

O IMPACTO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DE MATERIAIS E COMPONENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL (1990-1998)¹

Marcelo Carvalho Costa²

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o processo de crescimento econômico brasileiro baseado numa economia fechada e protegida permitiu aos principais setores industriais praticarem estratégias pouco inovadoras, com uso de tecnologia defasada do padrão internacional.

Esse processo começou a reverter-se desde o início dos anos 90, como consequência da abertura econômica, que expôs a estrutura industrial brasileira a competir com os níveis de competitividade praticados mundialmente.

A abertura do mercado nacional exerceu uma pressão nos níveis macro e microeconômico acirrando entre as empresas a luta concorrencial e ameaçando, crescentemente, a sobrevivência das menos competitivas.

Os níveis de competitividade alcançados, dentro do novo cenário econômico, representam saltos qualitativos em relação às práticas tradicionais. Neste cenário, inclusive empresas gigantes, com inegá-

1 Este artigo foi realizado a partir dos resultados obtidos na monografia apresentada à Faculdade de Ciências Econômicas, Contábeis e Administrativas da PUC-Campinas, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas. O tema abordado é parte integrante do projeto de pesquisa. "A Constituição de Blocos Econômicos como resposta à Globalização: os efeitos do Mercosul sobre a indústria da construção no Brasil" coordenado pela Prof^a Delia Beatriz Espina (FACECA/PUC-Campinas) e a Prof^a Sandra Negraes Brisolla (IG - UNICAMP) e que conta com a participação do Prof. William Massei (FACECA/PUC-Campinas).

2 Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Ciências Econômicas, Contábeis e Administrativas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (FACECA/PUC-Campinas). Foi integrado à pesquisa como aluno bolsista de Iniciação Científica financiado pela CEAP (Coordenadoria de Estudos e Apoio à Pesquisa/PUC-Campinas).

vel eficiência e imenso acúmulo de conhecimentos científicos e tecnológicos, estão sendo seriamente abaladas pelos novos competidores e obrigadas a se adaptarem ao novo cenário econômico.

As respostas mais generalizadas entre as empresas dos distintos setores econômicos atingidos pela abertura econômica envolvem duas estratégias diferenciadas:

- a) O ajuste no plano financeiro-patrimonial, reduzindo significativamente seus níveis de endividamento;
- b) A reestruturação da produção propriamente dita.

Contudo, o fortalecimento da competitividade passou a ser a principal resposta para à adequação ao novo cenário de concorrência internacional.

Nessa dinâmica de competição, a introdução de inovações tecnológicas e organizacionais é a principal aliada das novas estratégias empresariais.

Este trabalho tem como objetivo analisar, até que ponto o processo de revitalização dos níveis de competitividade no âmbito nacional está influenciando o setor da construção civil no Brasil.

2. O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A abertura da economia e a queda acentuada da inflação comprometeram de forma irreversível os níveis de rentabilidade históricos do setor da construção civil, tanto pela perda do "ganho inflacionário" praticado extensivamente no processo construtivo e na comercialização do bem final, como pela perda de uma proteção natural do setor à concorrência externa.

Nas entrevistas realizadas junto às empresas³ para o desenvolvimento desta pesquisa, ficou evidente que as modificações econômicas do início dos anos 90 atingiram fortemente o setor, dado o nível expressivo da sua defasagem tecnológica. Algumas declarações obtidas ao longo dessas entrevistas exemplificam esta afirmação:

“A concorrência está ficando grande, é preciso abaixar os custos. É necessário saber o que está fazendo para não ter custo adicional. Portanto, começamos a ir atrás desta parte tecnológica, por que nós não a dominávamos.” (Engenheiro)

“Na globalização, as empresas estrangeiras vêm para o Brasil, e quando elas entrarem, elas vão praticar tecnologias que o nosso pessoal não está preparado para acompanhar, com isso, eu vou para fora trago a tecnologia antes e preparo o terreno”. (Engenheiro)

Historicamente, o processo construtivo baseou-se no uso intensivo de mão de obra mantendo-se próximo a um trabalho do tipo artesanal. A crise dos anos 80, provocou no setor uma importante retração que, ao acirrar a concorrência, desencadeou uma luta das empresas por controlar custos através do aumento da eficiência do processo produtivo. Como consequência dessa primeira reação, por aumentar os níveis de produtividade, o setor apresenta desde então, uma “condição híbrida”, na medida em que parte de seu processo produtivo já é mecanizado, outra parte permanece artesanal, demandando grande tempo de trabalho humano ou tendo como base as habilidades do homem. Chaves (1985)

Sabbatini (1989) identifica dois níveis tecnológicos presentes, atualmente, na construção:

- a) processo construtivo tradicional;
- b) processo construtivo industrializado.

³ As principais empresas entrevistadas, como experiência piloto para esta pesquisa, estão localizados em Campinas e São Paulo, e os nomes devem permanecer em sigilo a pedido das próprias empresas.

2.1 Processo Construtivo Tradicional

Processo construtivo tradicional é aquele baseado na produção artesanal com uso intensivo de mão de obra, baixa mecanização (produção essencialmente manual), com elevado nível de desperdícios de materiais e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra. Sabattini (1989)

Além de empregarem técnicas essencialmente artesanais, esses processos construtivos tradicionais vêm-se mantendo na prática, ao longo dos anos, pois, estão incorporados culturalmente à história da construção.

Três fatores principais caracterizam o processo construtivo tradicional:

- a) o primeiro diz respeito ao preparo de materiais e componentes. No caso do processo construtivo tradicional, a atividade no canteiro tem um papel decisivo na transformação dos materiais e componentes, antes de serem utilizados na obra. A partir dos materiais adquiridos no mercado, uma série de operações de transformação, envolvendo a mistura ou agregação destes materiais, dá origem a novos materiais, como ocorre, por exemplo, no preparo do cimento na obra;
- b) a continuidade do uso de ferramentas e instrumentos tradicionais, como a colher de pedreiro, o serrote, o martelo, etc. Algumas dessas ferramentas eram utilizadas pelas corporações de ofício da Idade Média. A utilização de ferramentas tradicionais no canteiro de obras, está aliada ao predomínio do trabalho manual sobre a máquina como base da atividade produtiva;
- c) a absorção pelo setor de mão de obra não qualificada, justificada pela permanência, no canteiro de obras, de um trabalho essencialmente braçal.

A partir dessas características Farah (1996) defende a responsabilidade dos próprios trabalhadores envolvidos na produção em relação à tarefa de viabilizar o projeto da habitação em termos construtivos, pois, na realidade a obra é "tocada" pelo mestre e pelos encarregados (de ofício), cabendo ao engenheiro um controle meramente administrativo da produção.

A principal conseqüência das particularidades do processo construtivo tradicional é a falta de controle do capital sobre execução do processo de trabalho, indicando a ausência da introdução de métodos tecnológicos na atividade construtiva.

A falta de controle do processo construtivo tradicional, que está intimamente ligado ao papel que o trabalhador desempenha nesse processo é, sem dúvida, um entrave à introdução de inovações tecnológicas.

