

Para o sistema "Instalação Industrial", são válidos tanto o modelo sistêmico como o processo dinâmico relativos ao sistema "Empresa". Esses dois elementos, juntamente com o conceito de ciclo de vida, constituem-se nas três dimensões principais que orientam o processo de desenvolvimento de uma taxionomia para o entendimento de instalações industriais. A conseqüente definição de disciplinas específicas é então feita à luz do entendimento da instalação industrial como um sistema.

## II. MODELO SISTÊMICO

### CLIENTES, EMPRESAS E MERCADOS

A existência de clientes, que são pessoas (físicas ou jurídicas) com necessidades, desejos e preferências a serem satisfeitos, é a condição básica para a ocorrência de oportunidades de negócio. Em contrapartida, empresas são criadas para aproveitar essas oportunidades de negócio, através do atendimento dos desejos, necessidades e preferências dessas pessoas, pela transformação de insumos disponíveis em serviços e produtos. A ocorrência conjunta de clientes e empresas caracteriza a formação de um mercado.

Sob esse enfoque, a finalidade principal de uma empresa deve ser conquistar e manter clientes de seu mercado, quer sejam eles usuários finais dos serviços e produtos oferecidos pela empresa (como consumidores ou transformadores), quer sejam eles intermediários no processo de distribuição desses serviços e produtos. Para poder definir uma linha adequada de atuação, a empresa deve conhecer as características do mercado como um todo, as características específicas da concorrência bem como as influências e tendências do ambiente no qual o mercado está imerso. Também deve empreender esforços que assegurem a obtenção desses insumos necessários para dispor, a partir de um processo eficiente de transformação desses insumos, de uma oferta de serviços e produtos desejados pelos clientes.

O atendimento adequado dos clientes através da oferta de serviços e produtos derivados dos desejos, necessidades e preferências desses clientes, constitui o escopo do que é denominado "Marketing da empresa". Ou seja, Marketing pode ser visto como a base principal de interação da empresa com seus clientes. Além disso, em uma empresa orientada para o mercado, o Marketing deve estar integrado, de maneira efetiva, com a obtenção e transformação de insumos através da direção da empresa. Só assim, por meio do Marketing e da obtenção e transformação de insumos, integrados pela ação coordenadora da direção, a empresa pode ter fortalecida a sua posição competitiva no mercado.

### VISÃO GERAL DA EMPRESA

A formação de um mercado é caracterizada pela interação de clientes e empresas. Para poder cumprir sua finalidade, aproveitando as oportunidades de negócio criadas no mercado a partir da satisfação de necessidades, desejos e preferências dos clientes, a empresa pode ser tratada como um macro-sistema com quatro atribuições principais:

- Marketing;
- Transformação de Insumos em Serviços e Produtos;
- Obtenção de Insumos;
- Direção.

Esse macro-sistema, conforme mostrado no DIAGRAMA 2.1, pode ser considerado como constituído de quatro sistemas, cada um responsável por uma das grandes atribuições acima. Assim, a empresa é constituída pelos sistemas de Marketing, Transformação de Insumos em Serviços e Produtos, Obtenção de Insumos e Direção.

#### Marketing

Através do sistema de Marketing a empresa interage diretamente com os seus clientes, coletando informações e oferecendo serviços e produtos adequados ao mercado. De acordo com

esse enfoque, o sistema de Marketing é responsável por atividades que vão desde os estudos de mercado até o apoio logístico necessários aos serviços e produtos entregues aos clientes, passando pela caracterização, determinação de preços, distribuição e promoção desses serviços e produtos. Assim, o escopo do sistema de Marketing é coberto pelos seguintes subsistemas:

- Estudos de Mercado;
- Caracterização de Serviços e Produtos;
- Determinação de Preços;
- Esquemas de Distribuição;
- Promoção de Serviços e Produtos.

#### Transformação de Insumos em Serviços e Produtos

O sistema de Transformação de Insumos permite à empresa garantir a disponibilidade de serviços e produtos a serem oferecidos. Então, para que seja possível o processo de transformação de um suprimento adequado de insumos (em termos de recursos técnicos, humanos, financeiros e materiais e de serviços) no elenco desejado de serviços e produtos, o sistema de Transformação de Insumos inclui os seguintes subsistemas:

- Utilização de Insumos;
- Manutenção de Insumos;
- Garantia de Padrões de Qualidade de Serviços e Produtos.

