

**CONGRESSO LATINO-AMERICANO**  
**TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS**  
**Soluções para o Terceiro Milênio**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Depto. de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP  
03 a 06 de novembro de 1998 – São Paulo - Brasil

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O PROJETO DO  
CANTEIRO DE OBRAS**

**FERREIRA, Emerson de Andrade Marques**

Eng. Civil, Doutorando da EPUSP, Professor da Escola Politécnica da UFBA  
emerson@ufba.br

**FRANCO, Luiz Sérgio**

Eng. Civil, Doutor em Engenharia, Professor da Escola Politécnica da USP  
lsfranco@pcc.usp.br

**RESUMO**

O presente trabalho apresenta uma metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras através da integração do projeto do produto e da produção, abrangendo as etapas da definição do programa de necessidades, elaboração do estudo preliminar, desenvolvimento do anteprojeto e elaboração do projeto executivo.

***ABSTRACT***

*This paper presents a design methodology for construction site, by the integration of building design and production process design, including the briefing, the preliminary studies, the scheme design, and the definite design.*

**1. INTRODUÇÃO**

A implantação da NR18 - Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção (FUNDACENTRO, 1996), tornando obrigatório, para os estabelecimentos com vinte trabalhadores ou mais, a elaboração do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), que exige, entre outros documentos, o arranjo físico inicial do canteiro de obras, vem, juntamente com as exigências do mercado consumidor, incentivar as empresas a repensarem os seus sistemas de produção e, a organização dos seus canteiros de obras.

O presente trabalho, desenvolvido a partir da Tese de Doutorado de Ferreira (1998), se aplica, principalmente, ao subsetor edificações, particularmente, às obras de construção de edifícios residenciais, de múltiplos pavimentos, localizados em áreas urbanas.

A partir das definições apresentadas pelas normas, e procurando incorporar os princípios mais importantes que devem ser observados no projeto do canteiro de

obras, relativos à movimentação de materiais, ao projeto de produção, e às condições de trabalho, é adotada a seguinte definição:

"O projeto do canteiro de obras é o serviço integrante do processo de construção, responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, fixas e temporárias, e das vias de circulação, necessárias ao desenvolvimento das operações de apoio e execução, durante cada fase da obra, de forma integrada e evolutiva, de acordo com o projeto de produção do empreendimento, oferecendo condições de segurança, saúde e motivação aos trabalhadores e, execução racionalizada dos serviços."

## 2. METODOLOGIA PARA O PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS

Apresenta-se, neste item, a metodologia desenvolvida para elaboração do projeto do canteiro de obras, baseada no desenvolvimento simultâneo do projeto do produto e da produção.

O projeto da produção compreende o projeto dos processos, o projeto do canteiro, a organização do empreendimento, o sistema de informações e o sistema de planejamento e controle (FRANCO, 1992).

O projeto do canteiro de obras, como parte do projeto da produção, deve iniciar durante a definição do programa de necessidades (PN) e evoluir paralelamente ao desenvolvimento do projeto do produto, durante as etapas de elaboração do estudo preliminar (EP), anteprojeto (AP) e projeto executivo (PE).

A Figura 2.1, apresenta a proposta para o desenvolvimento simultâneo do projeto do produto e da produção, a partir da proposta de MELHADO (1994).