Tabela 1 - Comparação entre o controle informal e o controle formalizado

Aspectos Comparados	Controle Informal	Controle Formalizado
Forma de realização	acompanhamento informal do serviço	controle sistematizado, realizado segundo listas de verificação, procedimentos e planos de controle de qualidade
Pessoas envolvidas na avaliação	geralmente mestres de obras e encarregados	definidas nos procedimentos, podendo haver combinações em diferentes graus de inspetores, mestres de obras, encarregados e os próprios oficiais (autocontrole)
Procedimentos de avaliação	critérios, pessoais	padronizados e descritos em procedimentos de controle de qualidade
Padrões para avaliação e critérios de aceitação	subjetivos, personalizados	objetivos, avaliando características prioritárias, conforme padrões estabelecidos em normas, com critérios de aceitação e rejeição claros, indicando tolerância admitidas.
Momento de realização e serviços abrangidos	assistemático, ocorrendo em intensidade maior ou menor conforme disponibilidade	sistemático, rotinizado, realizado em momentos e sobre serviços definidos no plano de controle de qualidade
Reação inicial do pessoal de obra (engenheiro, mestre de obra, encarregados, oficiais)	aceito como parte do processo	rejeição - " conheço meu trabalho, não preciso de burocracia ou papelada para obter qualidade "
Postura de gerência	depende total e exclusivamente da competência profissional e grau de exigência da equipe administrativa	adota controles que garantem a homogeneidade e previsibilidade dos resultados, dentro de metas e parâmetros estabelecidos pela empresa, reduzindo riscos e desperdícios, e servindo como instrumento de crescimento dos profissionais envolvidos e melhoria do processo.

Fonte: Barros (1996: 251)

Chaves (1985) também enfatiza a importância do trabalho manual no canteiro de obras, mesmo com a existência de equipamentos que o auxiliem. O trabalho na construção é ainda sedimentado sobre uma base estrutural da manufatura. A máquina ainda não incorporou a ferramenta do oficial de forma que se desvincule das barreiras orgânicas que o trabalho manual impõe. A maioria do equipamento utilizado substitui a força muscular do operário, mas não as suas habilidades; o ritmo e a qualidade do trabalho ainda são determinados pela capacidade do trabalhador e não pelo maquinário, o que distingue a manufatura da grande indústria.

Um segundo aspecto relevante sobre a importância do trabalhador, diz respeito ao aprendizado da tarefa a ser executada por ele.

O “saber fazer” adquirido pelo operário resulta, na maioria das vezes, da experiência que este adquire no dia-a-dia do canteiro de obras. Ou seja, sua formação se dá no interior do próprio trabalho, com a conseqüente reprodução de possíveis “vícios” acerca do “como fazer”. Farah (1992).

Através de depoimentos de operários da construção civil, é possível observar que o aprendizado realmente ocorre no canteiro de obras⁴:

“Eu aprendi a trabalhar de pedreiro na própria obra mesmo. Ali eu trabalhava com o pedreiro. Então ele ia explicando pra mim como é que era, como é que não era, o que era certo, o que era errado e eu fui pegando a regra do mesmo sistema que ele trabalhava”. (Pedreiro)
CAETANO (1996: 111)

“Eu aprendi só na curiosidade, só vendo o meu pedreiro. Então como eu sempre fui curioso e ele me dava oportunidade de pegar na ferramenta, eu aprendi”. (Pedreiro)
CAETANO (1996: 111)

Em suma, na construção tradicional prevalece outro padrão de relação capital-trabalho, com forte participação do trabalhador no controle

⁴ Os depoimentos são resultado de uma pesquisa feita por Farah (1992), sobre a introdução de tecnologia na construção habitacional,

do processo produtivo, permanecendo com aqueles que executam o trabalho (com os trabalhadores de ofício) uma parcela considerável da atividade de concepção requerida pela produção da moradia. Farah (1996)

No caso de materiais e componentes, especificamente, existe, de uma maneira geral, um controle de recebimento formalizado, ao menos para alguns materiais, principalmente os relacionados com a segurança estrutural. Já na execução, são raríssimos os casos de controle formalizado, o que normalmente ocorre é um controle informal.

Além da falta de controle aliada ao papel central que o trabalhador desempenha dentro do processo construtivo tradicional, a falta de integração entre projeto e execução também é obstáculo a ser vencido para poder tornar cada vez mais fácil a introdução de inovações tecnológicas no setor.

A questão sobre a falta de integração entre projeto e execução é de suma importância.

O projeto constitui a "porta de entrada" para que as novas tecnologias sejam efetivadas nos canteiros de obras. É através dessa atividade que se tem um grande potencial de avanço em termos tecnológicos uma vez que permite incorporar, logo no início do processo de produção, as inovações oriundas dos setores de materiais e componentes, de equipamentos e de desenvolvimento tecnológico.

Para que os novos produtos originados no subsetor de materiais e componentes possam ser utilizados de forma correta é necessária uma integração da atividade de projeto com o processo de produção, o que de maneira geral não ocorre.

A falta de integração entre projeto e execução dificulta a introdução de inovações tecnológicas de materiais e componentes, que raramente

“são incorporadas ao projeto; na maioria das vezes, aparecem na porta do canteiro de obras, sendo introduzidos diretamente na produção, sem que se faça uma avaliação prévia mais rigorosa de suas características (...)” . Barros (1996:284)

Uma das características mais importantes da falta de integração é, sem dúvida, a ausência de detalhes que estes possuem sobre a execução da obra.

Como tendência geral, os projetos na construção tradicional indicam apenas a forma final da obra ou as características técnicas de elementos da edificação, não descendo a detalhes da execução, nem estabelecendo prescrições relativas ao modo de executar a sucessão de etapas de trabalho. Farah (1992)

Além da dissociação existente entre o projeto e a execução, há também uma divisão de tarefas entre os engenheiros, arquitetos e o mestre de obras.

Os profissionais, engenheiro e arquiteto, a quem cabe a concepção científica do produto, não tem, de modo geral, domínio sobre a atividade concreta, sobre cada tarefa realizada no canteiro de obras. Por outro lado, o “engenheiro de obras”, que acompanha a execução, tampouco detém o domínio do processo de trabalho.

Os dados apresentados na tabela 02 mostram até que ponto o atual processo de desenvolvimento de projeto não corresponde às expectativas das empresas.

A observação dessa tabela expressa, também, que, os projetos que melhor atendem à produção são os de alvenaria e de montagem de fôrmas, os quais são tipicamente projetos para produção, não vinculados diretamente com a introdução de novas tecnologias.

Tabela 2 - Opinião das empresas quanto à relação projeto-produção, expressa em porcentagem do total de empresas pesquisadas⁵.

Projetos	Projeto atende a produção?		A relação projeto/ produção evoluiu?	
	Sim	Não	Sim	Não
Arquitetura	-	100	60	40
Estrutura	80	20	80	20
Fôrmas	20	80	20	80
Armação	20	80	-	100
Instalações	-	100	100	-
Montagem Fôrmas	100	-	100	-
Alvenaria	100	-	100	-

Fonte: Barros (1996:360)

Para que haja um avanço na estrutura tecnológica do processo construtivo da construção civil, é necessário que a atividade de projeto volte-se mais para a execução da própria obra, com maiores especificações quanto à maneira de se construir e também quanto ao uso de materiais e componentes, equipamentos e mão de obra.

Desta forma será possível introduzir as inovações tecnológicas necessárias para que o setor da construção civil possa se adaptar às novas exigências do mercado nacional e mundial.

2.2 Processo Construtivo Industrializado

A introdução de inovações tecnológicas na construção civil advém principalmente das transformações ocorridas nos materiais e componen-

⁵ Todas as empresas atuam no mercado paulista, sobretudo na capital e grande São Paulo, sendo que uma delas é do interior do Estado, com atuação também na capital. As dez empresas pesquisadas são "jovens", ou seja, foram fundadas a partir de fins da década de 80. Além disso, considerando-se a produção anual de cada uma, podem ser consideradas empresas de pequeno porte, que representa o perfil da maioria das empresas que atuam no segmento de produção de edifícios.

tes de construção. Estas mudanças estão transformando o processo construtivo tradicional, na medida em que aceleram a industrialização do setor dando origem a processos produtivos mais avançados tecnologicamente que o processo tradicional, como por exemplo, o processo construtivo industrializado.

Sabbatini (1989) define processo construtivo industrializado como aquele baseado no uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro. Utiliza preponderantemente as técnicas industriais de produção, transporte e montagem.