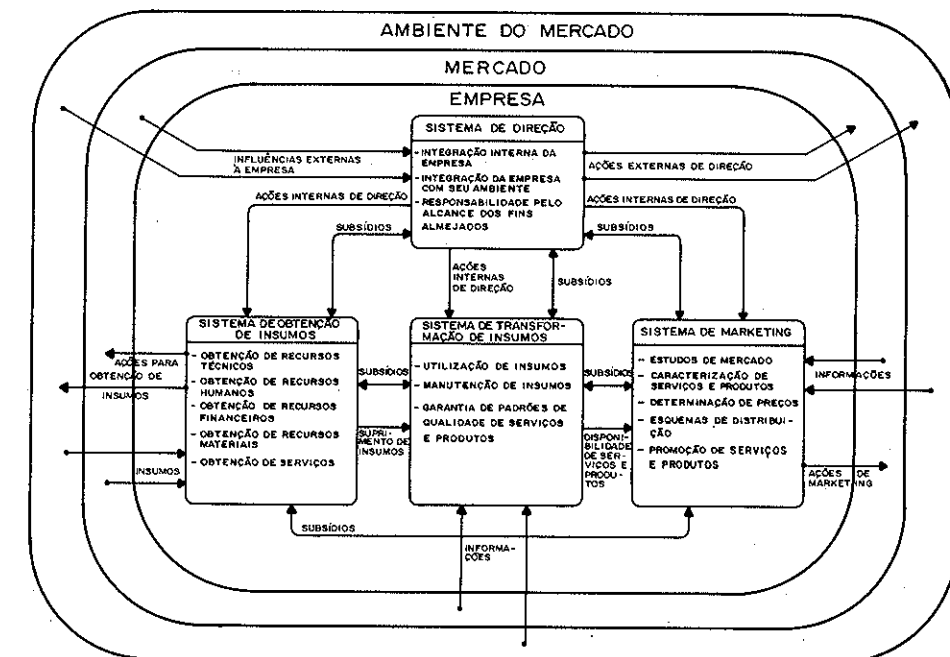


Diagrama 2.1 - Visão geral da empresa

#### Obtenção de Insumos

Para poder dispor de um suprimento adequado de insumos, a empresa conta com o sistema de Obtenção de Insumos, que é composto dos seguintes subsistemas:

- Obtenção de Recursos Técnicos;
- Obtenção de Recursos Humanos;
- Obtenção de Recursos Financeiros;
- Obtenção de Recursos Materiais;
- Obtenção de Serviços de Terceiros.

Com relação aos insumos a serem obtidos, vale a pena salientar que os recursos técnicos incluem todo o conhecimento, técnico e também todos os procedimentos, sejam eles organi-

zacionais, técnicos, econômico-financeiros, legais, políticos ou culturais. Os recursos materiais, por sua vez, são compostos de infraestrutura, edificações, equipamentos, suprimentos e matéria-prima, enquanto que os serviços de terceiros representam insumos que, por características especiais (como consultoria) ou por facilidade (como manutenção de edifícios), podem ser tratados como constituindo um todo subcontratado a terceiros.

#### Direção

O sistema de Direção procura garantir o atingimento dos fins almejados pela empresa, responsabilizando-se ainda pela integração dos sistemas componentes da empresa e pela integração da empresa com seu ambiente. Assim, os seguintes subsistemas compõem o sistema de Direção:

- Integração Interna de Empresa;
- Integração da Empresa com seu Ambiente;
- Responsabilidade pelo Alcance dos Fins Almejados.

### III. PROCESSO DINÂMICO ASSOCIADO

Os sistemas que compõem a empresa têm a si associados um processo dinâmico de planejamento, funcionamento e controle, além de um sistema de informações, conforme mostrado no DIAGRAMA 3.1. Cumpre ressaltar que esse processo é válido para a empresa como um todo (macrosistema) e também para cada um dos quatro sistemas e seus respectivos subsistemas. Mais ainda, o processo continua válido para sucessivas divisões de subsistemas, que configurem sub-subsistemas, sub-sub-subsistemas, etc (por exemplo: manutenção de recursos materiais, manutenção de recursos materiais e equipamentos, etc), ou então sucessivas integrações de macrosistemas, que configurem macro-macrosistemas, macro-macro-macrosistemas, etc (por exemplo, quando a empresa for subsidiária de outra, que por sua vez também é subsidiária de outra, etc).