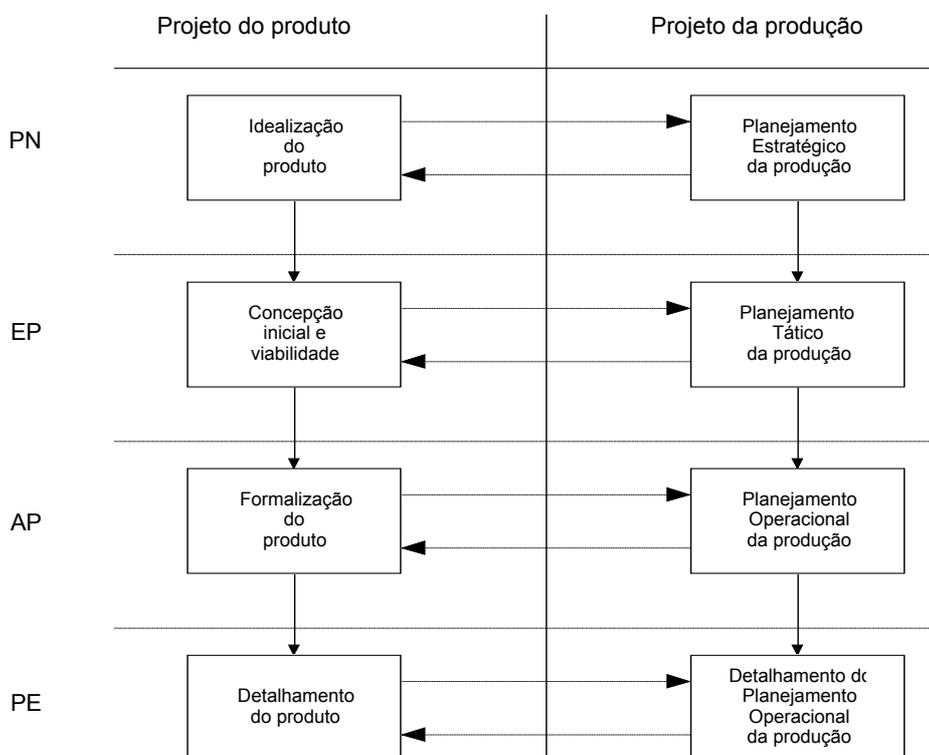


Figura 2.1 - Proposta para o desenvolvimento do projeto do produto e da produção

A Figura 2.2 apresenta a seqüência de atividades para elaboração do projeto do canteiro de obras, ao longo do desenvolvimento do projeto do produto.

