

# A Gestão de Projetos Industriais Baseada em Análise de Custos\*

Guilherme Ary Plonski

Professor assistente-doutor do Departamento de Engenharia de Produção da EPUSP e do Departamento de Administração da FEAUSP.

Henrique Silveira de Almeida

Professor assistente-doutor do Departamento de Engenharia de Produção da EPUSP e Diretor-Superintendente do IPT.

Ricardo Bernardini George Cury

Mestre em Engineering Economic Systems pela Stanford University; Diretor da Bernardini S/A Indústria e Comércio.

**palavras-chave:** Gerência do projeto, custos industriais, indústria do cimento

**Key words:** Project management, industrial accounting, cement industry

## RESUMO:

O trabalho propõe uma técnica de gestão de empreendimentos baseada em análise de custos. Ela permite racionalizar a utilização de recursos naturais, entre os quais a energia, em unidades industriais de processo. A metodologia consiste na identificação e quantificação da influência de fatores oriundos de decisões pré-operacionais e operacionais sobre os custos de propriedade e instalação. Como ilustração é apresentado o caso da indústria de cimento no Brasil. Conclui-se pela relevância das decisões pré-operacionais para a minimização do custo de uma unidade industrial de processo.

## ABSTRACT:

*This paper presents an enterprize management technic based in cost analysis. It allows the rational use of natural resources utilized in industrial process units, highlighting the ational use of energy among others. The methodological approach of this work consists in identify the influence of parameters defined by preoperating decisions on the enterpize's proprietary and installation costs. As example, the Brazilian cement industry case is related. The case study conforms the importance of the pre-operating decisions as a relevant factor in minimizing the cost of a industrial process unit.*

Rec. 06/90 Rev. 09/90 Apr. 10/90

---

\* Este trabalho foi apresentado no III Congresso Pan-Americano de Engenharia Econômica e de Custos

## Introdução

A conscientização de que os recursos naturais da Terra têm caráter finito vem sendo objeto de preocupação crescente em todos os níveis: individual, empresarial, governamental e de entidades supranacionais. A dependência que a civilização contemporânea criou para com a energia faz com que adiar o esgotamento das fontes energéticas não-renováveis adquira relevância ímpar.

A economia de energia na indústria é obtida através de dois processos complementares:

- desenvolvimento tecnológico de processos de produção e equipamentos; e,
- desenvolvimento de técnicas de gestão de empreendimentos.

Propõe-se a seguir uma técnica de gestão de empreendimentos, baseada em análise de

custos, que permite, entre outras contribuições, obter economia no consumo de energia na indústria. Embora o estudo aqui desenvolvido tenha caráter geral, contempla um caso concreto de aplicação: a indústria de cimento no Brasil.

Em indústrias de processo a energia consumida é significativa em termos absolutos, e representa adicionalmente parcela substancial do custo total do produto.

Este trabalho apresenta uma metodologia para identificar e quantificar a influência dos principais fatores, oriundos de decisões pré-operacionais e operacionais, sobre os custos de propriedade e operação de unidades industriais.

Embora repouse sobre os conceitos básicos de custo, a abordagem utilizada é heterodoxa (Quadro 1).

CATEGORIA DE DECISÃO \ CUSTO DE	PROPRIEDADE	OPERAÇÃO
Pré-operacional	Tradicional	Heterodoxa
Operacional	—	Tradicional

Quadro 1: Abordagem de Custo Industrial.

A boa gestão de custos da empresa depende da qualidade das decisões tomadas nas diversas fases por que passa o empreendimento. Assim, se uma sensível parcela do custo total do produto (p.e., na indústria do cimento no Brasil, 80%) for consequência de decisões pré-operacionais, será sobre a parcela restante de 20% que a gestão operacional agirá, tornando, muitas vezes, estes

esforços pouco eficazes ou inócuos. Assim, se a ótima gestão for 30% melhor que a péssima, a variação do custo total do produto final será de 6%.

Finalmente, convém ressaltar que a utilização extensiva da metodologia proposta gerará significativo benefício agregado, em termos macroeconômicos.

## Conceitos Básicos Sobre Custo Industrial

### CUSTO COMO INSTRUMENTO PARA GESTÃO EMPRESARIAL

A gestão empresarial eficaz e eficiente depende de um fluxo de informações que seja capaz de responder a perguntas do tipo:

1) Qual o melhor processo de produção?

Esta é uma pergunta típica da fase de projeto do empreendimento e está voltada à maximização da eficácia; no caso da indústria de cimento, tem-se como alternativa de processo a via seca ou a via úmida.

2) No processo de produção escolhido, quais os componentes de maior eficiência?

Esta pergunta também é típica da fase de projeto do empreendimento, porém, até há poucos anos, não era considerada no Brasil, visto que as contratações obedeciam ao esquema "turn-key"; no caso da indústria do cimento, o empreendedor - tendo optado pelo processo de via seca - tem as seguintes alternativas: forno curto com pré-calcinador, forno Lepol, forno convencional, forno curto com pré-aquecedor ou forno vertical.

