

Capítulo 6

Planejamento, gerenciamento e controle de obras

Chapter 6

Planning, management and control of works

Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso ⁵⁰

1. Projeto e Gerenciamento de projetos

1.1 Projeto

É um conjunto de atividades não rotineiras (único), com início e fim bem definidos, destinadas a materializar um objetivo (EESC/USP, 1998). As características de um projeto são:

- possuir um objetivo bem definido, ligado à satisfação de necessidades humanas;
- desenvolver-se ao longo do tempo, com um ciclo de vida que pode ser dividido em etapas (por exemplo: concepção, planejamento, execução, término);
- estar sujeito a restrições de tempos, custos e qualidade;
- as atividades além de não rotineiras (únicas) são multidisciplinares.

A figura abaixo ilustra o ciclo de vida de um projeto.

Ciclo de vida do projeto

Este conceito se aplica a projetos nas mais diferentes áreas da atividade humana. Há projetos espaciais, projetos sociais, projetos esportivos, projetos pessoais, assim como projetos de cons-

⁵⁰ Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso é engenheiro civil, mestre e doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP. Atualmente é professor doutor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP e da Faculdade de Arquitetura Belas Artes. Tem experiência profissional em Engenharia de Construção Civil, atuando principalmente nas seguintes áreas: planejamento e custos de construção; habitação, infra-estrutura urbana; saneamento e urbanização de favelas; prospecção tecnológica e cadeia produtiva da construção civil.

1. Project and project management

1.1 "Project"

A project can be described as a group of non-routine activities, with a well-defined beginning and end, in pursuit of an objective (EESC/USP, 1998). The main characteristics of a project are the following:

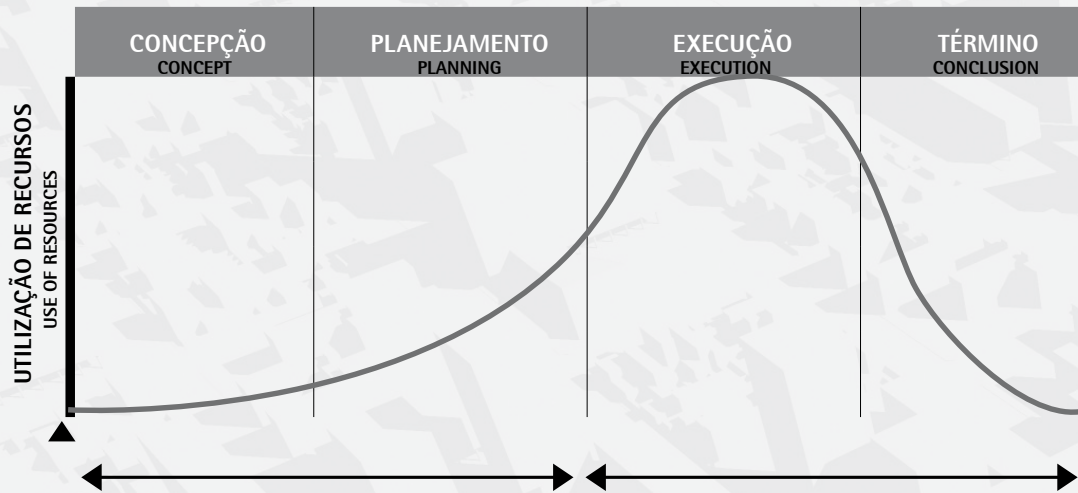
- *to possess well-defined objectives targeted at meeting human needs;*
- *to be undertaken over a given period of time, with a life cycle that can be divided into stages (for example, concept, planning, execution and conclusion);*
- *to be subject to time, cost and quality constraints;*
- *in addition to being non-routine, the activities are multidisciplinary;*

The figure below illustrates the life cycle of a project.

Life cycle of a project

The concept can be applied to projects in the most varied areas of human activity; in addition to construction projects, there are spatial, social, sporting and personal projects. What varies, however, is the com-

⁵⁰ Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso Civil Engineer, with a Masters and Doctorate in Civil Engineering from the USP Polytechnic School. Currently gives courses at doctoral level in the Civil Construction Engineering Department and at the Fine Arts Architecture Faculty. Possesses professional experience in civil construction engineering, mainly in the following areas: planning and construction costs; housing, urban infrastructure; sanitation and slum upgrading; technological prospectation and civil construction production chains.



Source: adapted AHUJA (1994)

Fonte: Adaptado de AHUJA (1994)

plexity and scope of a given project as well as the type of knowledge required to achieve project objectives.

For example, the construction of a small community centre is less complex than the building of a power station. However, both projects aim to achieve certain objectives, are executed over a period of time and are subject to constraints regarding time, costs and quality. In short, any kind of work fitting this description constitutes a project and will be interpreted as such in the text below.

Another description of a project, perhaps most common in the areas of engineering and architecture, can refer to a set of technical documents consisting of designs and specifications. In order to avoid confusion between the two concepts which represent very different (although related) circumstances, we have chosen to employ the term “technical project” in our text when referring to a project as a set of designs and technical specifications.

1.2 Management of projects

Project management is virtually a consequence of the nature of a given project. For a project to be successful, it is necessary to manage resources in accordance with time, cost, quality limitations (among others) in order to ensure that the project achieves its objectives and meets the needs of all those involved. This is what is known as “project management”. A project does not spontaneously materialise, but has to be managed. Managing involves making efforts to ensure that the project is undertaken effectively.

trução. O que varia é o tipo de conhecimento exigido, o grau de abrangência e complexidade.

A construção de um pequeno centro comunitário possui complexidade e abrangência muito menor que a construção de uma usina hidrelétrica. Entretanto, ambas pretendem atingir objetivos, desenvolvem-se ao longo do tempo e estão sujeitas a restrições de tempos, custos e qualidade. Portanto, uma obra é sempre um projeto e é assim que será considerada neste texto.

Há também outro entendimento de projeto, talvez mais comum na área da arquitetura e engenharia, que é conjunto de documentos técnicos (desenhos e especificações). Para não fazer confusão entre as duas idéias, que representam coisas muito distintas, embora relacionadas, utilizaremos neste texto o termo “projeto técnico” quando estivermos nos referindo ao projeto como conjunto de desenhos e especificações técnicas.

1.2. Gerenciamento de projetos

O gerenciamento de projetos é quase uma consequência da natureza do projeto. Para que um projeto tenha êxito, seja implantado, é necessário administrar recursos, com restrições de tempo, custos, qualidade, entre outros, de modo a fazer com que o projeto atenda seus objetivos e satisfaça a todos os que nele estiverem envolvidos. Isto é gerenciar projetos, ou seja, um projeto não se materializa espontaneamente, precisa ser gerenciado. Gerenciar projetos é fazer com que o projeto seja efetivado. É possível ainda entender que a realização de um projeto

está assentada sobre um tripé, a saber: o plano (objetivos, cronogramas, orçamentos, o projeto técnico, etc.), os recursos (financeiros, humanos, tecnológicos, etc) e um ambiente (clientes, organizações e empresas participantes, pessoas e interesses atingidos pelo projeto). Se um desses três apoios falhar, o projeto terá problemas. Gerenciar pode ser entendido como a arte e a ciência de se manter este tripé permanentemente equilibrado (META, 2004).

1.2.1 As três dimensões do gerenciamento de projetos

Há três dimensões do gerenciamento: as funções, os processos e as etapas.

As funções significam o que gerenciar e incluem:

- Escopo: definição de tarefas, responsabilidades, missões, fronteiras e interfaces;
- Tempos: planejamento, controle e replanejamento de tempos, estabelecimento de durações, ritmos e cadências; elaboração de cronogramas físicos e físico-financeiros;
- Custos: previsões e orçamentos, controles e projeções de custos;
- Qualidade: busca da qualidade especificada dos produtos intermediários e final, e busca de processos com baixas taxas de falhas, inclusive o do próprio gerenciamento;
- Comunicação: estabelecimento de formas e produtos de comunicação entre a equipe e empresas internas ao projeto e destes com o ambiente externo;
- Recursos humanos: definição e alocação de equipes, administração de pessoal, motivação e comportamentos, treinamento e desenvolvimento;
- Contratos e fornecedores: definir pacotes de contratações, administrar contratos, lidar com terceiros e fornecedores;
- Risco: análise e avaliação de desvios e riscos aos objetivos do projeto.

It could be said that undertaking a project is based upon a three-pronged approach: the plan (objectives, schedules, budget, technical design etc); resources (financial, human, technological, etc); and a particular environment or context (clients, participating companies, organisations, persons and interests affected by the project). If one of the three corners of this triangle were to fail, the project would encounter problems. Project management can be interpreted as the art and science of keeping this three-pronged approach in permanent equilibrium (META, 2004).

1.2.1 The three dimensions of project management

Management consists of functions, processes and stages.

The functions (i.e., what to manage) include the following:

- *Scope: definition of tasks, responsibilities, remits, barriers and interfaces;*
- *Time: planning, re-planning of time, control, establishment of deadlines, 'rhythms' and 'cadences';*
- *Costs: forecasts and budget, controls and cost projections;*
- *Quality: meeting the quality specified for the intermediate and final products and seeking to use processes with low failure rates (including the process of management);*
- *Communication: establishment of forms of communication between the team and firms engaged on the project and between the latter and the external environment;*
- *Human resources: selection and allocation of teams, personnel administration, motivation and behaviours, training and development;*
- *Contracts and suppliers: to define contracts packages, handle contracts, manage third parties and suppliers; and*
- *Risk: analysis and evaluation of circumstances impeding achievement of the objectives of the project (risks and extraneous events).*

The processes concerned with “how to manage” involve the following activities:

- Planning;
- Organisation and coordination;
- Execution;
- Monitoring and control.

The various stages of a project involve the notion of “when” to manage (related to the stages encountered in the course of the project). The four main stages are:

- Conception;
- Planning;
- Execution; and
- Finalisation or operation.

1.2.2 Who should manage?

There are various different ways of managing a project depending on the need for a greater or lesser level of outsourcing (or contracting out) of a given activity. These different forms of approach can be resumed under three headings: “own” management, support/consultancy management and integral management, as described below (META, 2004).

a) “Own” management

In this case the owner or proponent executes management functions directly through his own team. This would be the case of a local authority (e.g. Municipality) which decides to manage a slum upgrading urbanisation project using professional staff on its own payroll. In this case, the Municipality will possess total control over all the activities, which is an advantage. On the other hand, “own” management demands permanent investment in different teams given that the success of any management structure depends essentially on the qualifications of its constituent members.

b) Support, consultancy or technical assistance for management

In this case, management is also undertaken by an “own” team, but with the assistance of an external team specialized in areas where the contracting party lacks experience or is unable to acquire special competence or skills, preferring instead to contract out.

Os processos dizem respeito ao como gerenciar e são atividades de:

- Planejamento;
- Organização e coordenação;
- Execução;
- Monitoramento e controle.

Finalmente as etapas, que significam “quando” gerenciar e dizem respeito às fases, ao longo do tempo, em que se desenvolve o projeto, a saber:

- Concepção;
- Planejamento;
- Execução;
- Finalização ou operação.