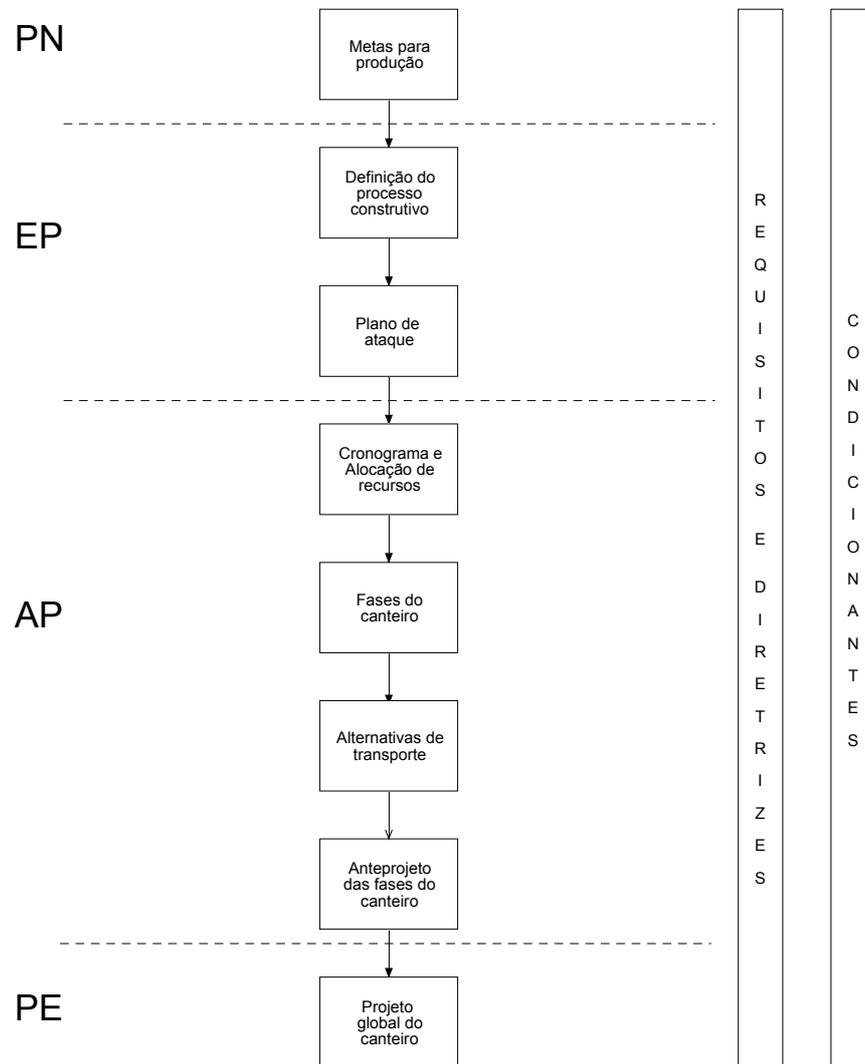


Figura 2.2 – Etapas para elaboração do projeto do canteiro de obras

## 2.1. Programa de necessidades

Nesta etapa é desenvolvido o programa de necessidades, para o produto e para a produção, definindo-se, o planejamento estratégico da produção, com a participação do representante do empreendedor, juntamente com o coordenador do projeto e o representante da equipe de projeto para produção.

Em relação à definição do planejamento estratégico, deve-se pensar no atendimento a objetivos relacionados a prazos, custos, qualidade e produtividade, definindo-se as metas para produção, os requisitos e diretrizes, e os condicionantes da produção do empreendimento.

As metas para produção devem procurar definir o início do processo e parâmetros de custo, preço e produção, contendo indicadores globais e por subsistemas, que poderão servir de orientação para o planejamento da produção.

Para a definição dos requisitos e diretrizes da produção devem ser estabelecidas inicialmente, uma estratégia competitiva, e estratégias de produção associadas, de acordo com os objetivos e a cultura da empresa.

Devem ser identificados os principais condicionantes que irão influenciar na produção da edificação, de modo que o projeto do produto e o projeto da produção, particularmente o projeto do canteiro, sejam permanentemente verificados, durante o seu desenvolvimento, em relação ao atendimento dos condicionantes existentes.

## **2.2. Estudo preliminar**

Nesta etapa é realizado o estudo preliminar, para o produto e para a produção, com o desenvolvimento do planejamento tático da produção, devendo participar o representante do empreendedor, o coordenador do projeto, e os representantes das equipes de projeto para produção, de projeto de arquitetura, de projeto de estruturas, e de projeto de sistemas prediais.

Devem ser definidos, o processo construtivo e o plano de ataque, com base nas metas, requisitos e diretrizes, e condicionantes da produção, simultaneamente à concepção inicial do produto e análise de viabilidade do empreendimento.

A definição do processo construtivo depende das características do projeto do edifício, do tempo para execução, das tecnologias existentes, do conhecimento das mesmas, e do balanço entre os recursos necessários e disponíveis (financeiros, materiais, mão-de-obra, equipamentos e espaço), entre outros fatores.

O plano de ataque consiste na estratégia de execução da obra, com a definição das etapas iniciais e da seqüência construtiva da obra. Depende das características do projeto do edifício, do prazo para execução, das tecnologias disponíveis e do conhecimento das mesmas, do balanço entre os recursos necessários e disponíveis, das características do terreno (acessos e topografia), e das condições climáticas, entre outros.

## **2.3. Anteprojeto**

Nesta etapa é desenvolvido o anteprojeto, para o produto e para a produção, com o desenvolvimento do planejamento operacional da produção, devendo participar o representante do empreendedor, o coordenador do projeto, e os representantes das equipes de projeto para produção, de projeto de arquitetura, de projeto de estruturas, e de projeto de sistemas prediais.

Devem ser definidos o cronograma e a alocação dos recursos, as fases do canteiro, a alternativa de transporte, e o anteprojeto das fases do canteiro, com a representação da solução preliminar adotada, que atenda ao planejamento elaborado.

Devem ser seguidos os princípios de coordenação de projetos, procurando realizar a compatibilização entre os anteprojetos de arquitetura, estruturas, e sistemas prediais, e a integração com o projeto de produção. Podem ser fornecidas novas

especificações, ou serem modificadas algumas das especificações existentes, devido à identificação de necessidades da produção, que impliquem em alterações nos demais projetos, com vistas à otimização dos processos de produção.