O processo construtivo industrializado possui importantes diferenças tecnológicas quando comparado com o tradicional.

Neste verifica-se a tendência a incorporar progresso técnico através da utilização de novos componentes e equipamentos o que exige introduzir modificações importantes no processo de trabalho.

Ao contrário do processo tradicional, no processo construtivo industrializado os projetos passam a ser elaborados com maiores definições técnicas, voltando-se mais à produção e não se restringindo apenas ao produto. Há uma coordenação de projetos, buscando uma maior produtividade, rentabilidade e qualidade, levando o conhecimento das tecnologias construtivas utilizadas no canteiro para a fase de projeto.

Todas as especializações necessárias ao desenvolvimento do projeto (arquitetura, estruturas, instalações, alvenarias, esquadrias, impermeabilizantes, revestimentos, etc.) trabalham em conjunto, interagindo e convergindo para o projeto voltado à produção. Este deve conter todas as informações necessárias e suficientes para que a obra seja concluída sem a necessidade de tomada de decisões subjetivas e no momento da produção.

Dada a importância que as inovações tecnológicas vêm ganhando dentro das modernas estratégias empresariais, e levando em conta que essas estratégias vêm sendo incorporadas crescentemente na construção civil no Brasil, principalmente nos últimos dois anos, é de suma importância analisarmos o conceito destas para podermos

entender sua repercussão nos níveis de avanço da competitividade da construção civil.

Como assinalado, o processo construtivo tradicional é ainda o principal método de trabalho do setor da construção civil. Isso explica as dificuldades experimentadas pela indústria para acompanhar as mudanças do macro ambiente e de absorver as inovações do subsetor de materiais e componentes.

3. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A introdução de mudanças tecnológicas no setor da construção civil não é um fenômeno recente. A primeira grande transformação implicou na passagem da autoprodução fundada no trabalho escravo à organização de um mercado próprio com base no trabalho assalariado. Essa passagem produziu modificações relevantes para o processo construtivo como um todo.

A organização da construção voltada para o mercado incentivou, desde meados do século 19, o início de um segmento produtor de materiais e componentes no país, voltado à produção de tijolos e telhas. Os demais materiais e componentes continuaram sendo importados até os anos 20.

Esse avanço trouxe conseqüências relevantes para a atividade construtiva, como por exemplo, a segmentação da indústria em dois subsetores claramente diferenciados: o da construção e o da fabricação de materiais e componentes.

Essa transformação provocou o desaparecimento e/ou a transferência de algumas atividades do canteiro, ("locus" da construção propriamente dita), para o subsetor de materiais e componentes e acelerou a introdução de inovações tecnológicas através da especialização crescente deste último subsetor.

Atualmente, o setor da construção civil está iniciando um processo de aceleração da introdução de mudanças tecnológicas, sem preceden-

tes, se comparado à prática tradicional da indústria. Novos materiais, novos sistemas estruturais e novos métodos de construção têm surgido, a partir do avanço em ciência e tecnologia.

Para entender o processo inovativo da construção civil, é preciso explicar as forças que induzem e que inibem a inovação tecnológica no setor. De modo geral, são destacados como elementos imprescindíveis à inovação: a completa integração entre a organização empresarial e aqueles que concretizam essa inovação no canteiro de obras; as responsabilidades do projeto e do projetista ao procurarem integrar as necessidades dos clientes com as disponibilidades tecnológicas; e a transferência das novas tecnologias para toda a empresa, como uma forma de assegurar a efetivação da inovação. Barros (1996)

Tatum (1984) afirma que as mudanças do nível de exigências dos usuários e a competição estrangeira no mercado de construção vem demandando a implantação de inovações tecnológicas. O autor lembra que algumas mudanças macroeconômicas devem preceder o processo de inovação:

- a) estabilidade de mercado;
- b) fácil acesso à informação;
- c) maior competitividade;
- d) demanda por menores prazos e custos;
- e) demanda por qualidade;
- f) demanda por redução do impacto ao meio ambiente.

Esses fatores estão diretamente ligados às mudanças ocorridas na economia como um todo. A estabilidade de mercado para a introdução de inovações é importante na medida em que favorece o crescimento industrial.

A competitividade é resultado da abertura do mercado nacional à concorrência externa. Com a abertura do mercado, os níveis de demanda pela qualidade e por prazos e custos menores forçam as empresas a incorporar novas tecnologias e melhorar os métodos construtivos.

O setor da construção civil vem enfrentando muita dificuldade para se adequar às transformações a nível de demanda, qualidade, maior exigência do mercado, etc..

Sem esquecer os fatores mais gerais que condicionam à introdução das inovações tecnológicas no setor, centraremos nossa análise num fator particular: a influência que o subsetor de materiais e componentes exerce no atual processo de reestruturação das empresas da construção civil, dado que é esse subsetor o responsável pela introdução de inovações tecnológicas da indústria.

Deve-se destacar que essa é uma especificidade da indústria da construção civil. Os resultados da maioria dos estudos sobre ela, confirmam o fato de que as inovações acontecem no subsetor de materiais e componentes (equipamentos) exigindo "a reboque" a incorporação de progresso técnico e organizacional no processo produtivo no canteiro de obras.

Enfaticamente, Vargas (1984) salienta que a construção civil não tem poder de influência no que diz respeito às inovações tecnológicas que se originam no subsetor de materiais e componentes. Na mesma linha de análise, o IPT destaca que, de certa maneira, o subsetor de materiais e componentes impõe seus novos produtos ao mercado das construtoras.

Barros também destaca que "esses novos produtos nem sempre entram no processo de produção através do projeto. O mais comum é que entrem através de "sugestões" do setor de suprimentos". Barros (1996:247)

Para exemplificar a influência que o subsetor de materiais e componentes possui sobre a construção civil, basta observar que apenas sete famílias de produtos são responsáveis por aproximadamente 65% dos custos dos materiais utilizados no processo construtivo. De acordo com Garcia (1997), os principais produtos são: metais sanitários, cimento, cerâmicas e azulejos, perfis de alumínio, vidros, tintas e vernizes e vergalhão de aço. Sendo assim, um caminho importante no

controle dos custos provem da introdução de inovações tecnológicas de materiais e componentes, que possam influir no preço do produto final.

4. SUBSETOR DE MATERIAIS E COMPONENTES

Para avaliar a influência que as inovações tecnológicas do subsetor de materiais e componentes exercem sobre o processo construtivo do setor da construção civil é preciso definir os conceitos de materiais e componentes adotados para a condução da pesquisa.

Os materiais de construção são insumos sem forma e função definida, geralmente fornecidos a granel. Podem ser materiais naturais ou produtos intermediários. Como exemplo podem ser citados: areia, cal virgem e hidratada, pedra, etc. Os componentes são insumos da atividade de construção com forma e função definidas, geralmente fornecidos por unidade, tais como tijolo, janela, metais sanitários. Farah (1996)

Farah salienta que a apropriação das atividades no canteiro de obras de inovações que acontecem no subsetor de materiais e componentes se dá de duas maneiras:

- a) o novo produto, seja este um novo material, seja um novo componente, desenvolvido à base de novos materiais, elimina atividades do canteiro, substituindo-as por atividades distintas, tanto na obra, como na indústria de materiais;
- b) deslocamento de atividades tradicionalmente executadas no canteiro para os setores produtores de materiais ou para prestadores de serviços de construção, numa iniciativa que não envolve necessariamente inovação de produto.

Dado esse processo de introdução de inovações tecnológicas na construção civil, este é considerado geralmente um setor passivo frente às inovações, ou seja, o setor é apenas um receptor dessas inovações.

Por muitos anos, prevaleceu, no Brasil, um ambiente institucional no qual a importação de materiais e componentes de construção esteve inviabilizada pela política comercial.