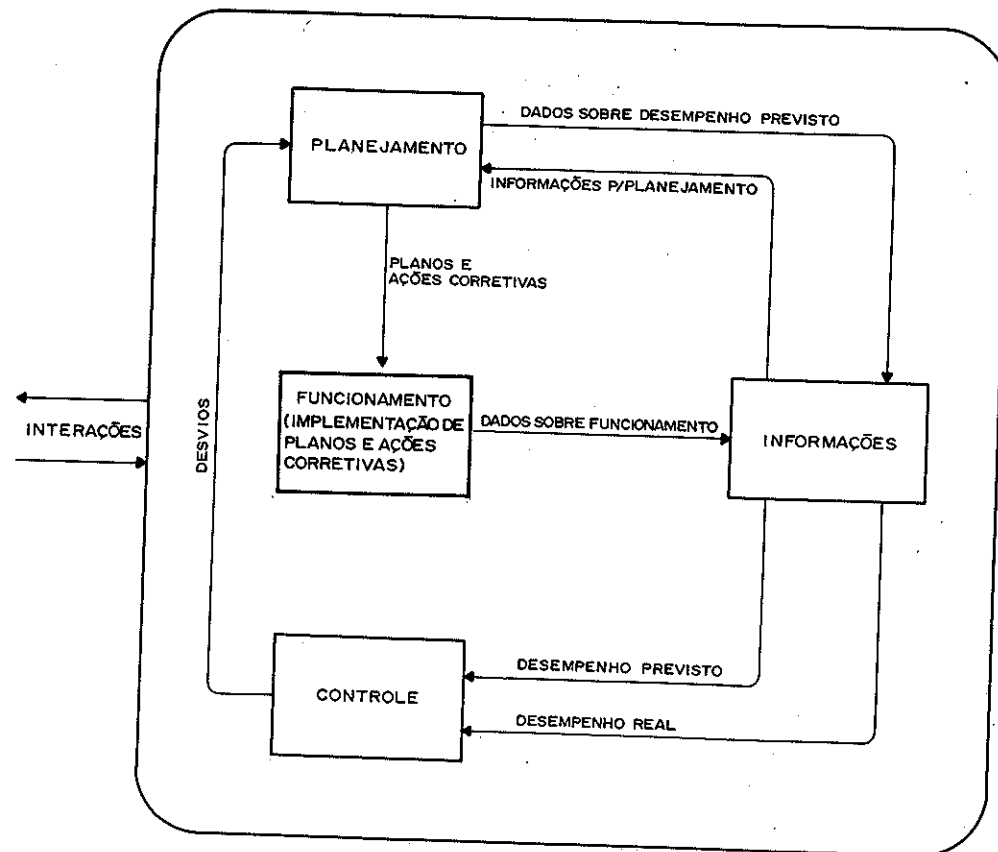


Diagrama 3.1 - Processo dinâmico associado aos sistemas

### PLANEJAMENTO

O planejamento de um sistema em qualquer nível pode ser conceituado como um processo envolvendo o conhecimento da situação; a definição dos fins almejados através do funcionamento desse sistema; a seleção dos meios através dos quais esses fins possam ser alcançados; a determinação dos insumos requeridos pelos meios selecionados e como esses insumos devem ser alocados; a programação dos passos para a implementação; a designação de responsabilidades por esses passos; a determinação de como cada aspecto, em particular, e o conjunto de aspectos, como um todo, devem ser controlados; e a definição do sistema de informações. Enfim, planejamento é um processo dinâmico de tomada de decisão antecipada sobre fins, meios, insumos, implementação, controle dos resultados e informações, a partir do conhecimento da situação.

### FUNIONAMENTO

O funcionamento de um sistema empresarial consiste essencialmente na implementação dos planos elaborados. Isto é, obter os resultados desejados através dos meios selecionados, que por sua vez se traduzem em recursos técnicos, humanos, financeiros e materiais e serviços.

### CONTROLE

O controle de um sistema empresarial consiste basicamente da comparação entre os resultados previstos nos planos e aqueles realmente conseguidos pelo sistema. A partir dessa comparação são detectados possíveis desvios quanto aos resultados esperados ou até mesmo a impossibilidade de se atingir esses resultados. Essas informações sobre o desempenho do plano traçado para o sistema, definem as ações corretivas a serem tomadas no que se refere a modificações e atualizações do plano.

### SISTEMA DE INFORMAÇÕES

O processo de planejamento, funcionamento e controle de um sistema empresarial pode ser seriamente comprometido se não existir um sistema de informações, responsável pela coleta e processamento de dados e o conseqüente fornecimento das informações relevantes à elaboração e ao controle da implementação de planos bem como à tomada de ações corretivas.

Como o planejamento é um processo que essencialmente transforma informação em decisões, é de primordial importância a interação do sistema de informações com o planejamento. Essa interação pode ser direta ou então indireta, através do controle. Decorrente dessa interação planejamento/sistema de informações, uma característica fundamental de um bom sistema de informações, além de ser banco e processador de dados, é ter a capacidade de gerar informações e partir dos dados disponíveis, por intermédio de modelos de suporte à decisão.

### INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS NO CONTEXTO DO PROCESSO DINÂMICO

Uma etapa intermediária do planejamento, no que se refere à seleção de meios, é a definição de programas para se atingir os fins almejados pela empresa. Associados a programas estão as instalações industriais que, à semelhança da empresa à qual pertencem, também podem ser consideradas como sistemas que prestam serviços ou produzem bens visando atender necessidades, desejos e preferências de clientes. Esse atendimento aos clientes é direto quando houver delegação de competência, total ou parcial, da empresa, ou então a instalação industrial for a própria empresa. O atendimento é indireto quando feito através da empresa, que pode ser considerada como o único cliente da instalação industrial. Desse modo, uma instalação industrial está inserida no contexto do planejamento da empresa como

o meio ou como um dos meios para atender, direta ou indiretamente, necessidades, desejos e preferências de clientes da empresa.

#### IV. CONCEITO DE CICLO DE VIDA

Essencialmente, o conceito de ciclo de vida é o reconhecimento de que uma instalação industrial tem a si associada um período de existência, que se inicia com a identificação da necessidade pela instalação industrial e passa pelos processos de concepção, implantação, operação e desativação. Um ponto a ser enfatizado é a hipótese de que a instalação industrial não existe por si só, mas sim como uma decorrência do fato de ter sido selecionado como um meio, através do qual fins almejados pela empresa à qual pertence devem ser atingidos.

Em termos mais específicos, a partir do conceito de ciclo de vida podem ser identificados as seguintes fases associadas à existência da instalação industrial:

##### – CONCEPÇÃO

Toma a identificação da necessidade pela instalação industrial como ponto de partida, passando por termos de referência, propostas alternativas, estudos preliminares, anteprojetos, tendo seu final nos projetos de execução.

##### – IMPLANTAÇÃO

Nessa fase a instalação é construída de acordo com os projetos de execução, com a implantação dada por encerrada somente após o período de pré-operação.

##### – OPERAÇÃO

Após a implantação, a instalação industrial tem seu período de operação, quando então deve ser utilizada de modo a atingir os fins operacionais almejados.

##### – DESATIVAÇÃO

Após um período de operação, que pode ser curto, longo ou mesmo não ser iniciado, a instalação industrial encerra sua vida útil, por desgaste natural, obsolescência ou qualquer outro motivo. Nesse ponto, ela é totalmente desativada ou então sofre um processo de reciclagem ou reforma total.

Conforme o DIAGRAMA 4.1, que mostra graficamente as quatro fases e suas interações, os contornos entre essas fases podem, em muitos casos, não ficar claramente definidos, principalmente devido à realimentação contínua que existe entre elas. O entendimento desse processo de realimentação e a sua efetiva consideração é, aliás, uma característica marcante do conceito de ciclo de vida.

Com relação às fases do ciclo de vida, é interessante notar que durante a fase de operação a instalação industrial existe e funciona, podendo sofrer revisões sempre que necessário. Durante a fase de desativação, a instalação industrial também existe, mas está em desativação ou reciclagem. Por outro lado, durante as fases de concepção e de implantação, a instalação industrial ainda não existe, estando em processo de obtenção. Desse modo, a fase de operação

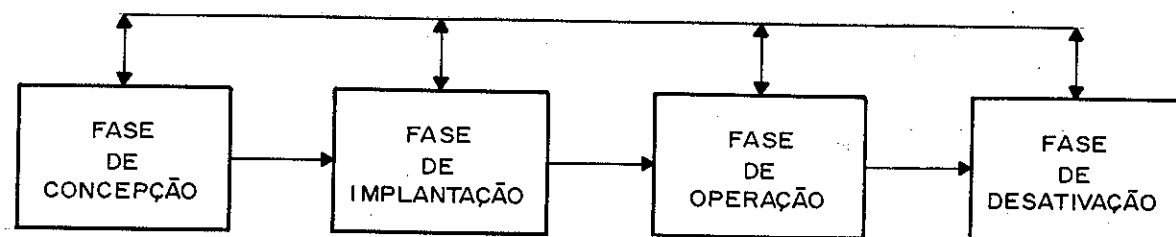


Diagrama 4.1 – Ciclo de vida da instalação industrial

de instalação industrial corresponde ao seu funcionamento operacional, enquanto que durante as outras fases há a execução de esforços específicos, ora de obtenção (fases de concepção e de implantação), ora de desativação ou de reciclagem (fase de desativação).

#### V. TAXIONOMIA PARA O ENTENDIMENTO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

Conforme apresentado, uma instalação industrial constitui-se no meio ou em um dos meios para atender, direta ou indiretamente, necessidades, desejos e preferências de clientes da empresa à qual pertence. Dentro desse enfoque, a finalidade principal da instalação industrial confunde-se com a da própria empresa: conquistar e manter clientes. Assim, à semelhança da empresa a qual pertence, a instalação industrial pode ser considerada como um macrosistema constituído dos sistemas de Direção; Obtenção de Insumos; Transformação de Insumos em Serviços e Produtos e Marketing.