Com base no plano de ataque, definido durante o estudo preliminar da produção, e de acordo com as metas, requisitos e diretrizes, condicionantes da produção, processo construtivo, e o anteprojeto do produto, é definida a programação de execução da obra, e elaborado o cronograma físico e a alocação dos recursos necessários para a produção.

A definição das fases deverá ser feita em função dos principais marcos existentes, que impliquem em alterações substantivas na alocação de espaço no canteiro, devido ao início de novos serviços, alteração nos processos de produção, chegada ou utilização de novos materiais e equipamentos, implantação de novas instalações, ou à necessidade de liberação de espaços para novas frentes de serviço, entre outros.

Para cada fase da obra, devem ser definidos os meses críticos, com base na maior dificuldade de movimentação dos materiais, e em função dos quantitativos de mão-de-obra.

A avaliação das alternativas de transporte, deve ser feita com base em dois critérios, o primeiro em função da avaliação da capacidade do sistema atender à produção, e o segundo em função do custo das alternativas, podendo ser utilizado como referência a metodologia proposta por LICHTENSTEIN (1987), e os trabalhos desenvolvidos por SOUZA; FRANCO (1997a; 1997b).

### **Anteprojeto das fases do canteiro**

O anteprojeto das fases do canteiro, deve ser desenvolvido a partir do anteprojeto arquitetônico, dos requisitos e diretrizes, dos condicionantes da produção, dos cronogramas de materiais e mão-de-obra, das fases do canteiro e da alternativa de transporte selecionada.

O anteprojeto das fases do canteiro, consiste, basicamente, da definição dos elementos que devem estar presentes no canteiro e suas características, da análise das inter-relações dos elementos, do estudo dos fluxos dos processos, da priorização dos elementos, da análise da alocação dos elementos no canteiro, da elaboração do arranjo físico, e da avaliação do arranjo físico, para cada uma das fases definidas.

O fluxograma com as etapas para elaboração do anteprojeto das fases do canteiro é apresentado na Figura 2.3.

Devem ser identificados os elementos do canteiro e suas características, para a fase em estudo, com base nos dados do mês crítico.

Devem ser verificadas as inter-relações entre os elementos, com o objetivo de identificar as necessidades de proximidade entre eles.

Devem ser elaborados os fluxos para os principais processos, identificando as etapas, e as intensidades do fluxo em cada etapa.

Os processos devem ser estudados de acordo com as estratégias de produção estabelecidas, seguindo os princípios da racionalização construtiva (FRANCO, 1992), e da nova filosofia de produção (KOSKELA, 1992), tendo como objetivo a

simplificação, e a redução ou eliminação de perdas e interferências.

Devem ser definidas as prioridades para alocação dos elementos no canteiro e, avaliados os espaços necessários e disponíveis, e as restrições à sua utilização. A priorização dos elementos do canteiro de obras deve ser feita com o objetivo de garantir que os elementos mais importantes para o processo de produção da edificação tenham condições de ser alocados em melhores condições, e os outros elementos ajustados às condições disponíveis, inclusive alteração das especificações de espaço, ou alocados em área fora do canteiro, se for o caso.