Foi neste contexto, que o estudo sobre os materiais de construção ganhou importância, por ser o fator decisivo nas modificações observadas no processo produtivo do setor da construção civil.

A profundidade e extensão do estudo dos materiais e componentes de construção apresenta diferenças em função da disponibilidade de informações que varia muito entre os segmentos, o que reflete, entre outras coisas, o grau de organização de cada um deles.

O estudo realizado para a elaboração deste trabalho através de uma consulta bibliográfica, focaliza as condições tecnológicas e de mercado nos segmentos industriais considerados "chaves".

São definidos como "materiais chaves", os que de uma maneira ou outra, fazem parte da construção de qualquer obra: o cimento, o aço, o cal, etc..

A seguir, apresentamos o padrão de concorrência e competitividade dos elementos mencionados.

Tabela 3 - Padrão de Concorrência e Competitividade

Setor	Concentração	Padrão de Concorrência	Competitividade
Aços Longos	severa	barreiras técnicas a importação /empresa líder	razoável
Alumínio	severa	concorrência internacional efetiva	boa
Areia	reduzida	empresa líder	baixa
Cal	severa	não há concorrência	boa
Vidro	severa	empresa líder	boa
Cimento	severa	segmentação regional	boa

Fonte: Garcia et alii (1997: 10)

4.1 O Cimento

De todos os aglomerantes calcários, o mais usado na construção civil é, sem dúvida, o cimento, por suas propriedades físicas e mecânicas. O cimento permite a fabricação de uma "rocha artificial" (o concreto) de fácil moldagem e excelente resistência, características estas que desenhistas e calculistas manejam de acordo com as necessidades do projeto, fato que o transforma em um dos materiais mais flexíveis e, portanto, de maior uso na construção. Pode-se afirmar que ele não só faz parte de toda obra, como também, cumpre geralmente uma função fundamental na estrutura do edifício.

A esta função, podem-se juntar outros tipos de aplicações também de grande importância, como por exemplo a de servir de matéria prima para a fabricação de diferentes produtos da edificação, tais como chapas onduladas de fibrocimento, blocos para parede, etc..

No Brasil, a utilização de cimento na construção civil é mais habitual do que a utilização das estruturas metálicas e, segundo Haguenauer (1996), não parece haver tendência a alterar esta situação.

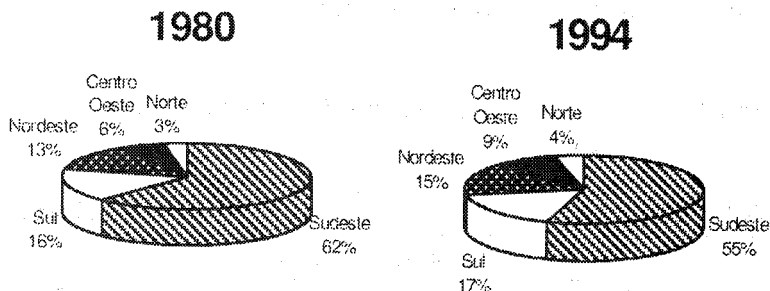
Na tabela 04, podemos observar a distribuição espacial da produção e consumo de cimento, no Brasil, entre 1994 e 1995. Observando a tabela, podemos constatar que os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul são os principais consumidores de cimento (66% do consumo nacional em 1994).

Tabela 4 - Produção e consumo de cimento no Brasil, por UF, em mil toneladas

Unidade da Federação	1994	1994	1995	1995
	Consumo	Produção	Consumo	Produção
Rondônia	88	0	94	0
Acre	22	0	26	0
Amazonas	222	334	176	318
Roraima	16	0	33	0
Pará	463	341	473	311
Amapá	41	0	48	0
Tocantins	132	0	138	0
Maranhão	193	154	184	133
Piauí	148	0	140	0
Ceará	530	473	552	690
R.G. do Norte	214	173	226	157
Paraíba	359	931	306	904
Pernabuco	719	434	803	450
Alagoas	22	289	225	269
Sergipe	194	472	201	401
Bahia	1.193	901	1.180	912
Minas Gerais	3.087	6.128	3.470	7.075
Espírito Santo	524	840	602	865
Rio de Janeiro	2.622	2.077	2.945	2.486
São Paulo	7.339	4.968	8.968	5.890
Paraná	1.750	2.265	2.331	2.728
Santa Catarina	1.012	345	979	536
R.G. do Sul	1.613	1.371	1.680	1.453
Mato Grosso	417	485	371	447
M.G. do Sul	382	165	412	497
Goiás	931	984	955	889
Distrito Federal	618	798	543	835
Total	25.046	25.230	28.063	28.256

Fonte: Garcia et alii (1997:137)

Figura 1 - Produção e consumo de cimento no Brasil, por UF, em mil toneladas



Fonte: Garcia et alii (1997: 137)

a) Grau de atualização tecnológica

O ritmo de inovações na indústria cimenteira não possui grande dinamismo tecnológico. A última inovação considerada de grande importância foi a introdução do processo por via seca, datada da década de 70.

As inovações recentes referem-se à introdução de equipamentos de automação, de sistemas de qualidade, de equipamentos redutores do consumo energético e dos efeitos sobre o meio ambiente, além do desenvolvimento de produtos com propriedades particulares para aplicações específicas. Haguenaer (1996)

Do ponto de vista tecnológico, existe grande heterogeneidade entre as fábricas. Os grupos de maior importância na indústria cimenteira já dispõem de fábricas totalmente automatizadas, e modernizam, também, etapas específicas do processo produtivo, como por exemplo, a lava.

b) Principais empresas

Nas tabelas 05 e 06, podemos observar as maiores empresas dos principais segmentos consumidores de cimento e sua participação na receita operacional líquida do segmento.

Tabela 5 - Principais consumidores de cimento (empresas de construção)

Setor/Empresa	Participação (%)
Construção Pesada	
1 Andrade Gutierrez	26,7
2 Camargo Corrêa	11,9
3 OAS	6,9
4 CBPO	6,8
5 Norberto Odebrecht	6,0
Incorporadoras e Construtoras	
1 Gafisa	15,5
2 Via	5,2
3 Rossi Residencial	4,5
4 João Fortes	3,2
Montagem Industrial	
1 Sade Vigesa	13,1
2 Tenenge	10,6
3 Montreal	9,4
4 Techint	9,4
5 MPE	4,5

Fonte: Garcia et alli (1997:147)

Tabela 6 - Principais consumidores de cimento (demais setores)

Setor/Empresa	Participação (%)
Concretagem	
1 Engemix	19,3
2 Brasil Beton	12,2
3 Concrebrás	11,5
4 Concretex	11,0
5 Supermix	9,2
Amianto	
1 Sama	39,0
2 Brasilit SP	17,0
3 Eternit	17,0
4 Sano	13,0
5 Brasilit AM	9,3
Artefatos de cimento e premoldados	
1 Eterbrás Tec	84,3
2 Reago	6,5
3 Incopre	2,5
4 Ebac	1,7
5 Premolde	1,4

Fonte: Garcia et alli (1997:147)

c) Empresas líderes

Atuam na indústria cimenteira 17 grupos diferentes, listados a seguir:

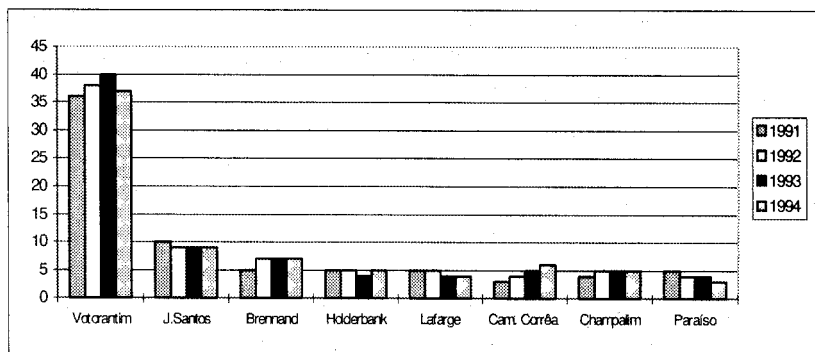
- | | |
|-------------------|---------------|
| 1. Votorantim | 9. Tupi |
| 2. João Santos | 10. Cauê |
| 3. Brennand | 11. Matsulfur |
| 4. Holderbank | 12. Itambé |
| 5. Paraíso | 13. Lafarge |
| 6. Camargo Corrêa | 14. Cibrex |
| 7. Champalimaud | 15. Ciplan |
| 8. Bunge y Born | 16. Cisafra |
| 17. Maringá | |

Para uma empresa poder se inserir na indústria cimenteira, é necessário uma acumulação prévia de capital devido ao alto nível de capital inicial exigido.