1.2.2 Quem gerencia?

Existem várias formas de gerenciar um projeto, de acordo com o maior ou menor grau de terceirização, ou contratação, dessa atividade. Essas formas podem ser resumidas basicamente em três: próprio, apoio/assessoria e gerenciamento integral, conforme segue (META, 2004).

a) Gerenciamento próprio

O proprietário executa diretamente o gerenciamento, através da sua própria equipe. É o caso de uma Prefeitura que gerenciará uma obra de urbanização de um assentamento com profissionais de seu próprio quadro. Nesse caso, a Prefeitura terá controle total de todas as atividades, o que é uma vantagem. Por outro lado o gerenciamento próprio exige investimento permanente nas equipes, pois o sucesso do gerenciamento depende essencialmente da qualificação das mesmas.

b) Apoio, assessoria ou assistência técnica ao gerenciamento

Neste caso o gerenciamento também é feito por uma equipe própria, porém com apoio de uma equipe externa, especializada, em áreas onde o contratante não possui experiência ou não pretende desenvolver competência, preferindo terceirizá-las. É o caso de uma obra mu-

nicipal de urbanização de assentamento em que será necessário executar uma obra de contenção complexa, com execução de tirantes, por exemplo. A Prefeitura pode não ter pessoal especializado para o acompanhamento deste tipo de obra e pode contratar uma assessoria ou fiscalização específica para isto.

Essa prática é interessante, pois amplia a capacitação técnica do contratante, através de uma complementação entre áreas e equipes, sem as dificuldades que podem ocorrer no gerenciamento próprio. Porém, há possibilidade de ocorrência de conflitos entre as equipes interna e externa, sendo necessária liderança suficiente do pessoal interno e confiança em relação ao pessoal externo. É necessário também habilidade das equipes externas, procurando manter uma postura colaborativa e não crítica/fiscalizadora. Deve-se lembrar que a equipe externa, embora deva estar comprometida com os resultados do gerenciamento, não tem poder de decisão. Há possibilidade de transferência de tecnologia de gerenciamento (da equipe externa para a interna)

c) Gerenciamento externo, ou integral

O gerenciamento é totalmente contratado e a equipe externa tem poder de decisão, embora sempre submetida à palavra final da contratante. É indicada quando não há pessoal interno adequado e disponível. É o chamado gerenciamento clássico. Há possibilidade também, de transferência de tecnologia.

1.2.3 As equipes de gerenciamento

São apresentados a seguir alguns exemplos de organização das equipes de gerenciamento de obras, ilustrados nas figuras a seguir.

No primeiro caso, comum a obras de pequeno e médio porte, a equipe pode ser composta do gerente, ou coordenador de contratos (nome utilizado para projetos de urbanização de assentamentos), mestre de obra e, abaixo destes os encarregados de produção. Os responsáveis pelo apoio/assessoria estão ligados mais diretamente ao gerente. Os sub-contratados estão ligados também ao gerente e ao mestre.

No segundo caso, para obras de maior porte e onde há maior necessidade de apoio e terceiri-

For example, this could be the case of a municipal works aimed at urbanising an informal settlement where a complex earth containment operation is needed involving tie rod mounting. The Municipality might not possess the specialized personnel for this kind of job and therefore would seek a consultancy/supervisory firm to do it.

This is an interesting approach, since it enhances the technical capacity of the contracting Party without it having to deal directly with the problems that can occur in cases where “own” management is the norm. However, there is always the possibility of disputes between the internal and external teams and a degree of leadership and understanding is called for from the managers of the internal team with respect to the external staff. Skill is also needed by the external teams to maintain a collaborative, non-critical posture. It must also be remembered that the external team, although obviously committed to achieving the results required by the overall project managers, has no real power of decision. It is widely accepted that transfers of external managerial expertise can often benefit the internal team.

c) External or integral management

In this case management is contracted on a 100 percent basis and the external team possesses power of decision, although subject to the final decision made by the contracting party. External management is appropriate in the absence of internal staff able to undertake the job in hand. This is called classic management. As in the above case, the possibility of technology and management expertise transfer exists.

1.2.3 Management teams

A few examples of the way in which work management teams are organised are presented below (illustrated in the various diagrams).

In the first case, common to small and medium-sized works, the team may comprise a manager or contracts coordinator (in slum upgrading projects), a clerk of works/foreman and a number of site employees charged with physical execution of the works. The staff responsible for support/consultancy answer directly to the manager while the subcontracted staff answer to the manager and the clerk of works.

Secondly, for larger jobs calling for support and outsourcing, the management team is basically the same as above.

The third case involves the management of major outsourced developments. This arises when a public authority contracts a manager to execute the works undertaken by a construction company that is also under contract to the same public body. In these circumstances, the building activities (housing production) are carried out wholly by third parties and the relationship between the management and the subcontracted teams is different from the other two cases outlined above.

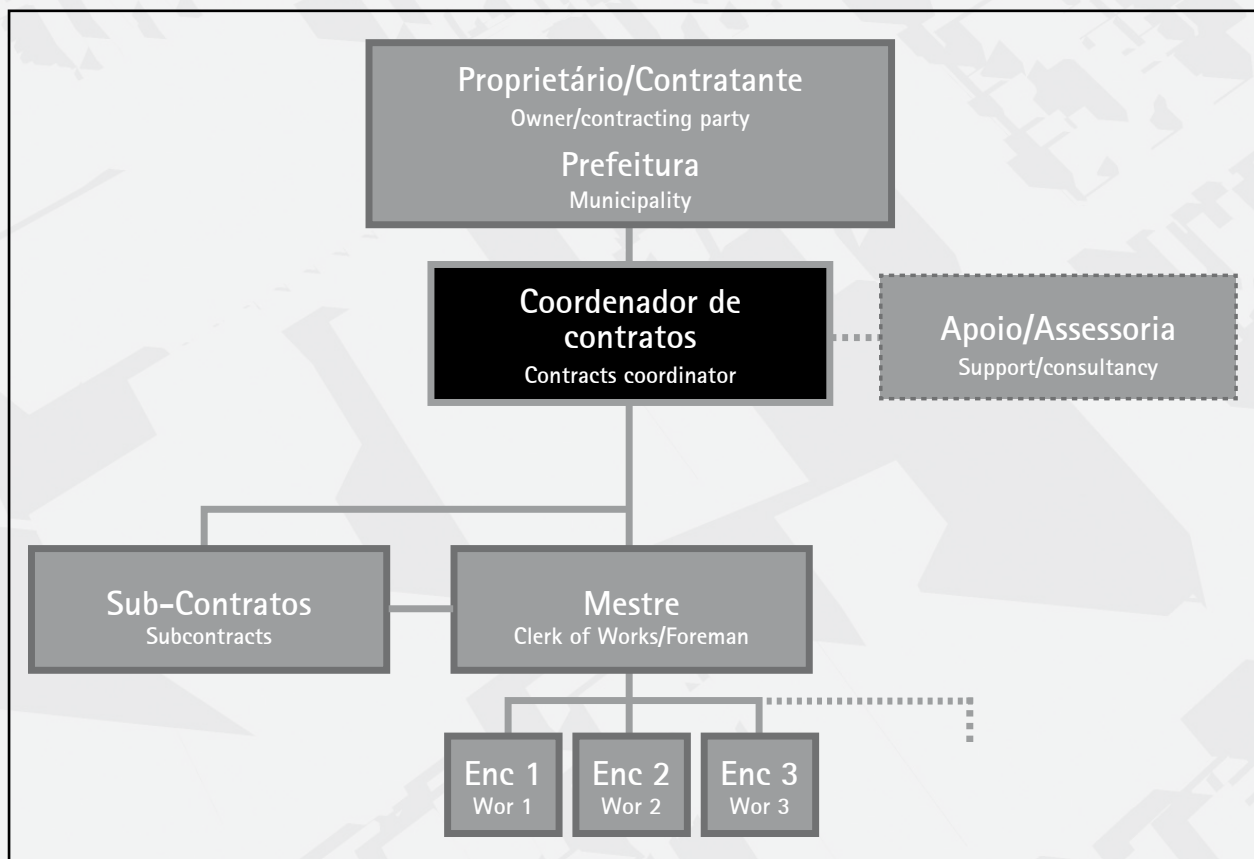
It is worth noting that in the first two cases the links between the vertical functions are basically hierarchical and functional/contractual. In the third case the hierarchical relationship is not necessarily functional/contractual. For example, the manager can be of higher rank in the hierarchy to the resident engineer, but no contractual relationship exists between the two.

zação, a equipe de gerenciamento ainda é basicamente a mesma, porém complementada com aquelas atividades.

No terceiro caso é exemplificada a organização do gerenciamento de uma obra de maior porte, terceirizado (externo). É a situação em que o órgão público contrata um gerenciador para a execução da obra, feita por uma construtora, também contratada pelo mesmo órgão público. Observa-se que as atividades de produção neste caso são executadas integralmente por terceiros, havendo novas relações entre a equipe de gerenciamento e as demais, não existentes nos outros casos.

Observar que nos dois primeiros casos as ligações entre as funções verticais são hierárquicas e funcionais/contratuais. No terceiro caso as relações hierárquicas nem sempre são funcionais/contratuais. Por exemplo, o gerente é hierarquicamente superior ao engenheiro residente, mas os dois não têm relação contratual.

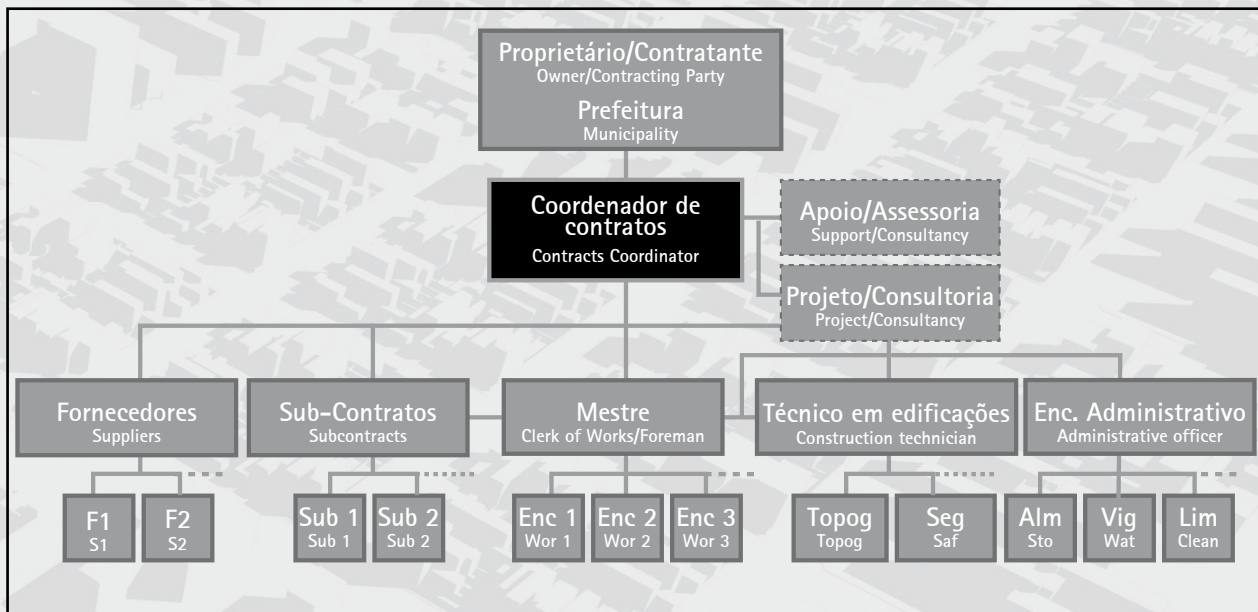
Gerenciamento próprio, com ou sem Apoio/Assessoria
Own Management, with or without Support/Consultancy



Legend - Wor = Worker

Legenda - Enc. = Encarregado

Gerenciamento próprio, com Apoio/Assessoria (obras de maior porte)
Own Management, with Support/Consultancy (Large Scale Works)