A validade do processo dinâmico para a instalação industrial está intimamente ligada ao conceito de ciclo de vida. Assim, com relação à fase de operação, o processo dinâmico apresentado para a empresa é integralmente aplicável. Quanto a cada uma das outras fases, a única diferença reside na natureza das atividades de implementação de planos e ações corretivas: durante a fase de operação há o funcionamento operacional enquanto que às demais fases corresponde a execução de esforços específicos de concepção, implantação ou desativação. Assim, a menos da mudança do termo "funcionamento" por "execução", tanto na descrição do processo dinâmico como no DIAGRAMA 4.1, tudo o que foi apresentado para o processo associado à empresa (e válido para a fase de operação da instalação industrial), é também válido para as fases de concepção, implantação e desativação da instalação industrial. DIAGRAMA 5.1 representa o processo dinâmico já modificado. Por ser idêntico ao DIAGRAMA 4.1 (a menos da mudança de "funcionamento" por "execução"), o DIAGRAMA 5.1 não é mostrado.

Desse modo, cada um dos sistemas considerados no modelo sistêmico da instalação industrial, seja a nível da instalação industrial como um todo ou seja a nível dos sistemas empresariais e de seus respectivos subsistemas, tem a si associado um processo dinâmico de planejamento, funcionamento ou execução e controle, além de um sistema de informações. O ponto a ser enfatizado é que qualquer sistema existente no âmbito da instalação industrial, independente de sua natureza e nível, pode ser compreendido em termos desse processo dinâmico.

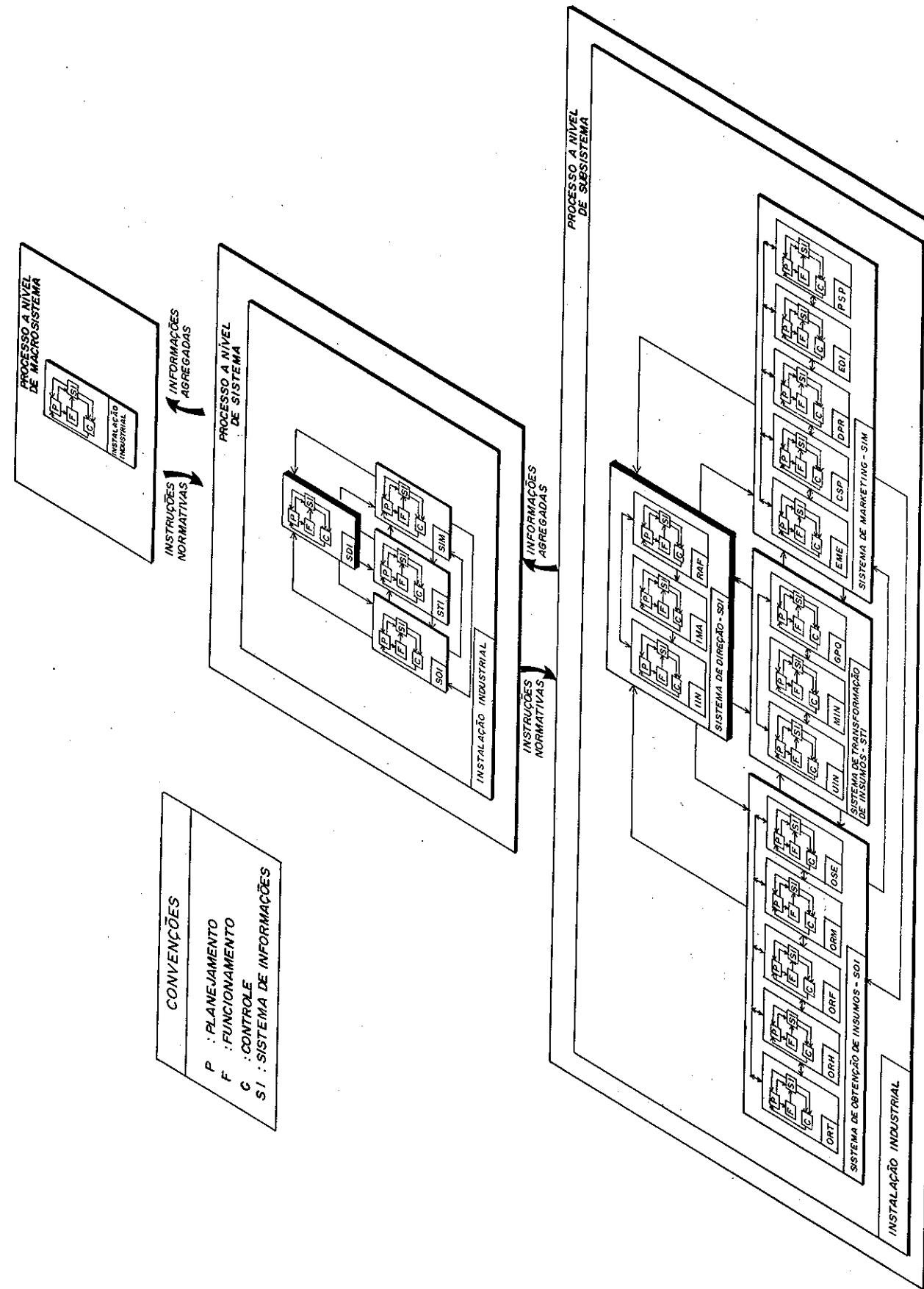
Assim, levando em consideração as características distintas quanto à implementação de planos e ações corretivas nas diferentes fases de seu ciclo de vida, a representação da instalação industrial em termos do processo dinâmico associado pode ser segmentada em dois modelos: um correspondente à fase de operação, conforme mostra o DIAGRAMA 5.2, e o outro às fases de concepção, implantação e desativação, representado no DIAGRAMA 5.3. Por ser idêntico ao DIAGRAMA 5.2 (a menos da mudança de F: funcionamento por E: execução), o DIAGRAMA 5.3 não é mostrado. Ainda com relação ao DIAGRAMA 5.2, convém salientar que, devido às características de coordenação inerentes ao seu escopo, o sistema de Direção tem uma certa ascendência sobre os outros sistemas. Essa ascendência é representada graficamente pelo destaque dado ao bloco do sistema de Direção.