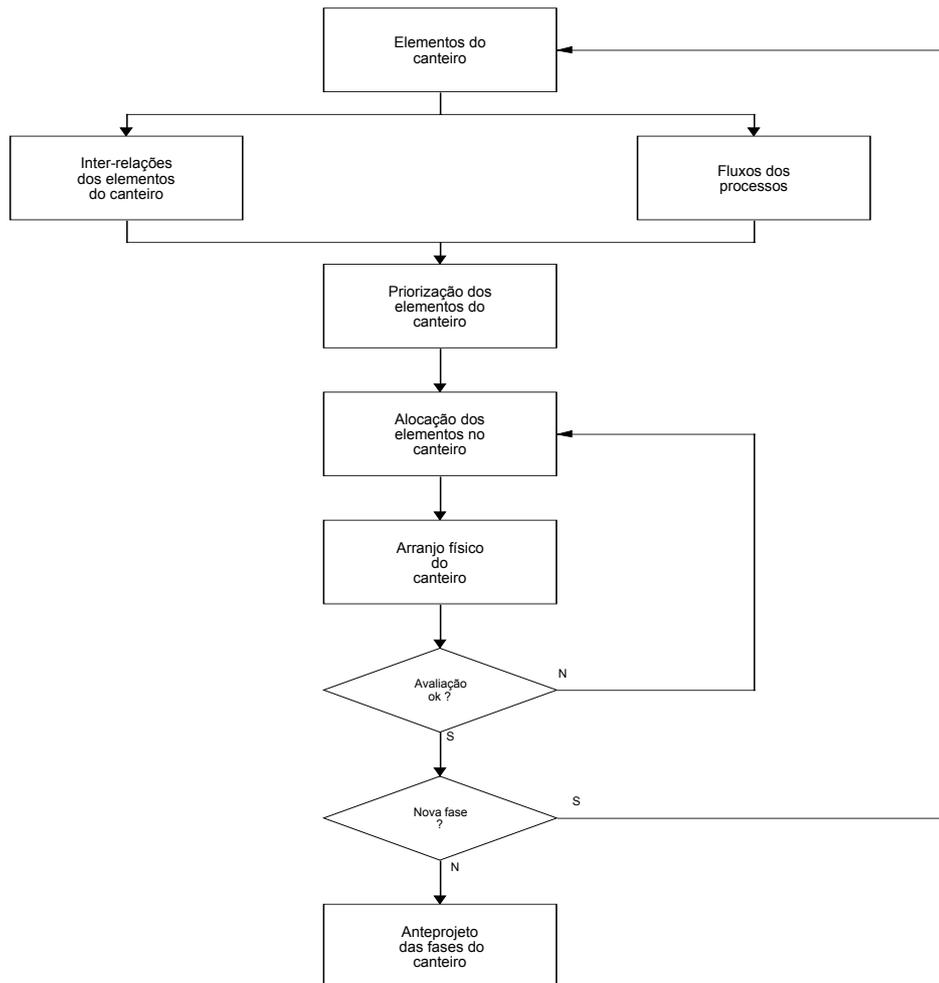


Figura 2.3 - Fluxograma para elaboração do anteprojeto das fases do canteiro

A alocação dos elementos no canteiro de obras, deve ser feita com base no anteprojeto arquitetônico, nos requisitos e diretrizes, nos condicionantes da produção, nas características dos elementos do canteiro, nas suas inter-relações, nos fluxos dos processos e na priorização para a fase em estudo.

O arranjo físico do canteiro, deve ser elaborado, a partir do estudo da alocação dos elementos, tendo como objetivo atender às necessidades da fase atual, utilizando porém, o arranjo físico da fase anterior como referência, para possibilitar o mínimo de alterações entre as fases.

O estudo do arranjo físico do canteiro tem como objetivo otimizar o seu

funcionamento global, em relação à capacidade e segurança das instalações e à produtividade das operações, através principalmente, da minimização do custo da movimentação dos materiais e da otimização das relações de proximidade, sendo procurado a melhor solução global para cada fase.

A partir do arranjo físico do canteiro para a fase em estudo, deve-se avaliar a solução obtida, com base na análise dos fatores para terrenos restritos e, através do cálculo do centro de gravidade quando o projeto for desenvolvido para grandes áreas livres. Para complementação da avaliação dos arranjos físicos, devem ser analisados os fluxos, através da sua representação em planta, com o objetivo de visualização de interferências, e utilizadas listas de verificação para a avaliação do atendimento às outras exigências do canteiro, relativas à segurança do trabalho, higiene, limpeza, arrumação, e organização, entre outras.

Após a elaboração e avaliação dos arranjos físicos de todas as fases do canteiro, será apresentado o anteprojeto das fases do canteiro, com o conjunto de arranjos desenvolvidos.