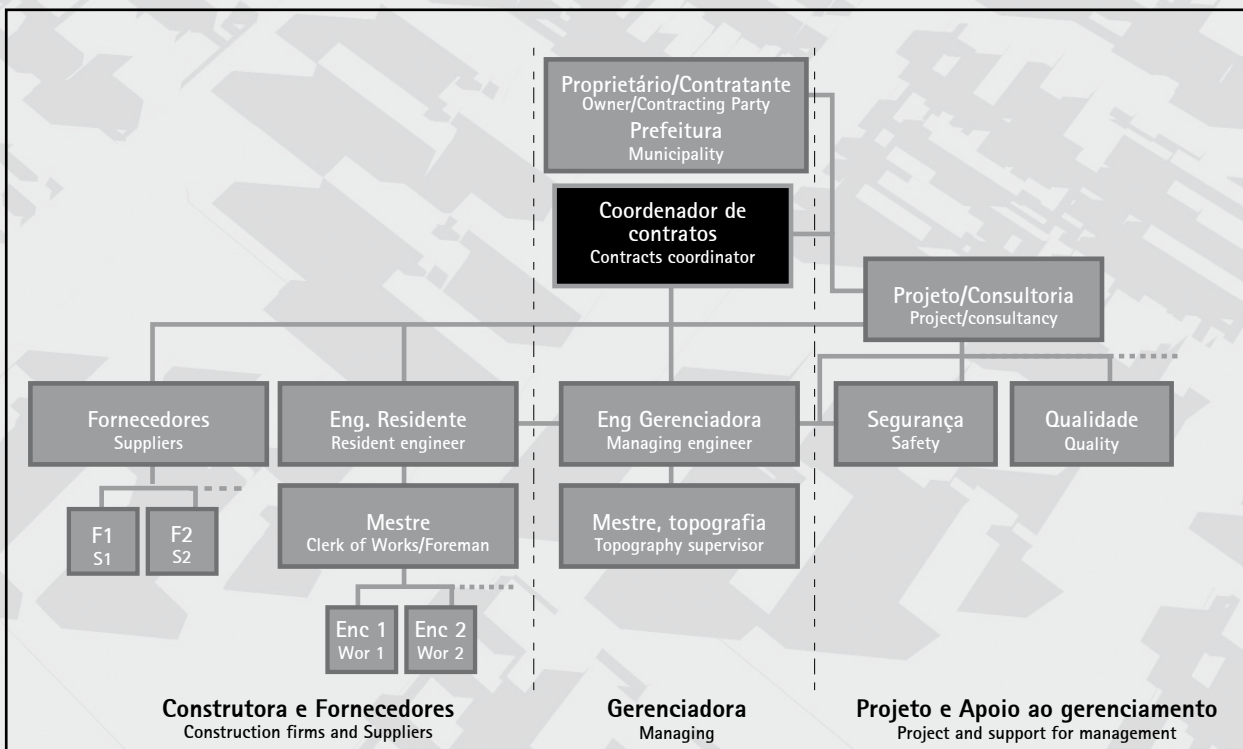
Legend
 S = Supplier
 Sub = Subcontracted Staff
 Wor = Worker
 Topog = Topography

Saf = Safety
 Sto = Stockman
 Wat = Watchman
 Clean = Cleaning

Legenda
 F = Fornecedor
 Sub = Subcontratado
 Enc. = Encarregado
 Topog = Topografia

Seg = Segurança
 Alm = Almojarife
 Vig = Vigia
 Limp = Limpeza

Gerenciamento externo ou integral
External or integral management



Legend
 S = Supplier
 Wor = Worker

Legenda
 F = Fornecedor
 Enc. = Encarregado

2. Planning

2.1 Objectives and general overview of planning

Planning is a key requirement aimed at minimising the unforeseen problems that can arise during execution of the project. Furthermore, it is a way of avoiding mistakes and ensuring that the objectives of the project are achieved more precisely and efficiently. Consistently good planning cannot eliminate risks but can certainly reduce them to a minimum. In short, planning is no “substitute for the future” but it is an indispensable tool needed for shaping the “desired future”.

Shaping the future at the planning stage does not involve futurology or crystal ball gazing. Good planning requires the application of a series of methods and techniques. The techniques employed in the planning process depend substantially on the overall objectives. If the objective is predominantly of a wide-ranging, strategic nature, as for example the planning of a national housing programme, trend or prospective techniques can be used. On the other hand, if the objective is of a clearly operational nature, as for example the execution of a housing development, the techniques utilised can be network and other methods (as explained below).

All planning involves a time horizon. This horizon may consist of one day (e.g. a list of tasks to be undertaken by the manager) or it could be weeks or months (e.g. planning an intervention), or even years/decades when a country’s strategic planning is at issue. The level of detail and duration of the planned activities can also vary considerably. It could be a matter of seconds, such as when launching a rocket into space, or years, as in the case of a project targeted at eradicating a country’s housing deficit.

Finally, it is worth remembering (MECA, 2004) that planning is undertaken by decision-makers. Decision-makers are not in the City Hall planning department. The true planners are the Clerk of Works or foreman (organising the operatives at the building site), the Coordination Unit (at the strategic decision level) and people at the intermediate levels of the organisation. If these practitioners are not genuine co-participants in the planning process, the entire exercise could well revolve around a plan of good intentions rather than a results-based plan.

2. Planejamento

2.1 Objetivos e caracterização geral do planejamento

O planejamento é fundamental porque é através dele que se pode minimizar as aflições causadas por imprevistos durante a execução do projeto. Mais que isso, é a forma pela qual se podem evitar erros e se atingir com mais precisão e eficiência os objetivos do projeto. O planejamento não elimina os riscos, mas minimiza-os, tanto quanto maior for sua consistência. O planejamento também não substitui o futuro, mas é uma ferramenta indispensável para se construir o futuro desejado.

O fato de se lidar com o futuro quando se faz planejamento não deve levar à idéia de que planejar é fazer futurologia, ou “ler bola de cristal”. O planejamento exige método e técnicas. As técnicas utilizadas em planejamento dependem dos seus objetivos. Se o objetivo é mais estratégico e amplo, como por exemplo, a elaboração de um projeto habitacional nacional, pode-se usar técnicas tendenciais, ou prospectivas. Se o objetivo é mais operacional, como por exemplo, a execução de uma obra habitacional, as técnicas utilizadas podem ser as de rede e outras, que serão abordadas mais a frente.

Todo planejamento possui um horizonte de tempo. Pode ser de um dia (lista das tarefas do dia de uma obra feita pelo gerente), pode ser de semanas ou meses (planejamento da intervenção), ou pode ser de anos ou décadas, quanto se trata do planejamento estratégico de um país. O grau de detalhamento e duração das atividades planejadas também é bastante variável. Pode ser de segundos, como no planejamento de um lançamento de um foguete espacial, ou pode ser de anos, como num projeto de erradicação do déficit habitacional de um país.

Finalmente, deve-se lembrar, conforme (META, 2004), que o planejamento é feito por quem decide. E quem decide não é o departamento de planejamento da Prefeitura. É o mestre de obras, na organização das equipes no canteiro, é a coordenação da intervenção, no nível de decisão estratégica, e os demais escalões intermediários da organização. Se esses atores não forem co-participes do planejamento, esse acabará sendo um plano de intenções, não um planejamento.

2.2 Os produtos do planejamento

Os itens que compõem o planejamento de uma obra podem ser sintetizados como segue (META, 2004, adaptado pelo autor).

- definição do escopo;
- acompanhamento de projetos: identifica todas as necessidades do projeto técnico, especificações, bem como normalização e procedimentos;
- plano de contratações: define as necessidades e os “pacotes” de fornecimentos;
- plano de ataque:
 - define como se pretende executar a obra e contempla os seguintes itens:
 - decomposição da obra (“pacotes de trabalho” ou módulos), visando a busca da repetitividade;
 - definição das frentes de serviço;
 - definição das trajetórias (como caminhar na área: de jusante para montante ou ao contrário; morro acima, morro abaixo, etc.)
 - identificação do caminho crítico (seqüência de serviços que define o prazo da obra);
 - definição dos ritmos de execução;
 - definição de prazos intermediários e final;
 - definição de equipamentos principais;
 - definição da organização do canteiro de obras.
- estrutura analítica (como o projeto é decomposto em unidades de execução e de centros de custos);
- cronograma: definição e duração de todas as atividades, sua seqüências e seus inter-relacionamentos, visando o acompanhamento;
- orçamento;
- planos de controles;
- organograma da equipe de gerenciamento;
- comunicação: definição dos documentos

2.2 The products of planning

The items comprising the planning of a development can be summarised as follows (META, 2004, adapted by the author):

- *definition of scope;*
- *tracking projects: identifying the requirements of the technical projects, specifications, norms compliance and procedures;*
- *contracts plan: to define supply requirements;*
- *plan of ‘attack’: how to actually undertake the work, paying attention to the following items:*
 - *dividing the job into separate modules or “work packages” aimed at a production line-type “repetitive” building process;*
 - *definition of the work fronts ;*
 - *definition of trajectories (mobility in the area, upstream / downstream, uphill / downhill etc);*
 - *identification of the “critical path” (the sequence of activities which defines the duration of the work);*
 - *definition of the work “rhythm”;*
 - *definition of the intermediate and final deadlines;*
 - *definition of the main equipment required;*
 - *organisation of the construction / work site(s);*
- *analytical structure (how the project is broken down into execution units and cost centres);*
- *schedule: definition and the duration of all the activities, their sequence and interrelationships, tracking and follow-up;*
- *budget;*
- *control plans;*
- *management team organogram;*

- *communications: definition of the documents to be produced/communication procedures.*

Among these products some relate to physical planning, (schedules and plan of attack) as well as costs.

2.3 Elaborating the physical schedule (timeline)

The objectives and criteria that should guide physical planning are drawn from MECA, 2004, adapted by the author:

- *to break down the work into separate modular-type sections (to aid repetitive execution); and*
- *to identify all the activities and to list them in a logical sequence, taking into account the following dependency relations:*
 - **physical or natural:** *referring to items that have to be executed in an specific order, level by level. For example, foundations need to be laid in any building before proceeding with the structure, and this has to be necessarily done on a floor-by-floor basis. In works requiring surfacing, the hard core is laid down first, followed by the finishing.*
 - **technical:** *for example, before proceeding with laying bricks on a particular storey of a building it is necessary to de-prop, which can only be done after the concrete floor slab has cured;*
 - **administrative and organisational:** *(for example to ensure that the building of provisional accommodation is completed before families are required to relocate in order to make way for the main works);*
- *to establish the time-frames of the works to be undertaken in accordance with the overall deadline, with the expected level of productivity and in accordance with a designated flow route (known as “cadence”); and*
- *to organise the various teams so that the works can be executed in sequence, with each team working regularly, continuously and in an orderly fashion from beginning to end of the project.*

a serem produzidos e procedimentos de comunicação.

Entre estes produtos abordaremos a seguir os relativos ao planejamento físico (plano de ataque e cronogramas) e, na próxima parte, os relativos aos custos.

2.3 A elaboração do cronograma físico

Os objetivos e critérios que devem nortear o planejamento físico são (META, 2004), adaptados pelo autor:

- Decomposição do objeto, procurando identificar as partes que se repetem (módulo);
- Identificar todas as atividades, organizando-as numa seqüência lógica, que leva em conta as seguintes relações de dependência:
- física ou natural: é aquela que não pode ser invertida, tem que ser executada obrigatoriamente em níveis ou camadas. Num edifício, por exemplo é necessário fazer primeiro a fundação para depois subir a estrutura, e esta deve ser construída nível por nível (1a. laje tipo, 2a. laje tipo, etc). Numa obra de pavimentação faz-se primeiro a base do pavimento para depois fazer o seu revestimento;
- tecnológica (por exemplo: para iniciar a alvenaria de um pavimento é necessário dessecorar a estrutura, que só poderá ser feita após a cura da laje);
- administrativas e organizacionais (por exemplo: terminar alojamentos provisórios para iniciar as relocações de famílias para execução de obras);
- estabelecer as durações das atividades, considerando as necessidades de prazo, a produtividade esperada e um ritmo de execução regular (chamada cadência);
- organização das equipes de modo que as atividades sejam executadas seqüencialmente, com cada equipe trabalhando de forma contínua e regular, com frente desobstruída (sem “trombar” com a equipe da frente), desde o início até o final da atividade.