Um exemplo desta acumulação prévia de capital é o grupo Votorantim. Este grupo é originário da indústria têxtil e do comércio, começou a operar sua primeira fábrica de cimento em 1936 e, desde os anos 50, é o maior produtor no país.

Prochnik (1983) atribui a posição de liderança sustentada do grupo ao seu tamanho (maior grupo privado nacional) e ao fato de ser um dos pioneiros na indústria do cimento, acumulando aprendizagem, o que fez com que fosse sempre mais ágil que as demais empresas do setor.

A indústria do cimento está na base da cadeia produtiva do complexo da construção civil e tem nesta atividade seu foco de dinamismo. A queda da demanda por obras públicas, com a permanente crise fiscal do governo, o baixo nível de investimento privado e condições de financiamento que inibem a construção habitacional restringem a demanda por cimento.

Figura 2 - Participação dos maiores grupos na produção nacional (%)

Fonte: Garcia et alii (1997:156)

Contudo, o cimento ocupa uma posição privilegiada frente à grande questão da indústria brasileira, no momento.

No caso do cimento, mesmo se algum governo não se dispuser a resgatar a dívida social relativa ao déficit habitacional e carências generalizadas de saneamento, aumentando a demanda de cimento através de obras públicas, o “consumidor formiga” suprirá suas necessidades e continuará crescendo de importância.

É praticamente inexistente o risco de “desindustrialização” no segmento do cimento, devido tanto às barreiras naturais da indústria como ao porte e saúde financeira dos grupos que nele atuam (aqueles em risco financeiro e produtivos não serão sucateados, mas comprados, provavelmente do próprio setor).

A retomada do crescimento acelerado da indústria do cimento seria positiva para o setor e para o país, desde que submetido a um sistema de regulação da concorrência que, simultaneamente, leve em conta as necessidades da eficiência produtiva na indústria e impeça abusos do poder econômico.

4.2 O Cal

A história do cal no Brasil acompanha, de perto, a história da industrialização do país. Até a década de trinta, a produção do cal esteve voltada, primordialmente, para usos tradicionais compatíveis com a presença de um setor industrial pouco desenvolvido. A produção de cal tinha como mercado mais importante a construção civil, enquanto a demanda industrial do produto circunscrevia-se àquela derivada de alguns poucos setores. Com o avanço da industrialização, novas oportunidades de mercado surgiram para a indústria do cal, originando-se, portanto, novas empresas e unidades produtivas. Paralelamente ao avanço da industrialização, a urbanização também impulsionou o mercado do cal através do aumento da demanda por parte da construção civil.

Pode-se afirmar, que a moderna indústria do cal no Brasil é contemporânea à industrialização do país, sendo que a maioria das empresas produtoras de cal implantaram-se após 1960, quando se acelera o processo de industrialização.

Tabela 7 - Produtoras de cal: distribuição por data de fundação (%)

Data (%)	Até 1940	Até 1941/50	Até 1951/60	Até 1961/70	Até 1971/80
	9,1	9,1	3,0	30,3	48,5

A produção de cal no Brasil é realizada por um número estimado de cerca de 300 empresas, e ultrapassa, atualmente, a ordem de 5 milhões de ton/ano, patamar que coloca o país entre os sete maiores produtores mundiais.

Parte relevante da produção brasileira de cal é resultante de produção cativa, principalmente das grandes siderúrgicas.

Tabela 8 - Produção brasileira de cal em 1.000 ton.

Ano	Produção total (A)	Produção cativa (B)	Produção de mercado (C=A-B)	Produção ABCP (D)	D/C (&)
1984	4584	776	3.808	2.017	53%
1985	4.767	986	3.693	2.027	55%
1986	4.909	1.074	3.835	2.302	60%
1987	5.300	1.190	4.110	2.426	59%
1988	5.500	1.227	4.273	2.612	61%
1989	5.730	1.294	4.426	2.462	59%
1990	4.900	1.048	3.852	2.313	60%
1991	5.000	1.007	3.993	2.427	60%
1992	5.240	1.235	4.005	2.364	59%
1993	5.575	1.375	4.200	2.379	57%
1994	n.d.	1.377	n.d.	2.620	n.d.

Fonte: Garcia et alii (1997: 106)

a) Grau de atualização tecnológica

Na indústria de cal brasileira convivem empresas com pequena capacidade produtiva e uso de tecnologia rudimentar com empresas modernas, produzindo a partir de escalas elevadas e portadoras de tecnologia atualizada, de alto investimento inicial.

As empresas líderes operam com fornos atualizados tecnologicamente, com capacidade produtiva que lhes garante ganhos de escala e, por conseguinte, maior produtividade.

As tendências tecnológicas recentes orientam-se no sentido de buscar aumentos de produtividade, redução de custos, melhoria de qualidade e diversificação de produtos. Garcia et alii (1997)

Do ponto de vista das inovações, verifica-se a utilização das carretas de perfuração hidráulica na atividade de perfuração, seu uso resulta em

patamares de produtividade bastante superiores aos correspondentes à perfuração pneumática.

4.3 Aços Longos

De todos os materiais metálicos usados na construção civil, o aço é, indubitavelmente, em todos os seus diferentes usos, o mais importante.

Constituiu-se em um dos materiais críticos, pois, intervém de uma ou outra forma, em praticamente todas as obras, sendo em alguns de seus usos quase insubstituível.

De acordo com a classificação dada o aço pode ser classificado em semi-acabado ou acabado (laminados). Os semi-acabados não são consumidos diretamente por pessoas ou por empresas industriais (exceto forjarias), precisando receber novos tratamentos em outras siderúrgicas ou elaminadoras antes de serem vendidos aos seus consumidores finais. Contudo, os laminados podem e são utilizados diretamente por consumidores finais. Os aços laminados dividem-se em três grupos: planos, longos e especiais.

Os laminados planos (revestidos e não-revestidos) constituem o mais importante segmento do mercado siderúrgico mundial, tanto do ponto de vista financeiro, quanto em tonelagem.

Os laminados longos, como indica sua denominação, se diferenciam dos demais por sua conformação física, com um acentuado predomínio da dimensão sobre os demais (Pinho, 1993:01).

Tabela 9 - Balanço entre laminados longos e planos no mundo

	% Laminados Longos	% Laminados Planos
Estados Unidos	37,3	67,2
Japão	50,8	49,2
União Européia	45,1	54,9
Países Industrializados	35,2	64,8
Brasil	37,6	62,4
América Latina	53,5	46,5
África	53,5	46,5
Oriente Médio	63,3	36,7
Sudoeste Asiático	55,0	45,0
Países em desenvolvimento	55,0	45,0
Comum. Est. Indep.	54,3	45,7
Leste Europeu	46,1	53,9
China	70,6	29,4
Economia centralizadas	60,7	39,3
Turquia	84,6	15,4
Coréia do Norte	78,0	22,0
Media Mundial	50,9	49,1

Fonte: Garcia et alii (1997)

a) Principais inovações tecnológicas

A trajetória tecnológica mais importante, da indústria do aço, foi o incremento da potência específica e a conseqüente redução do consumo específico de energia. Até os anos 60, o padrão era de fornos cuja potência variava entre 250-400 kVa, com consumo específico de 800-1000 Kwh/tonelada de aço. Atualmente, a best-practice do consumo específico encontra-se em cerca de 410 Kwh/tonelada de aço.