3) Quais as repercussões do custo de implantação sobre os custos de operação?

Esta é uma pergunta típica da fase de implantação de um empreendimento; apesar de fugir ao setor industrial que ilustra o presente trabalho, merece citação o recente caso da implantação de uma unidade produtora de celulose no Projeto Jari, na Amazônia, a qual veio completamente montada do Japão por via marítima.

Na indústria do cimento os exemplos não são tão espetaculares, mas, por analogia,

poder-se-ia viabilizar um projeto cuja implantação possua também características não usuais.

4) Quais os resultados operacionais e suas tendências? Os resultados estão de acordo com os planejados? Em que áreas devem ser concentrados os esforços para a obtenção de melhoria?

Estas perguntas são típicas da fase de operação de um empreendimento. Por exemplo, mesmo sendo o óleo combustível um insumo caro na indústria do cimento, caso a empresa esteja operando dentro dos coeficientes técnicos aceitáveis, deverá dar prioridade à racionalização de outros itens.

A análise de custo é um parâmetro relevante para resposta a questões como as acima formuladas.

### CUSTO DE FABRICAÇÃO TRADICIONAL E TOTAL

Na prática, o termo "custo" não é utilizado isoladamente, sendo sempre qualificado em função de seu objetivo. Assim, usa-se expressões do tipo: custo direto, custo fixo, custo padrão, custo de oportunidade.

O custo industrial, também conhecido como custo de fabricação, apresenta em sua forma tradicional os seguintes componentes:

- custo direto de fabricação: variável e fixo; e,
- custo indireto de fabricação.

Este conceito é considerado tradicional, uma vez que não inclui uma parcela referente à amortização de despesas pré-operacionais.

Entende-se por despesas pré-operacionais os dispêndios efetuados com a organização, implantação ou expansão de um empreendi-

mento, inclusive aqueles de cunho administrativo, incorridos até o início das operações efetivas da instalação. As despesas pré-operacionais são computadas como custo do produto somente até a amortização total do investimento; portanto, oneram este custo provisoriamente. A inclusão da parcela de amortização de despesas pré-operacionais no custo de fabricação tradicional configura o custo de fabricação total.

### CUSTO OPERACIONAL E DE PROPRIEDADE

Dada uma instalação industrial completa, considera-se custo operacional o incorrido a fim de manter a unidade em funcionamento. Adicionalmente ao custo operacional, deve-se levar em conta um custo que se refere ao projeto e implantação da instalação industrial. Esse custo, denominado custo de propriedade, apresenta três componentes:

- parcela de depreciação das instalações;
- parcela de amortização das despesas pré-operacionais;
- custo financeiro não operacional do empreendimento, que pode ser de dois gêneros: (caso o empreendedor tenha obtido recursos financeiros junto a bancos) custo total do financiamento; e, custo de oportunidade do capital (caso o empreendedor disponha de recursos próprios).

O custo total de financiamento eventualmente contraído pelo empreendedor e o seu custo de oportunidade do capital não são necessariamente coincidentes. Na prática, existe comumente uma composição entre recursos próprios e financiamentos para a consecução de um empreendimento.

### FATORES QUE INFLUENCIAM O CUSTO DO PRODUTO FINAL

O custo total de um produto industrial, p.e., o cimento, sofre influência de diversos fatores, os quais podem ser classificados de

acordo com a sua origem.

#### Fatores Exógenos

Representam parâmetros de custo com elevado grau de liberdade, sendo a capacidade de influência do empreendedor sobre eles teoricamente nula e, na prática, muito reduzida.

Exemplos desses fatores, são: políticas governamentais, mercado para o produto e preços pagos pelo mercado.

#### Fatores Endógenos

Representam parâmetros cujo controle o empreendedor teoricamente detém por completo e, na prática, em grande parte. Dividem-se em dois grandes grupos:

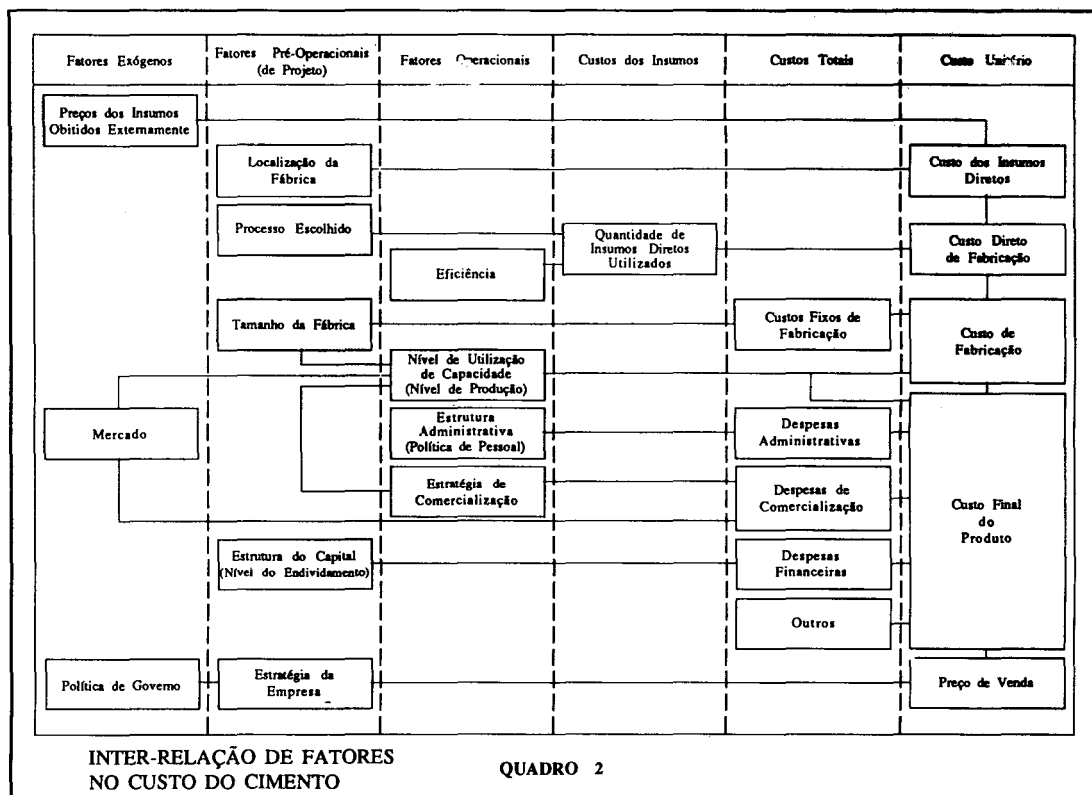
- Fatores oriundos de decisões pré-operacionais: são aqueles cuja análise e decisão de escolha foram assumidos na fase de projeto do empreendimento.

A influência deste tipo de decisão atinge não apenas os custos de propriedade, como também os custos operacionais da unidade industrial. Dentre estes fatores, têm maior influência: localização das instalações, escolha do processo de fabricação, escolha do nível de produção da fábrica, escolha e dimensionamento balanceado dos equipamentos e estrutura de capital.

- Fatores operacionais: aqueles que apresentam variação de custo em função de decisões de rotina operacional da fábrica.

São exemplos de fatores operacionais: nível de utilização, estratégia de comercialização, política administrativa e eficiência.

O inter-relacionamento entre as diversas classes de fatores que influem no custo total do cimento está indicado no Quadro 2.

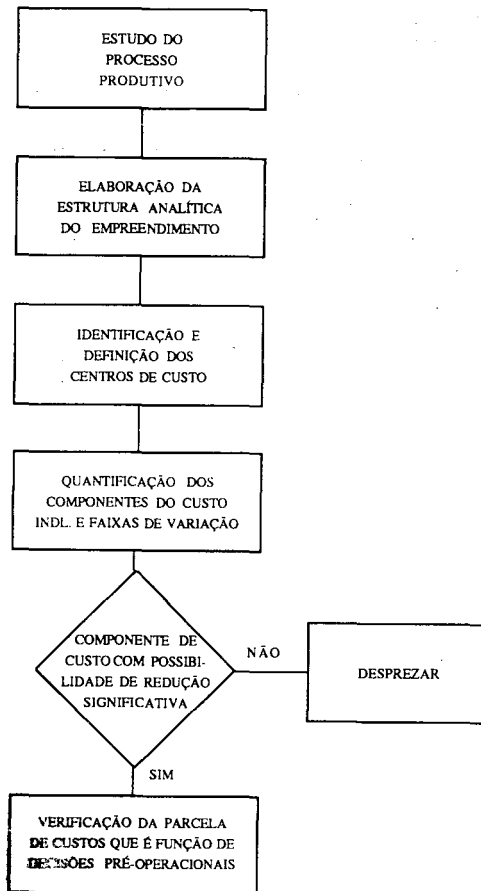


## Metodologia da Análise de Custo de Propriedade e Operação de Empreendimentos Industriais

A metodologia visa a identificar os fatores que influenciam o custo total, que sejam oriundos de decisões assumidas na fase de projeto e na fase operacional do empreendimento.

Através desta identificação, o grupo responsável pelo gerenciamento pode programar suas atividades de tomada de decisões, através das várias fases por que passa o empreendimento, evitando esforços inúteis e tornando a gestão efetiva.

Para esta finalidade são efetuados os passos indicados no fluxograma abaixo:



## ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO

O primeiro passo na análise do custo de propriedade e operação de empreendimentos industriais consiste no estudo do processo produtivo. Este estudo pode tomar características diversas, conforme a fase que o empreendimento está vivendo. Assim, caso esteja vivendo a fase de projeto, o estudo deve abordar processos produtivos alternativos, bem como os efeitos técnico-econômicos de inovações em cada processo. Por outro lado, se a organização estiver vivendo a fase operacional, os graus de liberdade do estudo do processo produtivo estarão reduzidos apenas a inovações no processo dado.