As técnicas de elaboração do cronograma devem também:

- Ser simples, de fácil entendimento, operação e visualização/comunicação;
- Propiciar o controle e o replanejamento.

Serão abordadas as técnicas de diagrama de barras e de redes.

a) Diagrama de barras

É a mais simples e antiga técnica de planejamento. Foi inventada por Gantt, engenheiro inglês, em 1917, e consiste na representação das atividades por barras estendidas ao longo de um calendário, com comprimento equivalente à duração das mesmas.

É normalmente a técnica mais utilizada e tem como vantagens, além da simplicidade e rapidez de elaboração, a facilidade de comunicação. É apresentada abaixo a representação em barras da construção de uma casa.

Sua principal desvantagem é o fato de não considerar o encadeamento que existe entre as atividades e por isso, a impossibilidade de manipular (simular) variáveis como durações, folgas, modificações de seqüências de execução, entre outras (ASSUMPÇÃO apud CARDOSO, 1999).

b) Redes de precedência Rede PERT/CPM

A técnica PERT (Program Evaluation and Review Technique -Técnica de Avaliação e Controle de Programas) foi desenvolvido na década de 50, no projeto do submarino Polaris, pela marinha norte-americana. O projeto abrangeu 250 empreiteiras, 9.000 subempreiteiras e a produção de aproximadamente 70.000 peças ao longo de três anos de duração. (EESC/USP, 1998). A grande preocupação era o controle do prazo, considerando que as durações das atividades poderiam sofrer desvios em relação ao programado. Assim, a técnica foi desenvolvida com tratamento estatístico para as durações das atividades (otimista, pessimista e provável).

Posteriormente foi desenvolvido pela empresa Dupont e Remington um método de uso da rede PERT considerando tratamento determinístico das durações, isto é, uma duração fixa. Assim, é possível identificar na rede um caminho que define a menor duração possível para a execução

The techniques employed for elaborating the schedule must:

- *also take into account the need to simplify the schedule and to make it easy to understand, operate, visualise and communicate to others.*
- *Control and re-planning*

The appropriate techniques (bars and networks) can be explained as follows:

a) Bar chart

This is the simplest and oldest planning technique, invented by the English engineer Gantt in 1917. It consists of representing the various activities by a series of horizontal bars on a calendar or schedule, with the length of each bar equivalent to the duration of the particular activity. This technique possesses, apart from its simplicity, the great advantage of being easily understood. The use of this technique is illustrated below (in the building of a house). The main disadvantage of this technique however is that it cannot identify the relationship between the different activities and to detect/manipulate variables such as modifications in the sequence of execution, non-working or slack days, etc. (Assumpção apud Cardoso, 1999).

b) Precedence networks PERT/CPM network

The Programme Evaluation and Review Technique (PERT) was developed in the 1950s in the Polaris submarine project by the US Navy. The project involved a total of 250 contractors, 9000 subcontractors and the production of approximately 70,000 items over a period of three years (EESC/USP, 1998). The main concern was to meet the deadline, despite the distinct possibility of time lags occurring and destabilising the programme. The PERT technique was thus developed as a statistical approach to the timing of each of the activities (“optimistic, pessimistic and probable”).

Subsequently, the firm Dupont & Remington developed the technique further by determining the actual fixed lengths of the activities. It became possible to identify a so-called “critical path”, or a path defin-

ing the absolute minimum time required for executing the project. This method, called the CPM (Critical Path Method) was incorporated into the PERT technique from the 1960s onwards which became known jointly as the PERT/CPM method, disseminated worldwide as a useful time-planning technique (EESC/USP, 1998).

The PERT/CPM network can be described as a graphic representation of a group of interrelated activities to describe an execution plan (Assumpção apud Cardoso, 1999).

The various activities are represented by different segments which indicate progress of the works in time. Each activity commences with a “start” and finishes with an “end” event. The events are identified (instantaneous, no fixed duration) by circles. The dependency relations that may exist between the different activities are marked on the chart. In other words, activities can be executed in parallel or sequentially (in series). This method is called the Arrow Diagram Method or ADM.

The activities can be normal (existing physically and consuming resources) or fictitious (they do not consume resources). For example, in order to take a provisional accommodation block out of service it is necessary to ensure that the new more permanent accommodation is ready, given that there is no physical relationship between the two activities. Thus a fictitious activity is created between the two to represent this relationship. The normal activities are represented by bold lines and the fictitious activities by dotted lines (see Figure XX below, referring to the building of a house).

The resulting diagram will indicate a series of paths showing the sequences of execution together with their respective time-frames. The path requiring the longest execution time defines the total duration of the work and is called the critical path. The others are denominated as noncritical and can be subject to delays during execution owing to unforeseen slack (non-working) days or can begin with delay without necessarily interfering in the final closure deadline.

Calculation of this network is done on the basis of operations which take into account the duration of the activities. The slack days are identified and thus it is possible to anticipate the maximum delay that any activity might undergo without actually lengthening the duration of the project.

do projeto, denominado caminho crítico. Este método, denominado CPM (Critical Path Method – Método do Caminho Crítico) foi, a partir do início dos anos 60 integrado ao PERT, tornando-se conhecido como PERT/CPM e assim disseminada mundialmente como técnica de planejamento de tempos (EESC/USP, 1998).

A rede PERT/CPM pode ser definida como a representação gráfica de um conjunto de atividades inter-relacionadas, que descrevem um plano de execução (ASSUMPÇÃO apud CARDOSO, 1999).

As atividades são representadas por segmentos orientados, indicando o sentido de execução no tempo. Cada atividade inicia num evento início e termina num evento fim. Os eventos são marcos (não têm duração - são instantâneos) e são representados por círculos. Através do arranjo gráfico são estabelecidas as relações de dependência que possam existir entre as atividades, podendo ocorrer atividades que são executadas concomitantemente (em paralelo) ou sequencialmente (em série). Este método de representação é chamado ADM (Arrow Diagram Method).

As atividades podem ser normais (existem fisicamente e consomem recursos) ou fictícias (não consomem recursos e representam uma autorização). Por exemplo, para desmobilizar o alojamento provisório é preciso estar com as habitações concluídas, porém não há ligação física entre estas duas atividades. Assim, cria-se uma atividade fictícia entre as duas, representando essa ligação. As atividades normais são representadas por linhas cheias e as fictícias por linhas tracejadas (ver figura a seguir, para a construção de uma casa).

O diagrama resultante indicará uma série de caminhos indicando seqüências de execução, com os respectivos tempos de duração. O caminho que exige o maior tempo de execução e que define a duração total da obra é denominado caminho crítico. Os outros são denominados não críticos e possuem folgas para sua conclusão, podendo sofrer atrasos ou terem seus inícios retardados sem prejudicar o prazo final. Pode haver mais de um caminho crítico na rede.

O cálculo da rede é feito através de operações que levam em conta o arranjo gráfico e a duração das atividades. Neste cálculo são identificadas as folgas das atividades, isto é, o atraso máximo que uma atividade pode sofrer, sem atrasar a duração do projeto.

Rede do Projeto (exemplo)

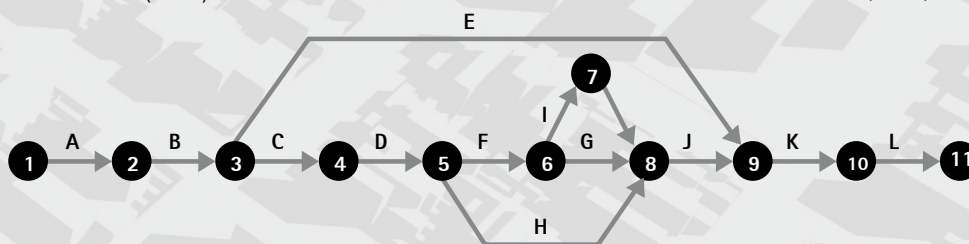
Project network

RELAÇÃO DE ATIVIDADES E PRECEDÊNCIAS
ACTIVITIES AND PRECEDENCES

TABELA 1 TABLE 1	ID	ATIVIDADES ACTIVITIES	PRECEDÊNCIAS PRECEDENCES
Construção da Casa - Construction of House			
Fase 1 - Phase 1			
A		Limpeza e preparo do terreno - <i>Cleaning and preparing ground</i>	--
B		Fundações - <i>Foundations</i>	A
C		Alvenaria e Estrutura - <i>Masonry and structure</i>	B
D		Colocação da laje - <i>Laying slab</i>	C
E		Esgoto (canalização externa) - <i>Sewage (external piping)</i>	B
F		Madeiramento - <i>Timber structure</i>	D
G		Cobertura (telhado) - <i>Roof</i>	F
Fase 2			
H		Instalação hidráulica - <i>Plumbing installation</i>	D
I		Instalação elétrica - <i>Electrical installation</i>	F
J		Revestimento/ Acabamento - <i>Finish</i>	G,H,I
K		Pintura - <i>Painting</i>	
L		Limpeza geral - <i>General cleaning</i>	
Entrega da Casa - <i>Delivery of house</i>			

Fonte: EESC/USP (1998)

Source: EESC/USP (1998)



Rede PDM

PDM network

A representação em ADM dificulta a elaboração da rede quando há, por exemplo, a necessidade de representar uma relação de dependência com espera. Por exemplo, para iniciar o assentamento das tubulações de redes de esgoto é necessário fazer a escavação de valas, mas não é necessário fazer toda esta escavação. Podemos iniciar a escavação de valas, definir um tempo de espera e iniciar o assentamento de tubos.

The ADM scheme makes it difficult to elaborate a network when, for example, it is necessary to represent a dependent relationship with an inbuilt delay. For example, in order to begin work on laying a set of sewage pipes it is necessary to commence digging the ditches but it is not necessary to finalise this process before laying the actual pipes. We can start digging, define a waiting time and then start laying the pipes.

Para representar esta seqüência em ADM, seria necessário dividir a atividade escavação em duas (escavação 1, escavação 2) e o assentamento em duas também (assentamento de tubos 1, assentamento de tubos 2), exigindo o redesenho do arranjo gráfico, com a criação de novas atividades.

In order to represent this sequence in ADM form we need to divide the digging activity into two parts (digging 1, digging 2) as well as the pipelaying procedure (pipelaying 1, pipelaying 2), thereby making it necessary to redesign the graph pattern by creating new activities.

A rede PDM (Precedence Diagram Method) é uma representação da mesma rede PERT/

The Precedence Diagram Method (PDM) is a representation of the same PERT/CPM network with

the difference that the activities are represented by circles or rectangles and the dependency relations by arrows.

In this way, once the graph pattern is completed the network can be manipulated by simply altering the information regarding durations, delay times and links with no need to create new activities.

Four types of links can be used in the PDM network:

- *end /start where the activities can only begin after the previous one is finalised. In the case of delay (positive or negative) this can be added to the side of the link;*
- *start /start where the activity can only be initiated after the beginning of the previous activity;*
- *end/end where activities can only be finalised providing the previous one is also finalised;*
- *start /end where activities can only be finalised after the beginning of the previous activity (uncommon in practice).*

The main advantage of the network technique is that it permits the modelling of situations and variables that are difficult to obtain with other techniques. The main disadvantage is the greater complexity and delay in execution, but this has, however, benefited greatly from computer technology, given that there are a number of useful types of software available on the market. The network technique can only be used with the aid of a computer. The technique also permits the incorporation of costs into the physical programming.