O anteprojeto deve conter desenhos, especificações para os elementos do canteiro, recomendações para a movimentação de materiais, e a definição dos equipamentos de transporte, além dos fluxogramas dos processos para cada uma das fases do canteiro, fornecendo especificações para o anteprojeto arquitetônico, estrutural e de sistemas prediais, de forma a atender as necessidades de operação do canteiro.

#### **2.4. Projeto executivo**

Nesta etapa, simultaneamente ao detalhamento do produto, deve ser realizado o detalhamento do planejamento operacional da produção, com a elaboração do projeto global do canteiro, devendo participar o representante do empreendedor, o coordenador do projeto, os representantes das equipes de projeto para produção, de projeto de arquitetura, de projeto de estruturas, e de projeto de sistemas prediais, além da participação do engenheiro de produção, se o mesmo já estiver definido para a obra.

O detalhamento do planejamento operacional da produção, deve ser realizado através do projeto global do canteiro, abrangendo a revisão do cronograma, das fases do canteiro, das alternativas de transporte, e do anteprojeto das fases do canteiro, buscando, através de uma síntese, compatibilizar o que foi otimizado no desenvolvimento das fases, e realizar o detalhamento dos elementos do canteiro.

Após a definição do arranjo físico das diversas fases do canteiro, deve-se realizar o detalhamento dos elementos, com a divisão funcional dos ambientes e a localização de móveis, máquinas e equipamentos, seguindo os mesmos princípios do arranjo físico do canteiro. Deve incluir o projeto evolutivo das fases do canteiro, os fluxos dos processos, especificações para recebimento, movimentação e armazenamento de materiais, recomendações para mobilização, desmobilização, operação e manutenção dos equipamentos, especificações dos diversos elementos do canteiro, e recomendações para comunicação, iluminação, sinalização e limpeza.

O projeto global do canteiro, pode ser desenvolvido juntamente com o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), de forma a integrarem um conjunto de documentos, contendo, além dos documentos já

especificados, os projetos de execução das proteções coletivas de todas as fases do canteiro, o estudo dos riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas medidas preventivas, a especificação técnica das proteções coletivas e individuais, e um programa de treinamento sobre os processos de produção e a segurança no trabalho, criando assim as condições para a execução das obras, com eficiência, qualidade, produtividade e segurança.

### **3. CONCLUSÕES**

A metodologia desenvolvida, procura atender a dois outros princípios estabelecidos para o seu desenvolvimento: ser uma metodologia "aberta" e de simples aplicação, de forma a possibilitar a sua utilização por qualquer empresa, não necessitando um especialista para sua aplicação, podendo ser utilizada por qualquer profissional de engenharia civil ou arquitetura, que esteja envolvido com o projeto de produção do empreendimento.

Consideramos a aplicação desta metodologia, de fundamental importância para a elaboração do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), de forma a não se desenvolver apenas, o arranjo físico inicial do canteiro de obras, mas sim, um projeto integrado para todas as fases da obra.

A importância deste trabalho, do ponto de vista tecnológico, está relacionada ao preenchimento de uma lacuna na organização da produção no canteiro de obras, possibilitando a incorporação de princípios, que, poderão aumentar a eficiência, aumentar os níveis de qualidade e produtividade, contribuir para a melhoria do resultado final do empreendimento e aumentar a competitividade das empresas.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- FERREIRA, E. A. M. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- FRANCO, L. S. Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- FUNDACENTRO Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção – NR 18. São Paulo, 1996.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. California, Stanford University - CIFE, 1992. (technical report 72).
- LICHTENSTEIN, N. B. Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares. São Paulo, 1987. 268p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. Definição do layout do canteiro de obras. São Paulo, EPUSP, 1997. 16p. (BT/PCC/177).
- \_\_\_\_\_. Subsídios para a opção entre: elevador ou grua, andaime fachadeiro ou balancim, argamassa industrializada ou produzida em obra. São Paulo, EPUSP, 1997. 25p. (BT/PCC/176).