Nesse ponto já estão disponíveis todos os elementos necessários à taxionomia de instalações industriais. O DIAGRAMA 5.4 sintetiza graficamente todos esses elementos, explicitando inclusive, a localização e o papel de cada um dos diagramas apresentados, constituindo-se então na taxionomia que permite o entendimento de instalações industriais.

#### VI. DISCIPLINAS ESPECÍFICAS

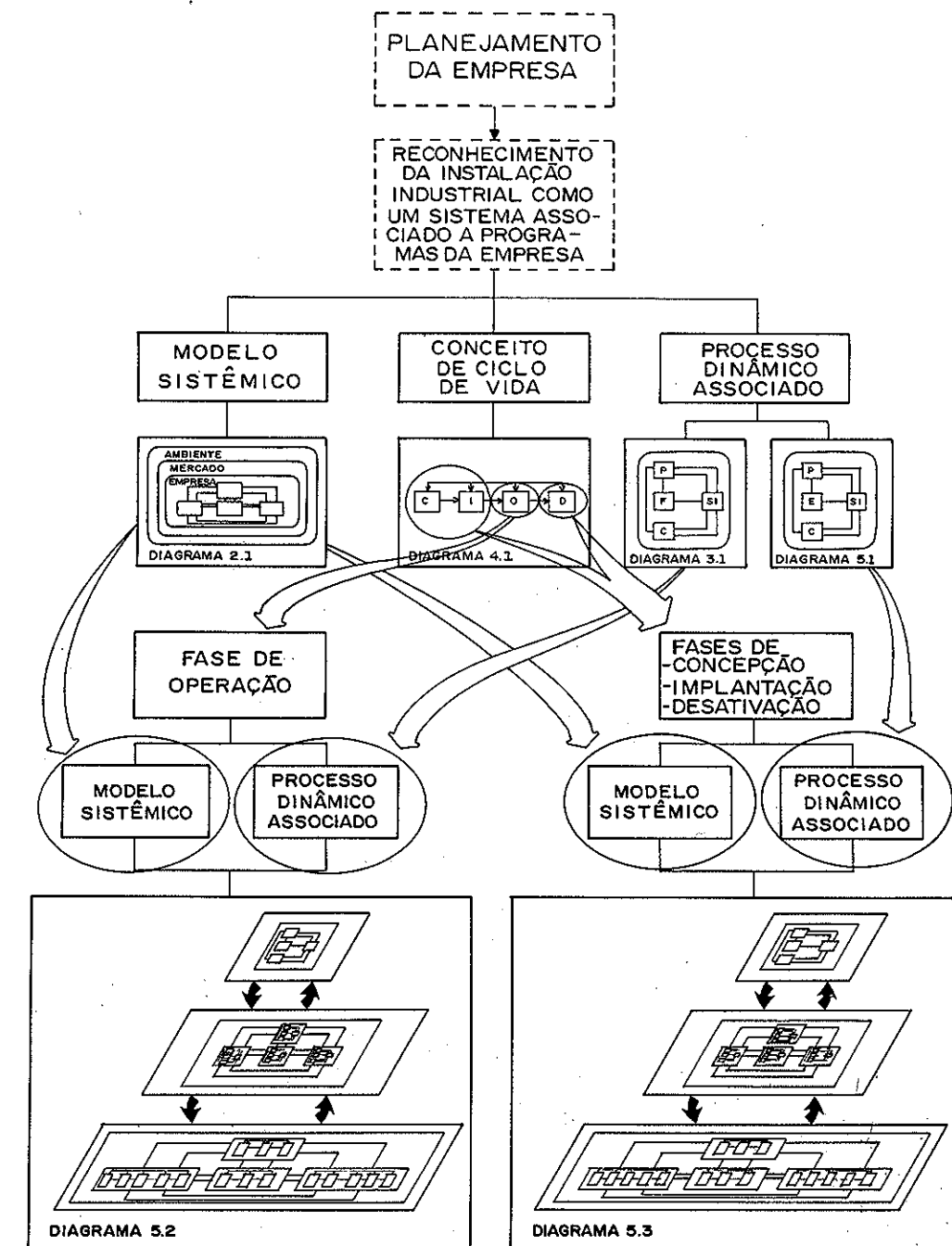
No que concerne à estruturação de disciplinas do curso de Engenharia Mecânica da UnB, são oferecidas duas disciplinas, cada uma com carga horária de sessenta horas, tomando como referência a taxionomia mostrada no DIAGRAMA 5.4.