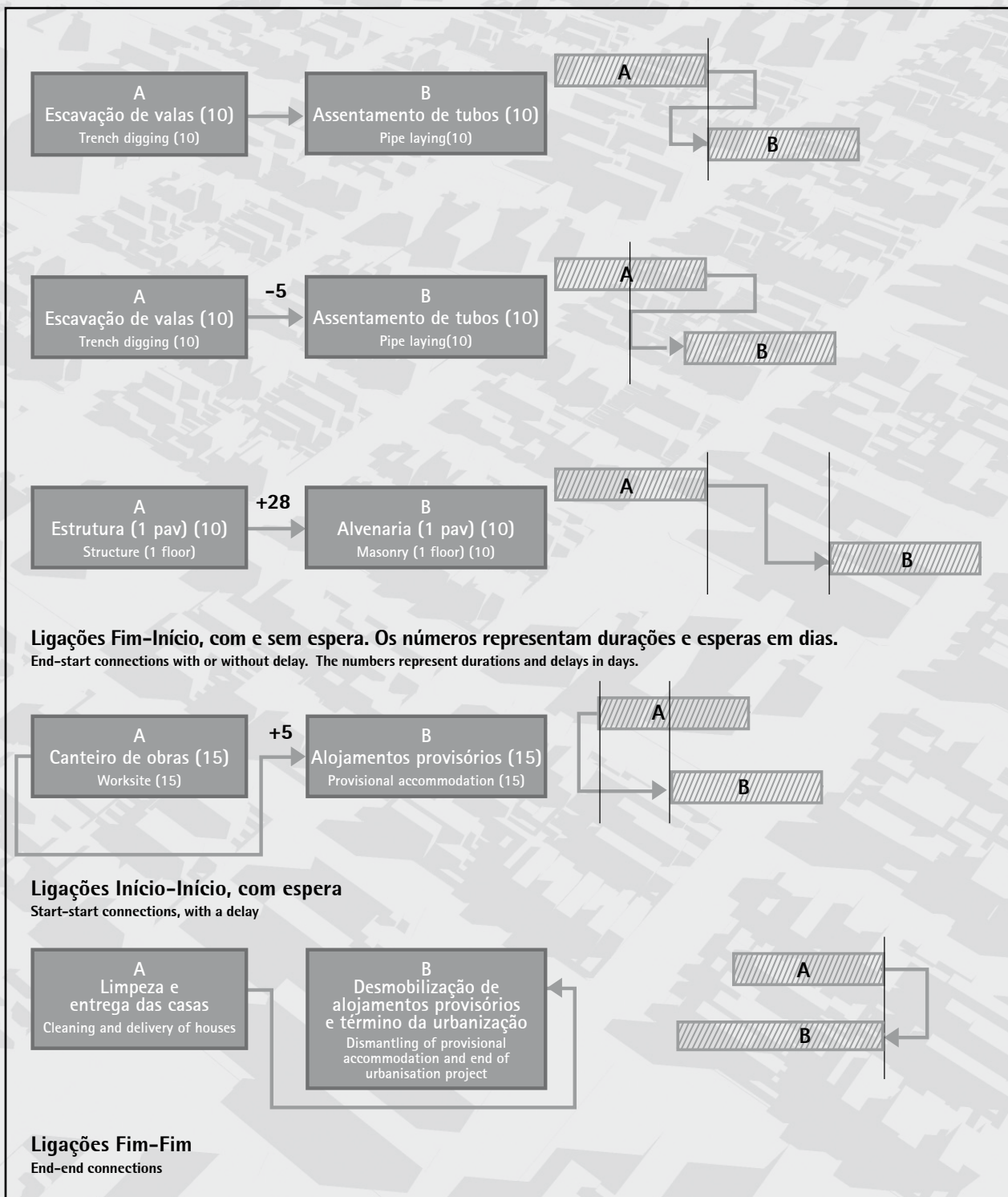
CPM, porém com a diferença de que neste caso, as atividades são representadas por círculo ou retângulo e as relações de dependência por setas.

Assim, uma vez feito o arranjo gráfico, a rede pode ser manipulada apenas alterando as ligações, esperas e durações, sem a necessidade de criação de novas atividades.

Na rede PDM podem ser utilizadas quatro tipos de ligações:

- **Fim-Início:** a atividade só pode iniciar após término da anterior. Se houver necessidade de espera, basta acrescentá-la ao lado da ligação. A espera pode ser positiva ou negativa
- **Início-Início:** a atividade só pode iniciar após início da anterior.
- **Fim-Fim:** a atividade só pode terminar com o fim da anterior.
- **Início-Fim:** a atividade só pode terminar após início da anterior (mais difícil de ocorrer na prática).

A principal vantagem da técnica de rede é o fato de permitir o modelamento de situações e variáveis dificilmente obtidas através de outras técnicas. Sua principal desvantagem, que é a maior complexidade e demora na execução, tem sido superada através da informatização, havendo vários softwares disponíveis no mercado. Aliás, o uso da técnica de rede só pode ser feita com uso de ferramenta computacional. Permite ainda a incorporação dos custos na programação física.



3. COSTS

3.1 Prerequisites for working on costs

According to Meta 2004 (with contributions by the author), a certain amount of expertise is required to work out costs.

Firstly it is necessary to know how to build, given that it is impossible to work out budgets without a good knowledge of construction technology.

Secondly, it is necessary to know how to organise and plan the execution of building activities over a given period of time and how to establish the (indirect) costs of time-dependent activities. The building site or “construction factory” also needs to be organised so that the costs related to its installation, equipment, etc., can be defined. All this specific knowledge could be called production technology.

Thirdly, it is necessary to know how to locate, process, present and record information on costs before attempts are made to prepare budgets. Budgeting is a relatively complex operation and subject to errors. Errors occur not usually because of mathematical miscalculation but due to the huge quantity of information handled during its preparation. It is therefore important to be familiar with the operation of data processing and information systems, available software etc (all of which comes under the heading of information technology).

It is required knowledge on budget techniques, specific according to cost methods (area of knowledge), in other words: how to make forecasts, quantification, how to elaborate unit compositions, construct and analyse “ABC” tables, time and financial tables, “S” curves, etc.

It is also necessary to possess market knowledge. As we shall see below, the most essential group of costs currently involve payment for services and supplies, both of which are governed by the increasingly technically sophisticated supplier market. This requires costing professionals to be permanently up-to-date with innovations and be familiar with supplier firms and the supply market; it is in the market place that cost information can be gathered.

3. CUSTOS

3.1 Pré-requisitos do trabalho com custos

O trabalho com custos exige uma série de conhecimentos importantes, conforme META, 2004, com contribuições do autor.

Primeiro é preciso saber como construir, pois quem não sabe construir, não saberá orçar. É necessário, portanto, o conhecimento da tecnologia de construção.

Em segundo lugar é necessário saber como organizar a produção isto é, como planejar e organizar a execução das atividades no tempo, como estabelecer as durações e os custos das atividades dependentes do tempo, que são os custos indiretos. Há ainda necessidade de organizar o canteiro - a “fábrica” da construção - para definir seus custos de implantação, os custos dos equipamentos, entre outros. Este conjunto de conhecimentos pode ser denominado como tecnologia de produção.

Em terceiro lugar é necessário saber como buscar, processar, apresentar e armazenar as informações sobre custos para a elaboração do orçamento. A atividade de orçamento é razoavelmente complexa e sujeita a erros e isso ocorre não por causa da matemática, que é simples, mas por causa da grande quantidade de informações que são manipuladas durante sua elaboração. É necessário, portanto, conhecer e operar sistemas de informação e processamento de dados, utilização de softwares, que chamaremos aqui de tecnologia de informação.

É necessário o conhecimento das técnicas de orçamentação, específicas da área de custos, ou seja: como fazer estimativas, quantificações, como elaborar composições unitárias, construir e analisar tabelas ABC, cronogramas físico-financeiros, curvas “s”, etc.

É necessário ainda o conhecimento do mercado. Como será visto a seguir, a maior parcela dos custos atualmente referem-se a serviços e fornecimentos, cujos custos são dados pelo mercado fornecedor. Associado a isto há ainda uma crescente inovação tecnológica. Tudo isso exige que o profissional de custos esteja permanentemente atualizado em relação a inovações, conheça as empresas e o mercado fornecedor, pois é aí que deverão ser buscadas as informações de custos.

Finalmente é necessário o conhecimento de conceitos básicos de economia.

A este conjunto de conhecimentos é que se deve denominar engenharia de custos. É curioso observar que há no meio profissional e acadêmico a idéia de que engenharia de custos significa o conhecimento de conceitos e técnicas de economia, que é talvez a parte menos difícil deste conjunto, e que não é engenharia.

Iniciaremos o assunto de custos com algumas definições básicas ligadas à economia.

3.2 Custo, preço e valor.

a) Custo

Custos são os gastos para produzir (matéria-prima, mão-de-obra, por exemplo) e ocorrem na obra. As despesas são gastos relacionados à administração ou venda (corretagens, impostos, por exemplo) e se realizam fora da obra. Apesar desta distinção adotaremos a palavra “custo” tanto para a produção (custos que se realizam no canteiro de obras) quanto para administração ou venda (custos que se realizam fora da obra).

b) Preço

Preço é o valor, traduzido em moeda, pelo qual o bem é vendido. Sua formação, embora tenha relação com o custo, não está diretamente determinado por este. O preço está relacionado a fatores macro-econômicos e pelo jogo das forças que atuam no mercado, tanto pelo lado dos fornecedores (oferta) quanto pelo lado dos compradores (demanda).

Assim, o preço pode ser maior, igual ou menor que o custo: se for maior, haverá lucro; se for menor haverá prejuízo; se for igual, não haverá nem lucro nem prejuízo.

c) Valor

O valor pode ter um significado subjetivo, pois está associado à menor ou maior utilidade do bem ou serviço. O valor está também relacionado ao desempenho do produto. Tende a ter mais valor o produto que oferece maior desempenho ou relação benefício/custo. O valor está associado ainda à disponibilidade do bem: tende a ter mais valor aquilo que é escasso.

Numa economia de mercado, ainda que imperfeito, o valor tende a se expressar através do preço, ou seja, este funciona como um “equalizador” desses fatores.

Finally, some knowledge on basic economic concepts is also required.

This entire raft of expertise can be called cost engineering. It is interesting to observe the existence among the professional and academic areas the idea that cost engineering means knowledge about economic concepts and techniques, which is eventually the less difficult part, and requires no engineering.

A number of basic definitions linked to economics are important to discuss costs:

3.2 Cost, price and value

*a) **Cost** represents the amounts spent on raw materials, labour, etc. Certain expenditure can also relate either to administration or sales (taxes, real estate fees, etc.) that occur outside the immediate context of the job in hand. Regardless of this distinction we shall adopt the word “cost” to describe both production (the costs involved at the building site) and administration or sales (external costs).*

*b) **Price** is the value, translated into money, for which a good is sold. Although price is closely related to cost it is not directly determined by cost. Price relates to macro-economic factors and the interaction of market forces driven both by suppliers (supply) and purchasers (demand). Thus the price can be greater, equal to or less than the cost: if it is greater, profits will ensue; if lower, a loss will be incurred. In cases of the price being equal to the cost neither profit or loss will arise.*

*c) **Value** can have a subjective meaning since this is associated with the greater or lesser value of a good or service. Value also relates to the way a product performs. Products which can offer better performance or an improved cost/benefit ratio tend to be more valuable. Value is associated also with the availability of a particular good: scarcer goods tend to have a higher value.*

In an admittedly imperfect market economy value tends to be expressed on the basis of price, which acts as a kind of balancing agent of all the factors involved.