Dentro das mudanças tecnológicas mais importantes, verifica-se duas inovações incrementais:

- a) o repotenciamento;
- c) tecnologia EBT.

O repontecimento consiste na reforma do forno, com troca dos transformadores de baixa por outros de alta potência. A tecnologia EBT corresponde ao vazamento excêntrico (deslocado do centro) do fundo do forno elétrico.

De acordo com Braga (1988), a técnica EBT permite a redução dos seguintes elementos:

- a) consumo de refratário;
- b) tempo de corrida;
- c) geração de pós e gases;
- d) custo total.

A tecnologia EBT começou a se difundir mundialmente em 1982 na Det Dansk Stalvalsevaerk (DDS), Dinamarca.

Outra inovação importante trata-se do processo Consteel. Este processo corresponde ao pré-aquecimento e alimentação de sucata, de forma contínua. Consegue uma economia de até 80 Kwh/t, ou seja, US\$ 7,00 por tonelada de tarugo.

b) Grau de atualização tecnológica

O grau de atualização tecnológica dos produtores de laminados longos comuns depende fundamentalmente da aciaria.

Apesar das menores pressões tecnológicas sofridas pelos produtores de aços longos comuns, em comparação com o restante da indústria, algumas empresas vêm apresentando desempenhos técnicos bastante razoáveis em comparação com os concorrentes internacionais.

c) Os principais clientes

Tabela 10 - Consumo aparente brasileiro de laminados longos comuns, por tipo de clientes, em mil toneladas.

Setores	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Dist. e Revendedores	1.972	1.781	1.532	1554	1.636	1.419
Construção Civil	468	518	582	820	804	978
Semi Elaborador	343	635	728	794	813	661
Automobilística	78	67	70	80	73	74
Mecânico	35	113	26	38	9	19
Outros	201	213	228	416	559	531
Total	3.097	3.327	3.166	3.702	3.894	3.682

Fonte: Garcia et elli (1997:33)

De acordo com a tabela 10, a construção civil é o segundo maior cliente das usinas, acumulando um total de 4.170 toneladas entre 1990-95.

O maior cliente de laminados longos comuns, é o setor de distribuição e revendedores acumulando um total de 9.894 toneladas entre 1990-95.

O terceiro maior cliente é o mercado de semi-elaborados (relaminadoras), que compram blocos e tarugos e os transformam em produtos finais, acumulando um total de 3.974 toneladas entre 1990-95.

4.4 A areia

A atividade de extração de areia é classificada pelo IBGE no gênero Extração de Minerais. As areias são bens minerais constituídos,

principalmente, por grãos de quartzo que resultam do processo de decomposição das rochas.

As areias recebem, também, as seguintes denominações comerciais de acordo com o grau de beneficiamento a que foram submetidas:

- a) areia bruta: sem qualquer forma de beneficiamento;
- b) areia lavada: passou por um processo de purificação.

A areia possui um substituto próximo, a areia produzida durante o processo de britagem nas pedreiras. Este tipo de areia possui utilização para fins secundários graças a sua composição, considerada de baixa qualidade quando comparada á areia extraída dos leitos dos rios, planícies, formações geológicas e praias do litoral.

a) Grau de atualização tecnológica

As tecnologias utilizadas para a extração de areia são, em geral, extremamente simples e de domínio público. Além disso, as baixas exigências quanto à especificação dos produtos possibilitam um acesso irrestrito a esse tipo de atividade econômica.

As tecnologias para a extração da areia mais utilizadas no Estado de São Paulo são as seguintes:

- a) extração em leito de rio;
- b) extração em cava seca nas encostas dos morros;
- c) extração em aluviões nas margens dos rios.

Tabela 11 - Estimativa da produção de areia no Estado de São Paulo, segundo regiões administrativas - 1995 em m³

RAMSP	Produção	%	%AC
1.São José dos Campos	7.631.838	31.80	31.80
2. RMSP ⁶	4.615.668	19.23	51.03
3. Ribeirão Preto	2.894.663	12.06	63.09
4.Campinas	2.414.513	10.06	73.15
5. Presidente Prudente	1.809.727	7.54	80.69
6. Santos /registro	1.707.446	7.11	87.80
7. Sorocaba	831.452	3.46	91.26
8. Bauru	788.286	3.28	94.54
9. São José do Rio Preto	774.373	3.23	97.77
10. Marília	363.220	1.51	99.28
11. Araçatuba	168.815	0.70	100.00
Total	24.000.000	100.00	100.00

Fonte: Garcia et alii (1997: 92)

A dinâmica do mercado de areia é determinada basicamente pelo comportamento da construção civil, que é muito sensível às variáveis macroeconômicas.

A demanda de areia é muito pouco sensível às variações de preço (trata-se de material auxiliar com pouco peso no custo da indústria) e muito sensível ao comportamento de variáveis macroeconômicas como a renda disponível da população, o crescimento populacional e a política econômica.

4.5 O Alumínio

O segundo material metálico, em importância na construção civil, depois do aço, é o alumínio. Seu uso mais comum nesta atividade são: esquadrias, venezianas, chapas lisas e onduladas, forros, etc..

6 Região Metropolitana de São Paulo

Suas formas mais comuns de comercialização são os perfis e as lâminas. Uma de suas maiores vantagens é a pouca manutenção que obtém quando bem acabado e colocado de maneira correta.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta normas para perfis e barras de alumínio, especificando, entre outras coisas, as propriedades mecânicas e as tolerâncias dimensionais dos produtos. A tabela 12 apresenta a classificação de barras e perfis utilizadas no mercado brasileiro.

Tabela 12 - Tipos de barras e perfis (ABNT)

Barra (<i>bar and rod</i>)	Produto sólido de seção transversal uniforme ao longo do comprimento fornecido em unidades retas. As seções transversais são: redondas, quadradas, e poligonais regulares.
Perfil (<i>sharpe</i>)	Produto dúcil de seção transversal uniforme ao longo do seu comprimento, diferente da barra, do arame, do tubo, da chapa ou da chapa bobinada, fornecido em unidade reta ou em rolo.
Perfil formado (<i>prolife</i>)	Perfil produzido a partir de chapa por formação a cilindro ou por estiramento, por ambos ou pelo uso de prensa viradeira mecânica.
Perfil semibular (<i>semi hollow extruder shape</i>)	Aquele cuja seção transversal tem vazios parcialmente circunscritos por metal.
Perfil sólido (<i>solid extruded shape</i>)	A seção transversal não contém nenhum vão com periferia contínua.
Perfil tubular da classe 1 (<i>class 1-hollow extruded shape</i>)	Perfil, cujo vazio redondo, tendo um diâmetro de 25mm ou mais, e cuja massa é distribuída igualmente nos lados opostos de dois ou mais eixos uniformemente.
Perfil tubular da classe 2 (<i>class 2-hollow extruded shape</i>)	Qualquer perfil extrudado tubular, diferente da classe 1, tendo um único vazio de diâmetro não inferior a 9,5mm, área não inferior a 70mm ² e diâmetro de seu círculo circunscrito não superior a 125mm.
Perfil tubular de classe 3 (<i>class 3-hollow extruded shape</i>)	Qualquer perfil extrudado tubular, diferente da classe 1 e 2.