Os critérios de seleção nesta primeira etapa são: características macro e micro econômicas, fatores exógenos de forma geral, inovações e transferência de tecnologia.

No caso do cimento, numa economia em que a contenção do consumo de energia é meta prioritária, o processo de produção por via úmida é descartado "a priori", restando alternativas tecnológicas para o processo por via seca, tais como: via seca sem pré-calcinador ou via seca com pré-calcinador.

Os resultados finais do estudo do processo produtivo são fluxogramas alternativos do tipo indicado no Quadro 4.

## ESTRUTURA ANALÍTICA DO EMPREENDIMENTO

A estrutura analítica do empreendimento explicita os seus objetivos, e fornece o quadro de referência para o estabelecimento dos demais níveis de planejamento.

Em se tratando da fabricação de cimento, a estrutura analítica de uma instalação em operação, ou a operar, através do processo via

seca com pré-calcinador pode ser representada pelo Quadro 5.

## IDENTIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS CENTROS DE CUSTOS

A partir da estrutura analítica do empreendimento, identificam-se os centros de custo industrial pelo critério do processo produtivo, representando-se através de um fluxograma, conforme exemplo apresentado para o caso do cimento (Quadro 6).

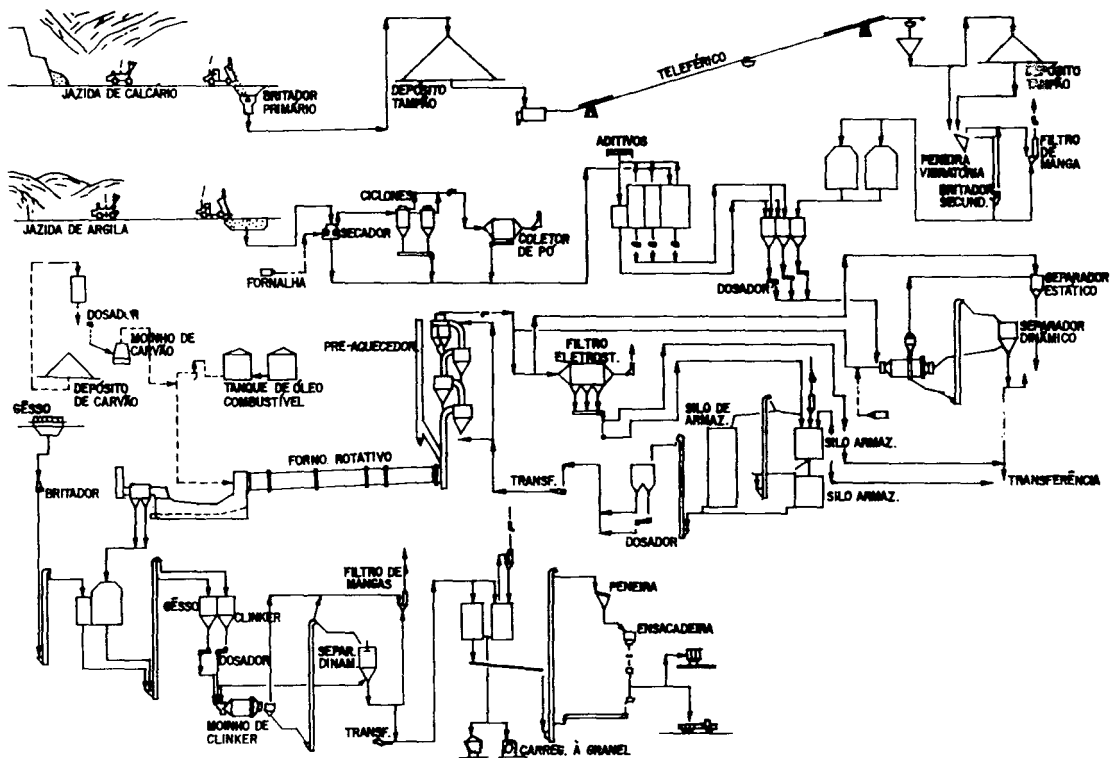
A partir desse fluxograma de blocos, definem-se os centros de custo, através da descrição detalhada dos respectivos componentes de custo.

## QUANTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE CUSTO

Tendo-se identificado cada um dos componentes do custo industrial, passa-se a quantificá-los em termos de coeficientes técnicos.