3.3 Classification and composition of construction costs

Construction costs can be classified as follows (Cardoso, 1999):

Direct costs: *costs that can be attributed to specific, individual items used in the construction exercise and which directly affect the costs of construction. These are usually represented by the labour and materials used in the works (e.g. pipes, cement, sand, labourers needed for laying down service network etc). These costs, normally related to the conversion operations on the building sites, are also called variable costs given that they vary according to the quantities of services measured.*

Indirect costs: *affect all the items during the building process generically and without distinction. Normally they are not related to the conversion operations. Examples of indirect costs are the costs of the administrative team, the EPIs, tools, benefits, consumables etc. These can also be called fixed costs, in that they do not vary with the quantities produced or the time they are used on the job).*

3.4 From cost to price

The cost of a particular development is the sum of all the costs of the goods and services needed for its production, and the price of the finished development represents all the costs including the building firm's profit, as can be seen below.

3.3 Classificação e composição dos custos de construção

Os custos de construção podem ser classificados em: (CARDOSO, 1999):

Diretos: são custos que podem ser atribuídos a um item de execução da obra, específica e individualmente. Por isso, diz-se que esses custos incidem diretamente no custo de construção. São usualmente os custos de materiais e mão-de-obra utilizados na produção dos itens que compõem a obra. Exemplo: custos de tubos, cimento, areia, pedreiros e serventes para assentamento de redes. Esses custos normalmente são os relacionados às operações de conversão que ocorrem no canteiro e são os que ficam agregados à obra. São também chamados custos variáveis (variam com as quantidades de serviços medidas).

Indiretos: incidem indistinta e genericamente sobre todos os itens executados. São portanto, custos que incidem indiretamente no custo de construção. Normalmente não estão relacionados às operações de conversão e não ficam agregados à obra. São considerados usualmente como indiretos os custos de canteiro, equipe administrativa, EPI's, ferramentas, benefícios, consumos, etc. São também chamados custos fixos (não variam com a quantidade produzida e sim quanto ao tempo em que ficam alocados à obra).

3.4 Do custo ao preço

O custo da obra é a soma de todos os custos dos bens e serviços necessários para sua produção e o preço da obra é aquele que incorpora todos os custos e o lucro do construtor, como pode ser visto a seguir.

COMPOSIÇÃO DO CUSTO E DO PREÇO**COMPOSIÇÃO DO CUSTO**

- custo direto de produção: materiais, mão-de-obra, equipamentos, serviços – ocorrem no canteiro
- custo indireto de produção: projeto, planejamento e controle da produção, implantação e operação de canteiro, equipamentos e ferramentas, administração da obra, consumos, outros – ocorrem no canteiro

COMPOSIÇÃO DO PREÇO

- custo direto de produção
- custo indireto de produção
- custos indiretos gerais de administração – ocorrem fora do canteiro: escritório central, financiamento, comercialização, depreciação, manutenção, impostos e seguros
- Lucro

É usual na prática da orçamentação, principalmente para obras públicas, o cálculo do preço aplicando-se uma taxa, denominada taxa de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas), normalmente variando em torno de 20 a 30%, sobre o custo direto. Esta taxa abrangeria todos os custos indiretos (produção e administração), mais o lucro, obtendo-se assim o preço. Embora usual, essa prática não deve ser usada de forma geral e indiscriminada, pois os custos indiretos podem variar muito dependendo de cada situação, fazendo com que a aplicação de uma mesma taxa acarrete sub ou superavaliação do preço.

3.5 Composição dos custos diretos de produção

Os custos de produção compõe-se de: materiais, mão-de-obra, equipamentos e serviços. Abordaremos aspectos relativos aos fatores que compõem cada um deles.

3.5.1 Materiais

Compõem-se dos seguintes itens: custo líquido e impostos, transportes, armazenamento e perdas.

- a) Custo líquido, transporte e armazenamento

O custo líquido é o preço de mercado do material. Sua formação depende de fatores macro-econômicos e da natureza do mercado e do maior ou menor poder de barganha do for-

COMPOSITION OF COST AND PRICE**COMPOSITION OF COST**

- *Direct cost of production: materials, labour, equipment, services*
- *Indirect cost of production: product design, planning and control of production, implementation and operation of building sites, cost of equipment and tools, administration, consumables etc.*

PRICE COMPOSITION

- *Direct cost of production*
- *Indirect cost of production*
- *Indirect general costs of administration (external to the building site): central office, financing, marketing, depreciation, maintenance, taxes and insurance.*
- *Profit*

At the budgeting stage it is a common practice, mainly for public works in Brazil, to calculate the price by applying a charge called the BDI (Indirect Expenses and Bonification/ Premium), which normally varies from 20 to 30 percent on the direct cost. This is applied to all the indirect costs (production and administration) plus profit and results in the final price. Although the practice is widespread it should not be used indiscriminately, since the indirect costs can vary substantially, depending on individual situations (application of the charge can cause under or over-pricing).

3.5 Composition of the direct costs of production

The production costs comprise building materials, labour, equipment and services. The following relate to each segment:

3.5.1 Materials

These comprise net cost and taxes, transport, stocking/warehousing and losses.

- a) *The net cost is the market price of materials.*

Market price involves a number of macro-economic and market-related factors and depends substantially on the greater or lesser bargaining power exercised by

the suppliers and purchasers. In general the prices of materials that are more subject to monopoly-type suppliers (cement, steel, aluminium, copper, glass) obviously tend to be less negotiable, whereas materials produced by a multiplicity of smaller firms (sand, stone, ceramics, etc.) tend to be more competitive. The cost of some materials also depends on price movements in the international market (e.g. the case of steel). Another important factor is whether materials can be bought in large bulk quantities or not. In cases of economy of scale and greater competition in the market, it is possible to reduce prices. The transport costs can be divided into two elements: transport as far as the development (freight) and transport within the development itself. Freight costs largely depend on the distance from the manufacturing centres to the building site.

The cost of internal transport within a development is considered to be an indirect cost and is budgeted for together with the other indirect cost items. The cost of stocking is also considered to be an internal cost.

b) Losses

A loss is the difference between actual consumption and consumption that is theoretically necessary for executing a particular service. The amount considered to be theoretically necessary is normally obtained from the as-built project, although certain authors also point to the possibility of adopting the sector average project-related consumables or budgets as a reference (CEOTTO apud SOUZA et al, apud CARDOSO, 1999).

Total loss can be divided into two segments. The first is not exactly a loss since it arises from consumables that are not normally precisely quantified in the project. One example of this is the steel needed for metal bars, anchorages, fastenings, wire mesh etc, none of which are included in the project design.

The second type of loss is called “real” or “avoidable” loss, since it is associated with wastage, which could theoretically be reduced or eliminated. Examples of this would be wasting large offcuts from timber or other materials, losses on transport, calculation errors etc. It is not uncommon to hear of very large losses being incurred in the building trade, giving the impression that almost a third of the inputs into a given development are lost or discarded. This is not generally the case: losses associated with wastage in fact represent a relatively small part of the costs of the overall job (as we have seen in the case of steel)

necedor em relação ao comprador. Em geral mercados mais oligopolizados (cimento, aço, alumínio, cobre, vidros) têm maior poder de barganha para impor seus preços. Já mercados diversificados (areia, pedra, cerâmica vermelha) tendem a uma maior pulverização, têm menor poder de barganha e seus preços são sujeitos a uma maior concorrência. Há materiais cujo preço também é função do mercado internacional (caso do aço). Outro fator importante é a escala de compras. Quanto maior a escala e maior a competitividade do mercado, maior é a possibilidade de redução nos preços. O custo de transporte pode ser decomposto em duas partes: o transporte até a obra (frete) e o feito no interior da obra. O frete é função das distâncias dos centros de fabricação até o canteiro.

O custo de transporte interno à obra é considerado um custo indireto e é orçado juntamente com os demais itens de custos indiretos. O custo de armazenamento também é considerado como instalação de canteiro.

b) Perdas

Perda é a diferença entre o consumo real e aquele teoricamente necessário para a execução de um determinado serviço. A quantidade considerada teoricamente necessária é normalmente obtida do projeto “as built”[1], embora existam autores que defendam também a possibilidade de se adotar como referência a média do setor, consumos ideais ou de orçamentos baseados em projetos (CEOTTO apud SOUZA et al, apud CARDOSO, 1999).

Esta perda é chamada perda total e pode ser decomposta em duas parcelas. A primeira não é exatamente uma perda, pois decorre de consumos necessários que não são normalmente considerados nas quantificações porque não constam em projeto. Um exemplo disso é o aço, para o qual há consumos em vergas, contravergas, amarrações, ancoragens, desbitolamentos, arranques, etc, que não são considerados no projeto e que precisam ser contemplados.

A outra parcela de perda é chamada perda real e é “evitável”, pois é associada ao desperdício e poderia ser teoricamente diminuída ou até eliminada. São aquelas devido a sobra de cortes por desmodulação do componente, perdas em transporte, erros e outros. Têm sido divulgados índices de perdas extraordinariamente grandes, chegando ao ponto de se difundir a idéia de que na construção civil se joga fora um terço do que é construído. Na verdade não é assim, pois a perda associada efetivamente ao desperdício é uma parcela – que pode ser relativamente pequena em relação à perda total como vimos no

caso do aço - e ocorre somente nos itens que são processados em canteiro, que representam parcela cada vez menos expressiva no custo de construção, como será visto adiante. Para elementos compostos ou funcionais, como ferragens, louças, esquadrias, ou para serviços (elevadores, por exemplo), que podem representar até 70% do custo total, não há perdas. Por outro lado, no caso dos materiais processados, ainda que a perda real fosse eliminada (utilizando aço pronto, por exemplo) é necessário considerar uma parcela além daquela quantificada pelo projeto para fazer frente aos gastos acima citados que não foram previstos no projeto.

3.5.2 Mão-de-obra

Pode ser: direta, indireta, própria ou sub-contratada.

Mão-de-obra direta é a empregada em serviços agregados ao edifício e é formadora do custo direto (pedreiros, carpinteiros, serventes, etc.).

Mão-de-obra indireta é a que administra a obra e é formadora do custo indireto (gerente, mestre, encarregados, etc.).

Mão-de-obra própria é a que é funcionária da empresa executora e sub-contratada é a fornecida por empresas de mão-de-obra ou serviços, contratados pela empresa executora.

a) Mão-de-obra própria

O custo de mão-de-obra própria é composto dos salários mais os encargos sociais. Estes encargos são indexáveis aos salários isto é, são proporcionais ao salário e podem ser calculados a partir de uma porcentagem aplicada sobre o mesmo. As tabelas apresentadas a seguir mostram como estes encargos podem ser compostos, para mão-de-obra horista e mensalista.

b) Mão-de-obra empreitada

O custo da mão-de-obra empreitada é dado por unidade de serviço executado, como será visto a seguir.

3.5.3 Equipamentos

Os custos dos equipamentos devem ser definidos em função de serem próprios ou alugados

a) Equipamentos próprios

Quando os equipamentos são próprios, a composição do custo deve considerar os seguintes itens:

- custos de propriedade;
- custos de operação;
- custos de manutenção.

and occur only with those items that are employed on the building site and which represent an ever-decreasing proportion of the construction costs, as we shall see below. For functional or composite items such as ironmongery, window frames, tiles, etc., and certain service equipments (e.g. elevators), which can represent up to 70 percent of the total cost of a building, losses tend not to occur. On the other hand, even though real loss may be eliminated altogether by, for example, using already manufactured materials (e.g. ready-made steel components) it is nevertheless worth considering purchasing a larger quantity than planned in order to cover other unforeseen costs.

3.5.2 Labour

Labour can be direct, indirect, "own" or subcontracted.

Direct labour is employed in services related to a building and represents a direct cost (carpenters, bricklayers, labourers, etc.).

Indirect labour consists of those administering the job and represents an indirect cost (manager, clerk of works, foremen, etc.).