Fonte: Garcia et alli (1997: 64)

a) Grau de atualização tecnológica

Há grande heterogeneidade produtiva e tecnológica do parque produtor. Poucos produtores, verticalizados e independentes, com padrão de qualidade e inovação tecnológica competitivos, convivem com produtores mais atrasados em termos de tecnologia e menor qualidade do produto final.

O consumo per capita de alumínio na Brasil é baixo; o consumidor final exige menos qualidade do produto, o que leva, por sua vez, a uma menor preocupação do produtor em relação à melhora tecnológica.

b) Principais empresas

No Brasil, a produção do alumínio é, também, bastante concentrada, envolvendo basicamente 6 grupos industriais e 7 plantas industriais⁷:

GRUPOS INDUSTRIAIS	PLANTAS INDUSTRIAIS
CBA	Mairinque (CBA)
CVRD	Bacarena (Albrás)
Billinton	Santa Cruz (Valesul)
Reynolds	São Luiz (Alumar)
Alcan	Ouro Preto e Aratu (Alcan)
Alcoa	Poços de Caldas (Alcoa)

Algumas empresas do setor integram as várias etapas do processo de produção, enquanto outras atuam em etapas específicas. A CBA, Alcan e Alcoa são empresas verticalizadas que atuam, também, na etapa de transformação.

⁷ As empresas Alcan e Alcoa são multinacionais. A Valesul é uma joint venture entre a CVRD, Billinton e Reynolds; a Albrás, entre a CVRD e a NAAC; e a Alumar, entre a Alcoa e Billinton. Somente a CBA, pertencente ao grupo Votorantim, é uma empresa de capital inteiramente nacional.

Tabela 13 - Produção brasileira de alumínio por empresa em 1.000 ton.

Ano	Albrás	Alcan	Alcoa	Aluvale	Billinton	CBA	Valesul	Total
1980	-	87,9	89,3	-	-	83,4	-	260,6
1981	-	87,4	88,5	-	-	80,5	-	256,4
1982	-	88,5	89,7	-	-	96,6	24,2	299,0
1983	-	107,1	90,2	-	-	120,3	83,1	400,7
1984	-	119,6	105,9	-	10,4	127,9	91,2	455,0
1985	8,7	120,1	152,5	-	41,6	135,7	90,8	549,4
1986	98,8	120,2	227,2	-	61,4	158,8	90,9	757,3
1987	166,0	112,7	242,7	21,0	79,1	169,0	53,0	843,5
1988	170,4	117,0	256,4	50,7	108,9	170,1	-	873,5
1989	169,2	115,5	269,6	50,8	113,7	169,1	-	887,9
1990	194,0	115,9	266,1	51,4	128,7	174,5	-	930,6
1991	288,0	113,7	275,9	51,0	206,7	204,3	-	1139,6
1992	335,2	102,2	278,3	50,6	209,6	217,4	-	1193,3
1993	345,0	77,2	279,0	46,5	206,2	218,1	-	1172,0
1994	347,4	72,1	283,6	49,7	210,0	221,8	-	1184,6
1995	341,1	79,9	248,8	50,6	211,2	211,2	-	1188,1

Fonte: Garcia et (1997:71)

Tabela 14 - Perfil da indústria brasileira do Alumínio

Composição	1995	1996	1997
Empregos diretos (30/06)	57.912	53.140	50.801
Faturamento (US\$ bilhões)	5,5	6,0	6,6
Investimento (US\$ bilhões)	0,9	1,0	0,8
Participação no PIB (%)	1,0	1,0	0,8
PIB Industrial (%)	2,8	2,4	2,3
Produção de alumínio primário (mil ton.)	1.118	1.197	1.189
Consumo doméstico de transformados de alumínio (mil ton.)	503	547	647
Consumo "Per Capita" (Kg/hab/ano)	3,2	3,5	4,1
Exportação (mil ton.) (peso alumínio)	799	806	805
Importação (mil ton.) (peso alumínio)	96	86	137
Balança Comercial da Indústria do Alumínio (US\$ milhões FOB)			
Exportações	1.799	1.664	1.685
Importações	479	368	479
Saldo	1.320	1.298	1.206

Fonte: Abal (1999)

A Alumar é uma empresa integrada (alumina e alumínio), enquanto a Valesul e a Albrás são empresas não integradas, produzindo alumínio a partir da alumina adquirida.

Essas empresas tiveram, em 1995 uma produção de 1.188 mil toneladas, o que torna o Brasil um dos principais produtores e exportadores de metal primário do mundo.

4.6 O VIDRO

O vidro foi inicialmente produzido no Brasil entre 1906 e 1924. A empresa produtora era a Sta. Marina, de propriedade nacional privada que tinha sua principal atividade no segmento de produção de garrafas.

A tecnologia então empregada era artesanal, a mudança para uma tecnologia mais eficaz e competitiva ocorreu no início dos anos 40 através de um consórcio de grupos nacionais (entre os quais a Sta. Marina) e a PPG onde foi instalada na produção a tecnologia mecânica.

A entrada da Pilkington no Brasil, em 1978, já estava associada ao plano de formação de uma *joint venture* com a Saint-Gobain, para a produção do vidro flotado no Brasil. Para a empresa francesa, a união seria também uma forma de diminuir o alto custo do licenciamento. Para a Pilkington havia o interesse de ver sua entrada no país facilitada pela estrutura da Sta. Marina, maior produtora da indústria de vidro no país, e evitar o conflito competitivo. Esta *joint venture* foi denominada de Companhia Brasileira de Cristal (Cebrace).

A partir de 1989 a Cebrace passou também a produzir um tipo de vidro refletivo denominado "antélio" que já era produzido pela Saint Gobain na França. Por diminuir a penetração de raios solares, o uso do vidro refletivo na fachada externa de prédios torna-se especialmente adequado nas edificações mais caras de regiões tropicais. No entanto, tanto o antélio como outros tipos de vidro refletivo produzidos no Brasil, até agora, são considerados de qualidade muito inferior ao importado. Somente, em 1996, a Cebrace anunciou o início de produção de vidro refletivo que pretende ser competitivo com o mercado externo.

Além do vidro flotado nas versões básicas ou transformadas, um outro tipo de vidro plano que ocupa um nicho do mercado de insumos para a construção civil, é produzido no Brasil pela Sta. Marina e pela União Brasileira de Vidros (UBV): o vidro impresso e o vidro fantasia. Estes são usados para determinadas finalidades como por exemplo, na fabricação de vidraças que possuem uma face fosca.

Tabela 15 - Capacidade produtiva por empresa do setor de vidros planos no Brasil. (ton)

Empresa	1980	1981/83	1984/85	1986/88	1989	1990/92	1993
Cebrace I	-	650	635	635	600	600	600
Cebrace II	-	-	-	-	600	600	600
Sta. Marina	470	470	400	400	400	130	130
Providro	280	300	180	240	-	-	-
UBV	120	120	180	180	180	180	250
Total	870	1.540	1.395	1.455	1.780	1.510	1.580

Fonte: Garcia et alli (1997:240)

a) Grau de atualização tecnológica

Desde a implantação do processo float na indústria brasileira, a tecnologia empregada na produção de vidro cristal está bem atualizada em relação à dos países mais industrializados. Houve pequenos avanços na nova tecnologia patenteados por empresas que não operam no país.

As restrições quanto à qualidade do produto são generalizadas, principalmente por parte daqueles que tiveram acesso ao produto importado. As maiores construtoras, importam vidro refletivo da Venezuela, e consideram-no de qualidade bem superior ao similar brasileiro.

b) Setor vidreiro no Brasil

A Abividro (Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro) registrou um crescimento de 9% no faturamento bruto do setor em 1997.

O impacto das inovações tecnológicas de materiais e componentes...

O dado mais relevante do setor foi o crescimento de quase 96% dos investimentos globais com precisão de mais de 680 milhões de dólares de agora até o final do ano 2.000.