Assim, "Instalações Industriais 1" abrange tópicos relativos à fase de operação da instalação industrial, correspondente ao lado esquerdo do DIAGRAMA 5.4. A idéia básica da disci-



plina é transmitir aos alunos os conceitos básicos associados ao funcionamento operacional de uma instalação industrial existente, com ênfase especial no Sistema de Transformações de Insumos em Serviços e Produtos como um todo e em alguns aspectos dos outros sistemas. Especificamente, são cobertos os seguintes tópicos:

- sistemas e modelos;
- visão geral da empresa e de instalações industriais (basicamente o conteúdo deste trabalho);
- planejamento, controle e sistema de informações associados à fase de operação dos seguintes subsistemas:
  - utilização de insumos (em tópicos usualmente conhecidos como "planejamento e controle da produção");



- manutenção de insumos (ênfase em manutenção de recursos materiais);
- garantia de padrões de qualidade de serviços e produtos (introdução ao controle de qualidade);
- estudos de mercado (principalmente técnicas de previsão);
- obtenção de recursos materiais (principalmente modelos de estoques).

Em "Instalações Industriais 2", por outro lado, que corresponde ao lado direito do DIAGRAMA 5.4, são apresentados os conceitos básicos relativos ao processo de obtenção da instalação industrial (fases de concepção e implantação), com rápidas pinceladas sobre a fase de desativação, completando-se assim a cobertura do ciclo de vida da instalação. Os tópicos cobertos por essa disciplina são os seguintes:

- processo de planejamento da empresa e colocação das instalações industriais no contexto desse processo;
- planejamento, controle e sistema de informações associados às fases de concepção, implantação e desativação (ênfase à fase de concepção) do macrosistema Empresa, com especial atenção nos seguintes tópicos:
  - planejamento e controle de projetos;
  - técnicas de caminho crítico;
  - localização industrial;
  - arranjo físico;
  - avaliação econômica de investimentos;
- outros tópicos (usualmente em forma de seminários):
  - tempos e métodos;
  - custos industriais;
  - higiene e segurança do trabalho;
  - avaliação de investimentos a custos sociais;
- projeto, a nível de estudo preliminar, de uma instalação industrial.

Um ponto importante a ser destacado é que essa última disciplina tem "Instalações Industriais 1" como pré-requisito, pois é preciso primeiro entender a operação para se poder então conceber, implantar e mesmo desativar e reciclar uma instalação industrial.

## VII. CONCLUSÕES

O modelo sistêmico desenvolvido, juntamente com o conceito de ciclo de vida e do processo dinâmico associado aos sistemas no âmbito da instalação industrial, fornecem a base para a obtenção da taxionomia para o entendimento de instalações industriais e a conseqüente definição de disciplinas específicas.

Para o caso particular do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, foram definidas duas disciplinas específicas. A taxionomia desenvolvida, entretanto, pode ser utilizada para definir outras disciplinas, diferentes daquelas, ou mesmo para orientar reagrupamentos de disciplinas existentes.

Outra contribuição da abordagem é facilitar aos alunos identificarem, a nível de instalação industrial como um todo, oportunidades de propostas de estágios supervisionados.