"Own" labour belongs to the executing subcontracted firm and that supplied by specialised manpower or service suppliers contracted by the executing firm.

a) "Own" labour

The costs involved in so-called own labour is composed of salaries plus social contributions. These contributions are indexed to salaries and can be calculated based upon a percentage of salary.

b) Contract labour

The cost of contract labour is calculated per unit of service.

3.5.3 Equipment

The costs associated with equipment depend on whether the equipment is owned or rented.

a) "Own" equipment

The costs of own equipment take into account the following items:

- *cost of ownership;*
- *cost of operation;*
- *cost of maintenance.*

b) Rented equipment

Rented equipment costs consist of actual rental costs plus transport from depot to building site. The de-capitalisation of construction companies and the lack of assured continuity of building work have obliged companies to use rented equipment as a cheaper alternative. Meanwhile, rental companies find it easier to pay off the costs of their equipment by renting to several clients. It is expected that the costs of purchasing "own" equipment will continue to be higher than the cost of renting in the increasingly competitive rentals market.

3.5.4 Services

There is a trend in big cities today for the major construction costs to be increasingly related to service supplies. The different types of services include:

- *material delivered and installed (e.g. ready-mixed concrete);*
- *labour (civil construction);*
- *material and labour supplied with local support (paint, stone, etc.);*
- *services contractors (installations, elevators, etc.);*
- *ready-made subsystems (cladding, masonry, etc.);*

The following trends have been observed relating to the different types of supplies for the building trade:

- *an increase in prefabricated materials such as drywall sections, insulation materials, prefabricated exterior cladding etc ;*
- *increased specialisation and outsourcing: foundations, structural engineering etc;*
- *Increased multi-service providers: firms that supply both materials and accompanying services together (ready-made steel, masonry blocks, etc.), tiling (suppliers/installers of ceramic tiles).*

b) Equipamentos alugados

Corresponde ao custo de mobilização mais o de locação do equipamento. A descapitalização das construtoras e a falta de garantia de continuidade de obras têm feito com que estas busquem utilizar equipamentos locados. De outro lado, as empresas locadoras têm mais facilidade para amortizar o custo dos seus equipamentos por fornecerem para diversos clientes. Estes fatores têm feito com que o mercado de locação tenha se tornado bastante competitivo e é esperado que, em função disso, o custo de um equipamento calculado com base no critério de aquisição deverá ser mais alto do que o valor de locação do mesmo equipamento obtido no mercado. Portanto, para orçamentos visando concorrências é mais indicado utilizar dados de custo relativos a equipamentos obtidos no mercado de locação.

3.5.4 Serviços

Correspondem hoje, nos grandes centros, à maior parte dos custos das obras e a tendência para o futuro é aumentar ainda mais esta participação, como pode ser visto na tabela a seguir.

São diversos os tipos de fornecimentos a saber:

- material com serviços (concreto);
- mão-de-obra (empregado civil);
- material, mão-de-obra com apoio local (pedras, pintura);
- empreitada global (instalações, elevadores);
- sub-sistema pronto (fachada pronta, alvenaria pronta).

Podem ser observadas as seguintes tendências com relação ao tipo de fornecimento:

- aumento da pré-fabricação, como: estruturas pré-fabricadas, nas vedações drywall, nos revestimentos fachadas pré-fabricadas;
- aumento da especialização e da terceirização: fundações, empresas especializadas na execução de estruturas, instalações, caixilharia, fachadas, etc;
- aumento do grau de serviços incorporado: empresas fornecedoras de material que passam a oferecer o material com o serviço acoplado, por exemplo aço-pronto e, mais recentemente, alvenaria pronta (fornecedoras de blocos) e fachada pronta (fornecedoras de revestimento cerâmico).

3.6 Técnicas de apuração de custos

As técnicas de apuração de custo podem ser divididas em três tipos, conforme o estágio do projeto:

- **estimativa:** utilizadas na fase de concepção e planejamento;
- **orçamentação:** utilizadas na fase de planejamento e pré-execução, quando já se tem informações de projeto razoavelmente definidas;
- **controle e projeção:** utilizadas na fase de execução e baseiam-se nos custos ocorridos.

3.6.1 Estimativas

Os métodos estimativos podem ser de dois tipos: baseados em consultas e baseados em modelos. Os mais utilizados para custos de obras de urbanização de favelas são os baseados em modelos. Tendo em vista tratar-se de assunto extenso e complexo, não será abordado neste curso. Recomenda-se sobre este tema o trabalho do autor disponibilizado na bibliografia complementar, principalmente para os profissionais que têm funções gerenciais ou de planejamento e orçamento.

3.6.2. Apuração por orçamentação

a) Orçamento por composições de custo unitário

Consiste na quantificação de todos os serviços a serem executados e sua multiplicação pelo custo unitário de cada um. O orçamento é a soma do custo de todos os serviços.

Para a elaboração do orçamento é necessário elaborar uma relação a mais detalhada possível de todos os serviços a serem realizados, relação esta usualmente denominada plano de contas.

É necessário também conhecer a maneira pela qual os serviços serão tecnicamente executados. Para isso recorre-se ao projeto e especificações técnicas.

Definidos quais serviços serão feitos e a forma pela qual isso se dará, faz-se a quantificação dos serviços, de acordo com o projeto e especificações e elaboram-se as composições de custo unitário, que fornecerão o custo unitário de cada serviço. Em seguida multiplicam-se as quantidades de serviço pelos respectivos custos unitários.

3.6 Cost appraisal techniques

Cost appraisal/verification techniques can be divided into three types depending on the stage of the project:

- *estimate: used at the design and planning stage;*
- *budget: used at the planning and pre-execution stage when most of the project information has been reasonably well-defined;*
- *control and forecasting: used at the execution phase based upon disbursements.*

3.6.1 Estimates

Estimating methods can be of two types: based on consultations or on actual models. The most frequently used in the case of costs associated with slum upgrading works are based on models. Bearing in mind that this is a broad and complex issue, it will not be dealt with in the present course. We recommend that participants (particularly professional staff with management, planning and budgetary responsibilities) should consult the paper written by the author (see Bibliography).

3.6.2 Appraisal according to budgeted units

a) Budget unit cost tables

This exercise involves quantifying all the services to be executed and multiplying them by the unit cost of each one. The budget is the sum of the costs of all the services.

To elaborate the budget, as detailed a report as possible must be prepared of all the services to be used in the development (an Accounts Plan or Chart).

It is also necessary to be aware of the manner in which the services will be executed from a technical point of view. Hence it is necessary to have access to the technical specifications of the project.

Once the services to be provided have been confirmed (indicating the optimum way in which this will be done) the quantification of the services can be undertaken in accordance with the project design and specifications. The unit cost tables will reveal the unit cost of each of the services. The actual number of services is then multiplied by the respective unit costs to give an overall cost of all the services.

The variables involved in this type of budget are the following:

- *Quantification;*
- *The unit cost compositions;*
- *The prices of inputs as shown in the unit cost tables*

Quantification

This concerns ascertaining the number of services to be carried out in the course of the project. Quantification is generally regarded as time-consuming and laborious (Formoso et al apud Cabral, [1988] apud Cardoso [1999]), because much of it has to be done manually. It is however possible to use computer spreadsheets for part of the exercise (to make the calculations based upon the data flowing from the project). A number of other resources are also available that can significantly speed up this task such as the use of digital pens. Complete automation using Computer Aided Design (CAD) software can also be employed. Note that these resources have not been widely used in the technical environment to date.

Unit price compositions

This refers to the quantity or quantities of inputs utilised for executing one unit of service (materials, labour and equipment), expressed on the basis of consumer index tables familiar to technical circles, such as those published by the PINI Publishing House (Tables of Price Compositions for Budgets/ TCPO) and those requiring the use of budget-related software.

It is important that executing bodies and firms establish their own consumer indices based on control and systematised records both for labour and materials.

It is also important to consider when elaborating and using unit price compositions that among the services to be budgeted some are normally supplied by third parties. Thus the input may not represent either material or labour but is in effect a service. An increasing trend is for building site services to be substituted by services produced elsewhere and supplied to the site by third parties. The provision of contract labour can certainly be considered a service. Definitions of what particular input constitutes a service (and how to deal with it in the unit compositions) and how it should consider on the costs compositions must be decided on a case-by-case basis, as follows:

Dessa forma, as variáveis que intervêm nesse tipo de orçamento são:

- a quantificação;
- as composições de custo unitário;
- os preços dos insumos presentes nas composições unitárias.

Quantificação

É a medição das quantidades de cada serviço, realizada a partir do projeto. É um serviço considerado tedioso e demorado (FORMOSO et al apud CABRAL, 1988) apud CARDOSO (1999), porque é ainda feito manualmente. É possível automatizar uma parte da quantificação através do uso de planilhas eletrônicas, as quais podem realizar os cálculos a partir dos elementos levantados do projeto. Já há recursos que possibilitariam aumentar significativamente a automatização da quantificação, como o uso de canetas digitalizadoras e mesmo a automatização completa, através de softwares tipo CAD, utilizados para elaboração do projeto. Entretanto, esses recursos não tem sido ainda utilizados no meio técnico.

Composições unitárias

São as quantidades de insumos utilizadas para a execução de uma unidade de serviço (materiais, mão-de-obra e equipamentos), expressas através de tabelas de índices de consumo, bastante conhecidas no meio técnico, como por exemplo as publicadas pela Editora PINI (TCPO-Tabelas para composições de preços para orçamentos) e as incorporadas em softwares para orçamentos.

É importante que as empresas e órgãos executores estabeleçam seus próprios índices de consumo, através de controle e registro sistematizado, tanto para mão-de-obra quanto para materiais.

É importante também considerar na elaboração e utilização de composições unitárias o fato de que entre os serviços a serem orçados, há normalmente alguns que são fornecidos por terceiros, fazendo com que o insumo não seja nem material nem mão-de-obra, mas sim um serviço. Uma tendência bastante forte de inovação tecnológica é exatamente a substituição de serviços produzidos no canteiro por serviços produzidos fora e fornecido por terceiros. Até o fornecimento de mão-de-obra empreitada pode ser considerado um serviço. Por isso, deve ser definido para cada caso, quais são esses serviços e a forma de considerá-los nas composições unitárias, como segue:

Preços dos insumos

Consiste na determinação dos preços dos insumos utilizados nas composições unitárias, o que é feito através da verificação dos preços vigentes no mercado. Para a mão-de-obra o preço depende da forma de contratação (por administração da própria empresa ou por subempreiteira). Para equipamentos considera-se normalmente o preço de locação por terceiros.

Uma forma de se fazer a verificação dos preços é através de consulta a publicações, que realizam pesquisas e divulgam preços para uma determinada região.

Entretanto, a grande variedade de fornecedores atuando nas mais diversas condições faz com que haja alto índice de variação de preços entre os mesmos. Isso faz com que os preços publicados pelas revistas especializadas sejam a média da amostra coletada.

Além disso, influem também nos preços as condições macro-econômicas a que o setor está sujeito, além das condições específicas decorrentes do poder de compra da empresa, da quantidade a ser comprada, das condições de entrega e pagamento, etc.

Nesse sentido, a forma mais segura de se fazer a verificação de preços é através da cotação direta das empresas junto aos fornecedores, o que, entretanto, resulta em maior tempo para a verificação.

Uma solução intermediária é a cotação somente dos preços com maior incidência no custo, identificados através das tabelas ABC, que serão conceituadas adiante. Sabe-se que os materiais responsáveis por até 80% do custo total constituem em média número relativamente pequeno de itens, podendo ser cotados diretamente. Para os restantes a verificação poderia ser feita por consulta a publicações.

