamos que o melhor método de determinar tais custos é a cotação direta ou a orçamentação dos mesmos. A utilização de índices deve ser feita na impossibilidade, seja por falta de informações, seja por falta de tempo, para empreender cotações e/ou orçamentos. E neste caso, recomendamos cautela e bom senso aos avaliadores na aplicação dos índices aqui propostos.

Finalmente, como objetivo implícito, este artigo busca incentivar o enriquecimento da engenharia de avaliações industriais, através do incentivo a colegas da área retomarem o tema, complementado ou corrigindo o aqui apresentado, seja utilizando novos índices, seja lançando mão da experiência pessoal de cada um.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- (01) ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14653-1/01. Avaliação de Bens. Parte 1: Procedimentos Gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001;
- (02) ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14653-5/06. Avaliação de Bens. Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006;
- (03) BAUMAN, Carl S. **Fundamentals of Cost Engineering in the Chemical Industry.** New York: Reinhold Publishing Corporation, 1964;
- (04) BARBOSA, João Carlos Alves e ZENI, André. *Avaliação Industriais – Novos Rumos.* In V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 1995, São Paulo. **Anais...** Florianópolis: IBAPE/SC, 1995. p. 173-195;
- (05) BUDHBHATTI, Kirit. **Valuation of Plant and Machinery.** Gujarat: Kirit Budhbhatti, 2002;
- (06) BUSTAMENTE, Rogério. **Avaliação de Complexos Industriais.** Rio de Janeiro: Editora Forense, 2000;
- (07) CAIRES, Hélio R. R. de. **Novos Tratamentos Matemáticos em Temas de Engenharia de Avaliações.** São Paulo: Editora PINI, 1978;
- (08) CONFORTO, Sérgio e SPRANGER, Mônica. **Estimativas de Custos de Investimentos para Empreendimentos Industriais.** Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2002;
- (09) FERNANDES, Paulo S. Thiago. **Montagens Industriais. Planejamento, Execução e Controle.** São Paulo: Artliber Editora, 2005;
- (10) FILLINGER, Victor Carlos. *Curso Básico Intensivo de Engenharia de Avaliações – Indústrias, Instalações Industriais, Máquinas e Equipamentos.* In I CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES, 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBAPE/SP, 1978. p. 132-143;
- (11) GATTO, Osório Accioly. **Avaliação de Máquinas e Equipamentos in Engenharia de Avaliações.** São Paulo: Editora Pini, 2007;
- (12) HÜHNE, Leda Miranda (organizadora). **Metodologia Científica. Caderno de Textos e Técnicas.** Rio de Janeiro: Agir, 2002;

- (13) KUPFER, David e HASENCLEVER, Lia (organizadores). **Economia Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002;
- (14) MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios da Engenharia de Avaliações**. São Paulo: Ed. PINI, 1997;
- (15) PAGE, John S. **Estimator's Equipment Instalation Man-Hour Manual**. Houston: Gulf Publishing Company, 1978;
- (16) PERRY, Robert H. e GREEN, Down W. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**. New York: McGraw-Hill: 1997;
- (17) TELLES, Pedro C. Silva. **Tubulações Industriais**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.