Pode também ser ressaltado que, a menos de adaptações no modelo sistêmico, é possível utilizar a mesma abordagem para outras instituições que não instalações industriais, como por exemplo instalações hospitalares, firmas prestadoras de serviços e entidades governamentais.

Finalmente, as conclusões mais ambiciosas e também mais polêmicas. Apesar de ter sido dirigida especificamente ao ensino de Instalações Industriais, a abordagem apresentada pode dar subsídios à estruturação do currículo de Engenharia Mecânica. Assim, a Empresa, que é uma organização que operacionaliza o regime de propriedade de bens e serviços inerentes ao Sistema Econômico, pode ser entendida dentro de um modelo global de sociedade. Dentro desse enfoque, as Matérias de Formação Geral deveriam dar uma visão geral da sociedade, mostrando tanto o posicionamento relativo da Empresa na sociedade como também suas inter-relações com outras organizações dos sistemas que compõem a sociedade. As matérias de Formação Profissional Geral e Formação Profissional Específica podem tomar como base a taxionomia do DIAGRAMA 5.4, com concentrações em matérias associadas às fases do ciclo de vida da instalação industrial: concepção (projetos), implantação (construções e montagens), operação (operação e manutenção) e desativação (desativação e reciclagem).

## ARTIGO

### REDUÇÃO DA INCERTEZA EM MEDIDAS DE CORRENTES CONTÍNUAS EM ELETRÔNICA

B.J. Mass\*

MASS, B.J. Redução da incerteza em medidas de correntes contínuas em eletrônica. *Rev. Ensino Eng.*, S. Paulo, 2: 105-111, 1º sem. 1983.

O emprego de uma fonte de correntes padrão e de regressão linear revela que é possível estabelecer coeficientes para corrigir os valores indicados de correntes contínuas tipicamente encontrados em semicondutores, reduzindo assim a incerteza nas medidas. A idéia é simples e pode ser estendida a correntes alternadas e outras variáveis. Neste trabalho são comunicados alguns resultados particulares demonstrando que o procedimento pode ser introduzido nos laboratórios de ensino das universidades e escolas técnicas.

Medidas de corrente. Incerteza. Fonte de correntes padrão. Análise de regressão.

MASS, B.J. Reduction of the uncertainty in measurements of DC currents in electronics. *Rev. Ensino Eng.*, S. Paulo, 2: 105-111, 1º sem. 1983.

The utilization of a standard current source and of linear regression reveals that it is possible to establish coefficients to correct the indicated values of DC currents typically encountered in semiconductors, thus reducing the uncertainty in measurements. The idea is a simple one and can be extended to AC currents and other variables. In this paper some particular results are reported demonstrating that the procedure can be introduced in the teaching laboratories of universities and technical schools.

Current measurement. Uncertainty. Standard current source. Regression analysis.

## I. INTRODUÇÃO

Não obstante o grande desenvolvimento da eletrônica e dos instrumentos eletrônicos de medida nas últimas décadas, do ponto de vista de engenharia a incerteza nos resultados de medidas continua sendo um problema de interesse educacional.

Para medir corrente, tensão e resistência, por exemplo, continuamos sem poder contar com instrumentos de precisão significativamente melhor que a ordem de grandeza usual de 3% a 5% e que sejam ao mesmo tempo suficientemente baratos para serem adotados em larga escala nos laboratórios de ensino. Por outro lado, o hábito de indicar a incerteza em torno de dados apresentados em relatórios, artigos e trabalhos científicos em geral, não é comum, caracterizando uma situação contraditória na ciência e na tecnologia[7], cuja solução interessa ao ensino de engenharia.

Com esse trabalho pretende-se sugerir um procedimento que uma vez ensinado a estudantes de graduação de engenharia elétrica pode ser executado rotineiramente, envolvendo o estudante numa atmosfera de preocupação pela incerteza e pelos erros nos processos de medida. A idéia consiste em determinar a relação existente entre os valores reais de correntes e os valores indicados por um multímetro comum que sofreu diferentes tipos de descalibração. Se esta relação for linear então poucas medidas são suficientes para se determinar os dois números que caracterizam a relação funcional entre valores reais e valores lidos numa determinada escala. De posse desses números um aluno pode facilmente corrigir cada valor lido na escala em questão. A determinação dos coeficientes exige uma fonte de correntes padrão e uma calculadora programável, que deve ser do tipo "de bolso" para que o método possa ser aplicado com

\* Aluno de pós-graduação no Depto. de Eletricidade da Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Professor de Circuitos Eletrônicos da Faculdade de Engenharia de Barretos. Endereço: Caixa Postal 487. 13.560. São Carlos, SP, Brasil.