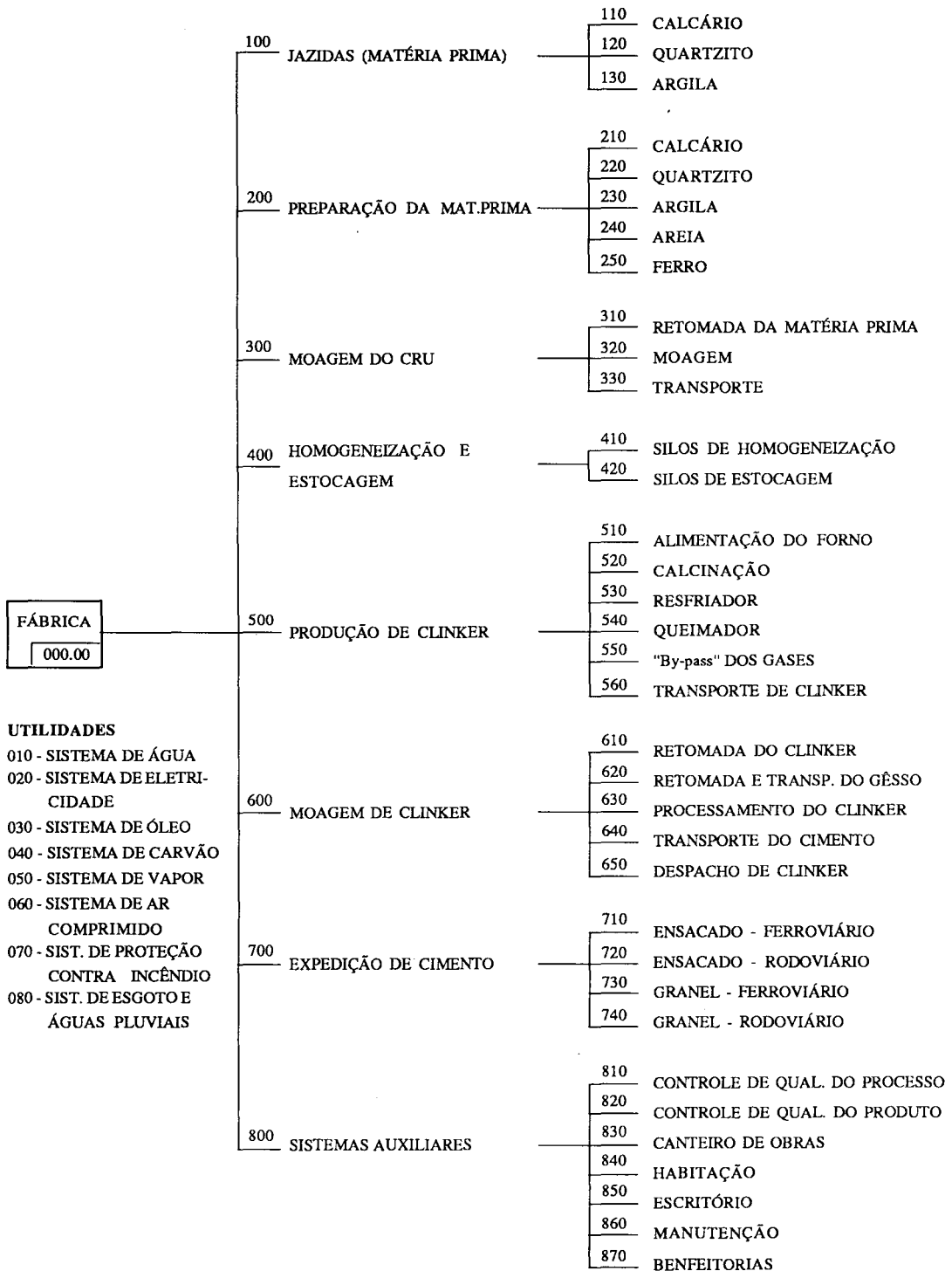
Para isso, utilizam-se os seguintes procedimentos:

- conceituação, onde se especifica o item que está sendo considerado;
- alternativa, onde se analisa as consequências de decisões sobre os custos de propriedade e operação referentes ao item em pauta;
- considerações técnicas, onde se examina os principais fatores técnicos que têm influência sensível no custo do item enfocado;
- coeficientes técnicos, que são relações entre consumo do item considerado e o volume de produção; e,
- faixas de variação dos coeficientes técnicos, que são fixadas através de levantamentos