3.6.3. A análise do orçamento

A análise do orçamento tem como objetivos:

- analisar se os custos apresentados correspondem de fato ao objeto a ser executado;
 - analisar se o orçamento é consistente, isto é, se foi corretamente elaborado;
- a) Correspondência dos custos com o objeto a ser executado

Essa avaliação diz respeito à fidelidade do plano de contas ao projeto orçado.

- b) Consistência do orçamento

Verifying input prices

This consists of determining the prices of the inputs utilised in the unit compositions by verifying the current market prices. In the event of on-site labour, the input price depends upon the type of contractual arrangement (if managed by the principal contractor or by a subcontractor). As far as equipment is concerned, the rental price charged by third parties is normally taken into consideration.

One way of verifying prices is by consulting publications, some of which carry out research on prices for a specific region of the country.

However the number and range of suppliers means that prices vary considerably. The prices published by specialised magazines usually represent the average price of the samples collected.

Prices are also heavily influenced by the macroeconomic conditions affecting the sector. Lower prices can arise from economies of scale made by certain firms, the quantity of materials to be purchased (bulk purchases), delivery and payment conditions, etc.

The safest although most time-consuming way of verifying prices is by examining the quotations received directly by firms from their suppliers.

An intermediate solution is to obtain quotations of the prices that are likely to impact most forcibly on the overall cost of the project. These can be identified with the use of the ABC tables (examined below). It is known that the materials responsible for up to 80 percent of the total building costs usually represent a relatively small number of items (therefore easily quotable). Publications are a good source of price information for the remaining items.

3.6.3 Budget analysis

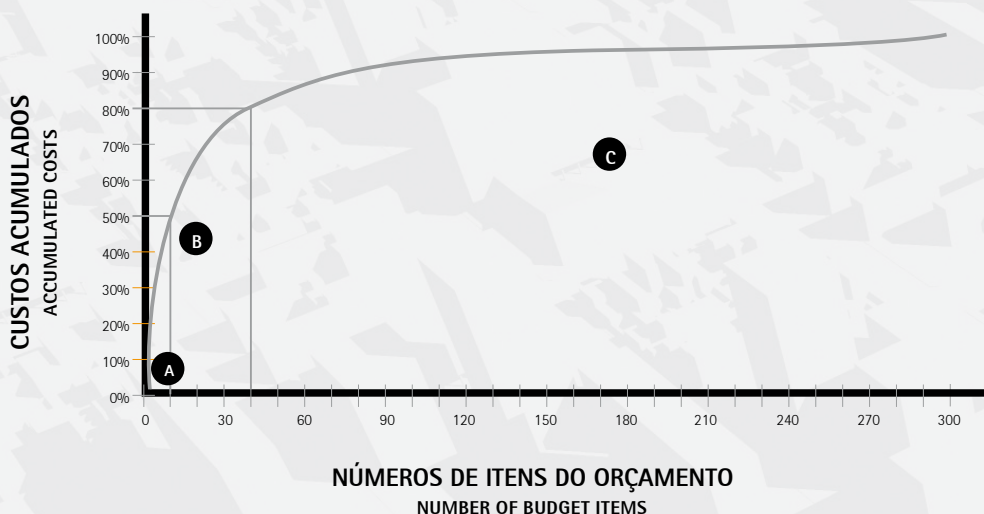
The aim of budget analysis is the following:

- *To analyse its the costs presented genuinely corresponds to the work/item to be executed*
 - *To analyse whether the drafting of the budget is consistent.*
- a) *Ensuring that costs correspond to the work/item to be executed*

This assessment aims to ensure that the Accounts Plan is totally in line with the budgeted project

- b) *Budget consistency*

Curva ABC Global
Global ABC curve



ABC Curve

The ABC Curve is a schematic representation of the hierarchical list of budget items vis-à-vis total costs. This list normally shows that a relatively small number of items is responsible for the major part of the costs, as shown in the figure below. This also known as the Pareto Rule (in practice represented by the so-called ABC tables) which enables easy identification of these items on which the budget analysis is focused. We recommend that items A and B representing 80 of the costs should be analysed.

Curva ABC

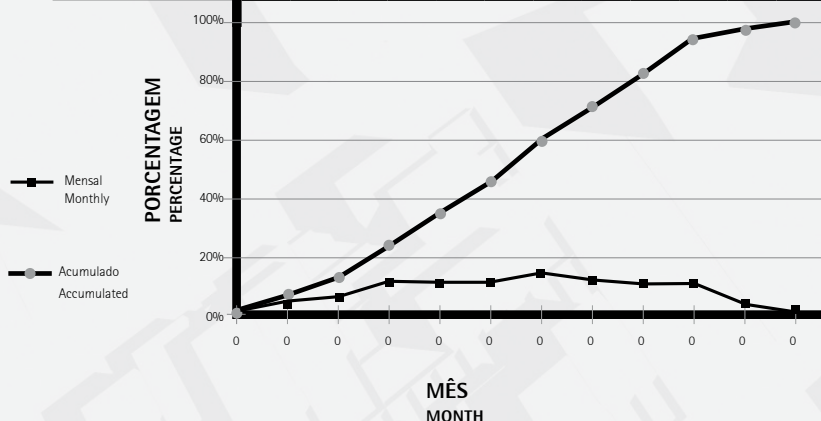
Vimos que as variáveis do orçamento são as quantidades, as composições unitárias e os preços. Analisar a consistência de um orçamento significa, portanto, analisar a consistência dessas três variáveis. Essas análises podem ser feitas extensivamente isto é, para todos os itens, ou seletivamente isto é, somente para os itens considerados importantes. Como o orçamento tem normalmente um número grande de itens, impossibilitando na prática a verificação extensiva, a identificação dos itens importantes é fundamental na análise de orçamento e a ferramenta para essa identificação é a curva ABC.

The ABC Curve is a schematic representation of the hierarchical list of budget items vis-à-vis total costs.

A curva ABC é a representação gráfica da hierarquização dos itens do orçamento, por

Curva "S" padrão padrão para 12 meses
Standard "S" curve for 12 months

MÊS MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MENSAL (%) MONTHLY (%)	2	5	6	11	11	11	14	12	11	11	4	2
ACUMULADO (%) ACCUMULATED (%)	2	7	13	24	35	46	60	72	83	94	98	100



incidência no custo. Essa hierarquização normalmente mostra que uma quantidade relativamente pequena de itens é responsável por uma grande incidência no custo, como mostra a figura abaixo. Este fato, também conhecido como regra de Pareto, autor desta descoberta, permite identificar facilmente, através da curva (na prática representada por tabelas, as chamadas tabelas ABC), quais são estes itens, sobre os quais deve ser concentrada a análise do orçamento. Recomenda-se que os itens A e B, que representam 80% do custo, sejam analisados.

4. Tempos, Custos e Controle

4.1 Curva "S"

O desembolso dos custos de construção ao longo do tempo pode ser aproximado a uma de distribuição aproximadamente normal, resultando num desembolso acumulado com formato gráfico semelhante a um "S", daí o nome utilizado para representar esta curva. Assim, os desembolsos mensais podem ser parametrizados em porcentagens que, aplicadas ao valor global da obra, resultam num cronograma de desembolsos estimados, conforme pode ser visto na figura a seguir. Mesmo utilizando-se outras técnicas para elaboração do cronograma físico-financeiro, é interessante utilizar uma curva "S" padrão para verificar o grau de aderência a esta, da curva obtida de outras formas. É preciso cuidado com a comparação com as curvas "S" padrão obtidas de literatura, pois são normalmente curvas muito acentuadas para a nossa realidade, conforme tem mostrado nossa experiência. (ver figura a seguir)

4.2 Controle

Os itens a serem controlados são:

- Custo;
- Planejamento físico;
- Cronograma de financiamento (quando há);
- Cronograma de desembolsos;

a) Custo

O controle de custos pode ser feito de duas formas: através do acompanhamento das contratações e através do acompanhamento do custo.

This list normally shows that a relatively small number of items is responsible for the major part of the costs, as shown in the figure below. This also known as the Pareto Rule (in practice represented by the so-called ABC tables) which enables easy identification of these items on which the budget analysis is focused. We recommend that items A and B representing 80 of the costs should be analysed.

4. Time, cost and control

4.1 The "S" Curve

The disbursement of the construction costs over time can be estimated to an approximately normal distribution resulting in an accumulated disbursement in the shape of an "S" (hence the name of this curve). The monthly disbursements can be parametrised in percentages which when applied to the overall cost of the work result in a schedule of estimated disbursements, as can be seen in the figure below. Even if it is decided to use other techniques for elaborating the physical-financial schedule, it is interesting to use the "S" curve standard for checking the level of adherence compared with other curves. Care must however be taken with "S" curve standards obtained from the literature since in our experience these are normally highly accentuated.

4.2 Control

The items to be controlled are the following:

- Cost;
- Physical planning;
- Financing schedule (if appropriate); and
- Disbursement schedule.

a) Cost

Cost control can be done in two ways: through (i) tracking contracts and (ii) tracking costs.

Tracking contracts

This consists of tracking the contracts that have been signed against the contracts budgeted for. Given that the major part of the building cost refers to contract-

ed suppliers, this tracking exercise can forecast the disbursed cost with a reasonable margin of safety.

Tracking the cost disbursed

Consists of the following method:

- *Measuring the services that have already been executed;*
- *The measured quantities should be entered on the budget spreadsheet to obtain a forecast cost (cost based on the budgeted unit costs);*
- *Apportionment of the disbursed costs based upon the invoices relating to the work undertaken up to the day of measurement related to the cost items of the budget Accounts Plan. The existing stock should be discounted on “measuring day”.*
- *A comparison can then be made between the forecast costs and the costs actually disbursed, as a result of which it should be possible to predict further costs of the building work on the basis of costs already disbursed.*

b) Physical tracking

Replanning can be done automatically (enter the date displayed on the physical schedule network). If the results show that building is behind schedule, decisions must be made on what action to take i.e. whether the delay can be absorbed or not; if not, adjustments to the work schedule may need to be made with a view to trying to reduce the duration of the forthcoming key activities.

Acompanhamento de contratações

Consiste em se acompanha os fechamentos (contratações fechadas) com as orçadas. Como a maior parte do custo refere-se a fornecedores contratados, este acompanhamento já projetará um custo realizado com razoável margem de segurança.

Acompanhamento do custo realizado

Consiste no seguinte método:

- Realiza-se a medição dos serviços executados
- Entra-se com as quantidades medidas na planilha orçamentária, obtendo-se um custo previsto, isto é, o custo baseado nos custos unitários orçados.
- Faz-se a apropriação dos custos realizados, lançando-se as notas fiscais da obra até o dia da medição nos itens de custos do plano de contas do orçamento. Deve-se descontar o estoque existente no dia da medição
- Faz-se a comparação do previsto com o realizado, obtendo-se a posição da obra, podendo-se ainda projetar o custo com base no que já foi realizado.

b) Acompanhamento físico

Entra-se com as datas realizadas no cronograma físico em rede, em aplicativo que faz o replanejamento automaticamente e avalia-se o resultado obtido. Se deu atraso, deve-se discutir e decidir o que fazer: se o atraso pode ser absorvido ou não. Se não puder ser absorvido, faz-se o replanejamento da obra, procurando diminuir os prazos previstos das atividades críticas a seguir.

c) Cronograma de desembolsos e curva "S"

Consiste em acompanhar o custo realizado mensal – ou desembolso mensal – e compará-lo com o previsto - o planejado e o estimado por uma curva "S" padrão. Este acompanhamento é importante, pois permite avaliar se há atraso no cronograma físico-financeiro e quanto será necessário de esforço para recuperá-lo.

c) *Disbursement schedule and the "S" Curve*

This consists of tracking the total monthly disbursed costs and comparing them with the costs planned and/or estimated by an "S" Curve standard. Tracking on a monthly basis is important for detecting delays in the physical-financial schedule and for deciding on the steps needed to recover the lost time.