QUADRO 4



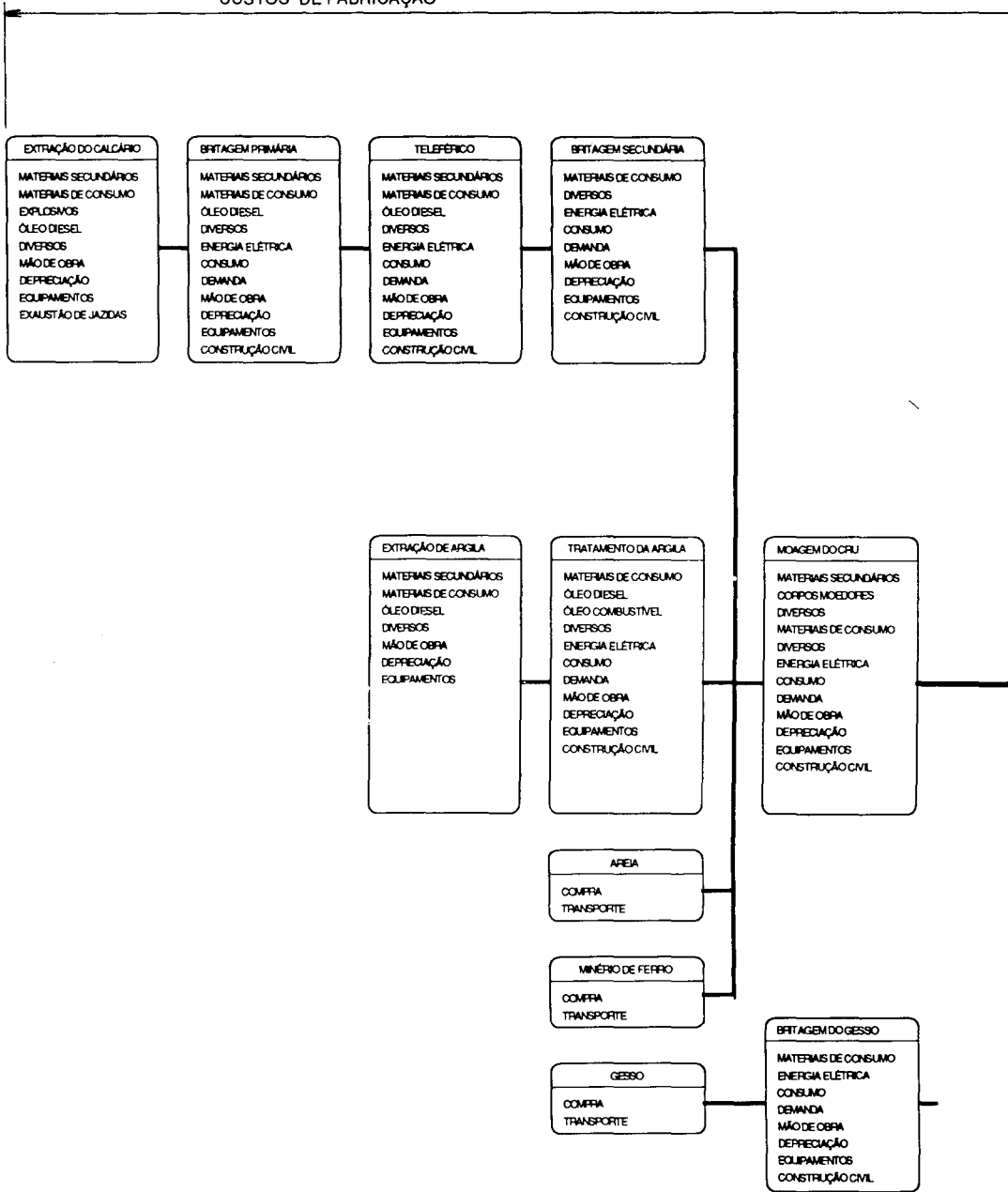


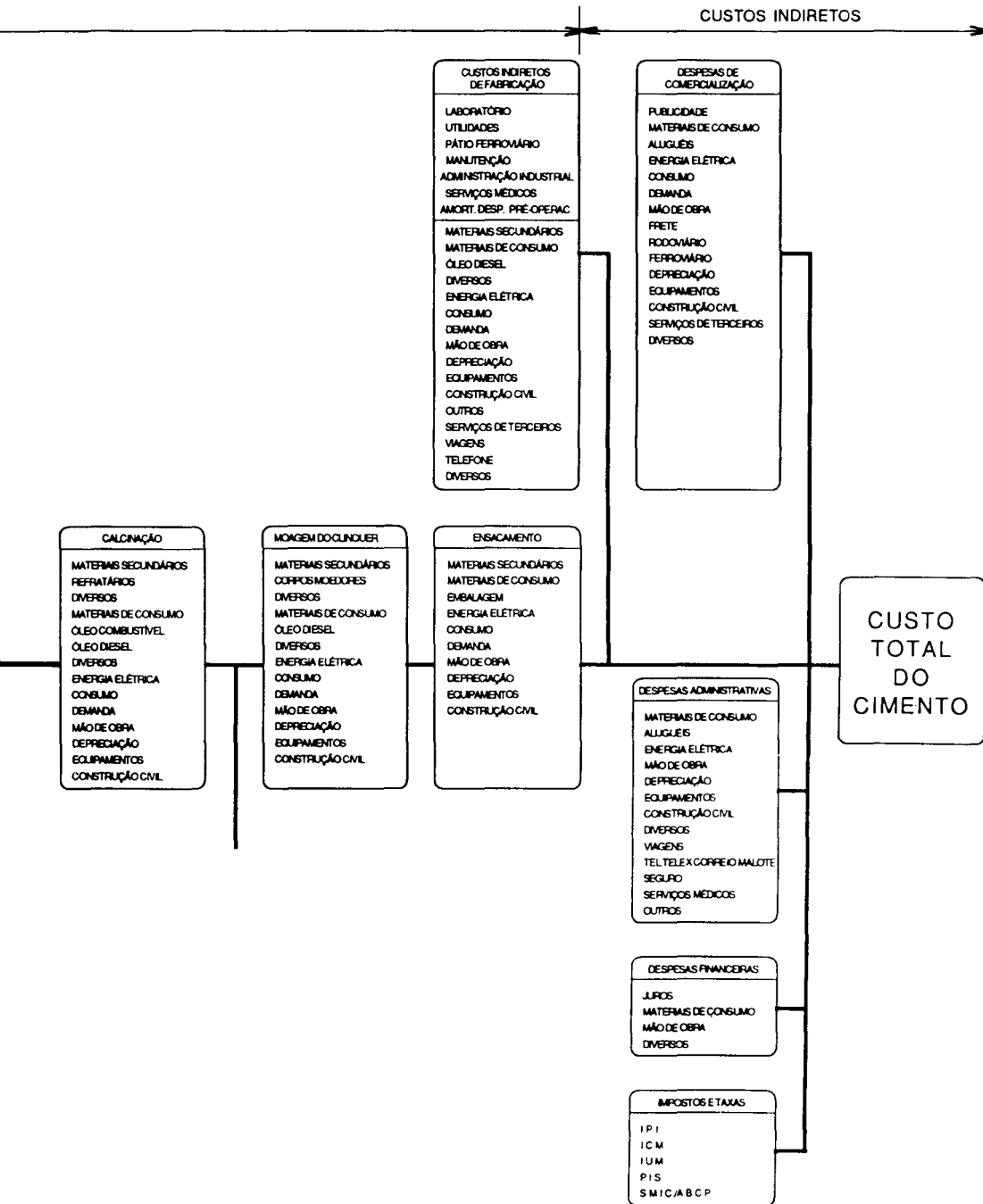
UTILIDADES

- 010 - SISTEMA DE ÁGUA
- 020 - SISTEMA DE ELETRICIDADE
- 030 - SISTEMA DE ÓLEO
- 040 - SISTEMA DE CARVÃO
- 050 - SISTEMA DE VAPOR
- 060 - SISTEMA DE AR COMPRIMIDO
- 070 - SIST. DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO
- 080 - SIST. DE ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS

QUADRO 5 - ESTRUTURA ANALÍTICA DO EMPREENDIMENTO

CUSTOS DE FABRICAÇÃO





em empresas do setor e através de consultas à bibliografia especializada e a entidades públicas ou privadas que se ocupam do assunto.

### SELEÇÃO DOS COMPONENTES MAIS SIGNIFICATIVOS DO CUSTO INDUSTRIAL

A partir de uma tabela abrangente de coeficientes técnicos, parte-se para a seleção dos componentes do custo industrial mais significativos em termos de valor absoluto e faixa de variação. Em outras palavras, procura-se apontar os componentes que apresentam possibilidades de redução significativa de custo, através da adequada gestão operacional.

### IMPACTO DE DECISÕES PRÉ-OPERACIONAIS

Para os componentes do custo industrial relacionados verifica-se a seguir a parcela de custo que é função das decisões pré-operacionais.

Com este procedimento consegue-se identificar os pontos que merecem maior atenção do empresário e do projetista durante a fase pré-operacional. Permite ainda detectar fatores que, de outra forma, permaneceriam desapercibidos.

## Sensibilidade dos Custos Industriais face às Decisões Pré-operacionais

Tendo-se chegado a relacionar os componentes de custo industrial significativos, trata-se agora de obter critérios práticos para permitir a identificação da "origem" do custo, isto é, da parcela de custo que advém de decisões pré-operacionais e daquela que é fruto

de decisões operacionais.

Tomando-se o fator de produção predominante, verifica-se que, quanto mais a indústria é do tipo capital intensivo, maior relevância adquirem as decisões pré-operacionais.

Existem elementos de custo que são consequência unicamente de decisões pré-operacionais, como por exemplo a amortização e a depreciação.

Por outro lado, há elementos do custo industrial que são derivados de decisões operacionais, como por exemplo o custo de manutenção inadequada (já o custo da manutenção que siga as especificações dos fabricantes dos equipamentos é originário de decisões pré-operacionais).

Finalmente, o nível de utilização da capacidade instalada é uma decisão operacional, mas o nível de produção ótimo, isto é, para a plena utilização da capacidade útil, é decisão pré-operacional.

No que se refere à influência de decisões pré-operacionais, é apresentado um quadro comparativo dos tipos de fornos de cimento e seus custos operacionais em termos de coeficientes técnicos de consumo de energia e custo de manutenção (Quadro 7).

No que se refere a decisões operacionais, mostra-se em um gráfico a variação percentual no custo unitário do cimento em função do nível de utilização percentual da capacidade instalada (Quadro 8).

## Considerações Finais

Da análise desenvolvida, conclui-se que a boa gestão de custos de uma unidade industrial, isto é, a minimização do custo, dar-se-á, principalmente, pelas decisões assumidas na fase pré-operacional do empreendimento (no

chamado "sinking time").

Ampliando-se o enfoque, abandonando o âmbito da empresa e considerando o sistema econômico maior, a utilização da metodologia proposta se refletirá sob a forma de um aumento da produtividade média do parque industrial instalado, que poderá ser estimada

a partir da redução agregada do consumo de insumos, p.e. a energia.

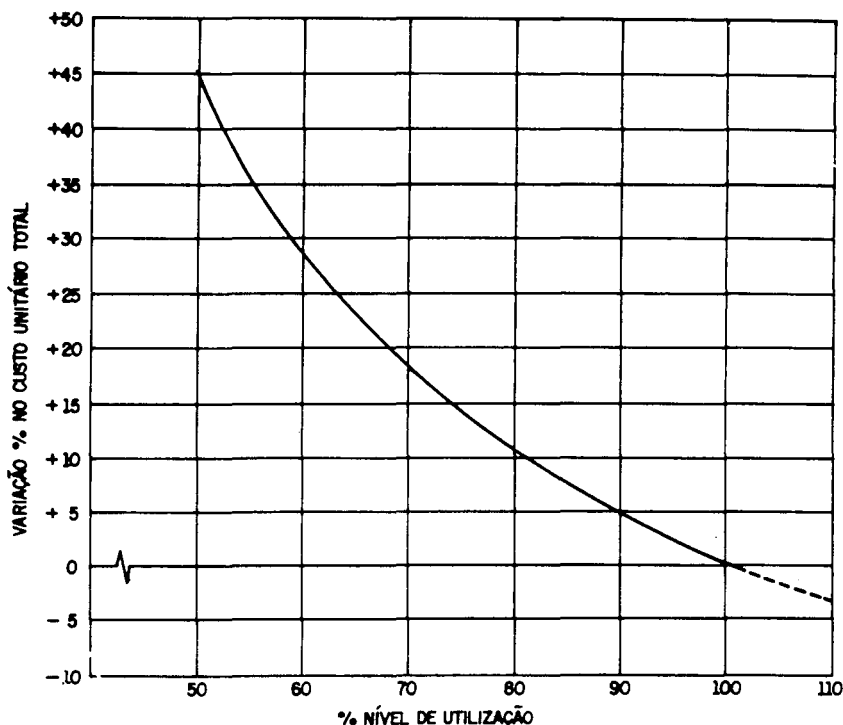
Cabe ressaltar a coincidência de interesses do ponto de vista privado e social, ou seja, o benefício simultâneo para o empreendedor e para a economia como um todo.

As decisões que conferem ao empreendi-

TIPO DE FORNO	Consumo de Combustível		custo de Manutenção (1)
	Kcal/Kg Clínquer	%	
Via Sêca			
- Forno curto com pré-aquecedor de suspensão em 4 etapas.	760	100	100
- Forno Lepol	960	126	240
- Forno Convencional	1.600	210	120
- Forno Vertical	1.050	138	150
Via Úmida			
- Forno Comprido	1.400	184	135
- Forno Curto	1.700	224	130

FONTE: "LOOK JAPAN" - Fevereiro 1966/BNDE

Nota (1): número índice 100 para forno curto com pré-aquecedor de suspensão em 4 etapas, representa apenas um padrão de comparação.



Variação do Custo Unitário Total em Função do Nível de Utilização das Instalações

mento suas características básicas são tomadas pelos chamados "decision makers", baseados no quadro de informações disponível na ocasião. A qualidade das decisões tomadas depende do conteúdo deste quadro. No sentido de elevá-la num espaço de tempo curto, sugere-se a divulgação da metodologia proposta em primeira instância para um conjunto de organismos que, pela sua penetração, permitirá irradiá-la com rapidez. Entre esses organismos, destacam-se:

- Organismos internacionais tipo CEPAL, BIRD e BID;
- Universidades, especialmente Escolas de Engenharia, Economia e Administração;
- Órgãos de apoio à industrialização (no Brasil: CDI, BNDES, FINEP, Bancos de Desenvolvimento Regionais, e outros);
- Entidades voltadas à redução do consumo de energia (CNP, etc);

- Órgãos representativos de indústria (Sindicatos Patronais e Federações);
- Centros de Pesquisa (IPT, CNPq); e,
- Empresas de consultoria.

Finalmente, deve-se considerar o presente trabalho, como uma contribuição ao desenvolvimento da Engenharia Econômica, pela introdução de uma metodologia para determinação de alternativas técnicas mais convenientes, que permitam definir configurações de unidades industriais mais adequadas.

Referências Bibliográficas

- (1) BACKER, M. e JACOBSEN, L.E. Contabilidade de Custos. São Paulo, McGraw-Hill, 1972.
- (2) DEAN, Joel. Economia de Empresas. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1962.