O montante de investimento deixa claro a preocupação do setor em implantar novas tecnologias e aprimorar ainda mais seus produtos, visando torna-los cada vez mais competitivos diante dos mercados externos.

Figura 3 - Perfil da produção brasileira (%)

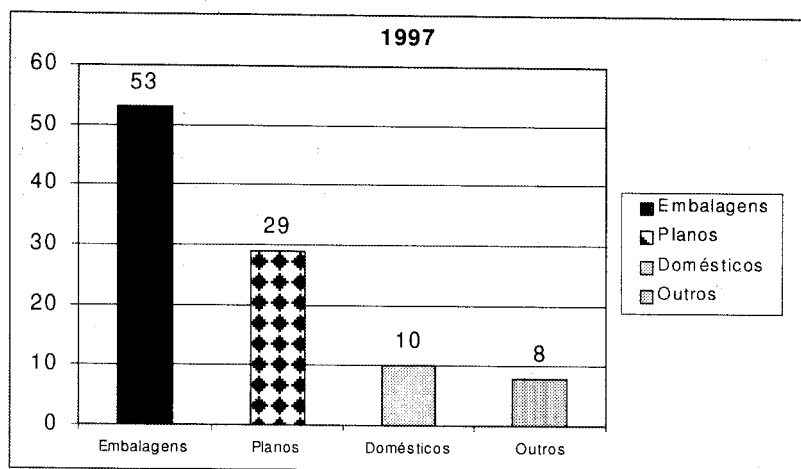


Tabela 16 - Setor vidreiro no Brasil

	1996	1997	1998/2000
Faturamento (R\$ milhões)	1.880	2.050	N/ d
Empregos Diretos (mil)	15,8	15,5	N/d
Produção (ton mil)	1.604	1.688	N/d
Capacidade prática (ton mil)	1.954	1.954	N/d
Investimentos (US\$ milhões)	189	370	680

Fonte: Abividro (1999)

Nas tabelas a seguir, podemos observar individualmente o setor vidreiro no Brasil que, nesta pesquisa, está dividido em 4 segmentos principais: embalagens de vidro, vidros domésticos, vidros planos e vidros especiais.

Tabela 17 - Embalagens de Vidro

	1996	1997	1998/2000
Faturamento (R\$ milhões)	690	670	N/ d
Empregos Diretos (mil)	7,2	6,5	N/d
Produção (ton mil)	860	890	N/d
Capacidade prática (ton mil)	1.048	1.048	N/d
Investimentos (US\$ milhões)	20	182	250

Fonte: Abividro (1999)

Tabela 18 - Vidros Domésticos

	1996	1997	1998/2000
Faturamento (R\$ milhões)	285	280	N/ d
Empregos Diretos (mil)	3	3	N/d
Produção (ton mil)	164	168	N/d
Capacidade prática (ton mil)	200	200	N/d
Investimentos (US\$ milhões)	20	15	75

Fonte: Abividro (1999)

Tabela 19 - Vidros Planos

	1996	1997	1998/2000
Faturamento (R\$ milhões)	670	680	N/ d
Empregos Diretos (mil)	2,8	2,8	N/d
Produção (ton mil)	440	500	N/d
Capacidade prática (ton mil)	500	550	N/d
Investimentos (US\$ milhões)	140	160	315

Fonte: Abividro (1999)

Tabela 20 - Vidros Especiais

	1996	1997	1998/2000
Faturamento (R\$ milhões)	235	420	N/ d
Empregos Diretos (mil)	2,8	3,2	N/d
Produção (ton mil)	140	130	N/d
Capacidade prática (ton mil)	156	156	N/d
Investimentos (US\$ milhões)	9	13	40

Fonte: Abividro (1999)

De acordo com os dados das tabelas, verifica-se uma crescente preocupação dos quatro segmentos descritos, em relação a um maior volume de investimento. Por exemplo, o volume de investimento no segmento de vidros planos cresceu 14,29% comparando-se os anos de 1996 e 1997. Para consolidar ainda mais esta constatação, verifica-se que o volume de investimento programado para os anos de 1998 a 2.000, neste mesmo segmento, está estimado em US\$ 315 milhões, montante 125% maior que o verificado no ano de 1996.

Com isso, podemos afirmar que a indústria do vidro como um todo, está empenhada em investir ainda mais para tornar-se mais competitiva no mercado internacional.

Tabela 21 - Perfil do setor vidreiro brasileiro

Setor	Produção (ton)		Faturamento do setor	
	1996	1997	1996	1997
Embalagens	54%	53%	37%	33%
Domésticos	10%	10%	15%	14%
Planos	27%	29%	36%	33%
Outros/Especiais	9%	8%	12%	20%
Total	100%	100%	100%	100%

Fonte: Abividro

5. O GRAU DE ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO SEGMENTO DE MATERIAIS E COMPONENTES

Este segmento representa uma estrutura complexa, onde coexistem materiais artesanais e industriais, obedecendo cada grupo de produtores às características e modos distintos de produção, e requerendo, portanto, considerações e ações diferentes, no que se refere à política de incentivo à inovação tecnológica.

Do ponto de vista tecnológico, ficou claro que o segmento de materiais e componentes de construção não está muito defasado quando comparado a *best practice* do mercado internacional.

O parque brasileiro produtor de aços longos comuns, por exemplo, é atualizado tecnologicamente. Cabe destacar que segundo Garcia et alli (1997), esta afirmação é particularmente verdadeira para os produtores semi-integrados⁸. Costuma-se avaliar tais produtores pelo consumo específico de eletricidade e de eletrodos, bem como o tempo médio de corrida do aço. Os fornos brasileiros apresentam, especialmente aqueles de maior porte, performances compatíveis com o “estado-da-arte” mundial.

⁸ Os produtores semi-integrados começam seu processo na aciaria, utilizando sucata ferrosa como insumo básico e, após a fabricação do aço o produto é laminado.

A indústria do cal também possui um nível tecnológico que não deixa a desejar para as grandes empresas do mercado internacional.

A estratégia de atuação das empresas bem organizadas, do ponto de vista técnico e gerencial, passa pela produção em grande escala, associada a modernas tecnologias de calcinação e inclui, por outro lado, a modernização de outras fases do processo de produção, desde o desmonte e tratamento da matéria-prima principal até o ensacamento.

Na indústria cimenteira, os principais grupos operam com plantas com um grau razoável de atualização tecnológica em relação aos produtores do mercado internacional. A tecnologia básica, processo por via seca, é adotado em mais de 90% da produção. Outro fator bastante importante, é a difusão de técnicas de controle de qualidade, destacando-se o setor cimenteiro na indústria nacional em relação ao número de empresas homologadas na série ISO 9000.

Como vimos, o setor de materiais e componentes, do ponto de vista tecnológico, não pode ser visto como totalmente atrasado.

Para exemplificar esta afirmação, a tabela 22 mostra uma comparação do valor adicionado por empregado⁹, entre os principais setores da economia.

De acordo com os dados da tabela o valor adicionado por empregado do segmento de materiais de construção está acima da média dos setores da economia. O valor alcançado pelo segmento de materiais de construção ultrapassa setores importantes como o da computação, que deveria obter, de acordo com a sua estrutura produtiva, um valor acima de materiais de construção.

Se compararmos o valor alcançado pelo setor da construção (32.650) com o de materiais de construção (88.226), podemos observar que o

⁹ É o total do valor adicionado dividido pelo número médio de empregos (início mais final do ano dividido por dois), não se levando em conta eventuais serviços terceirizados. É uma medida de produtividade dos trabalhadores que indica a contribuição de cada um na riqueza gerada pela empresa. Exame Melhores e Maiores (1998), p. 113-115.

setor de materiais de construção apresenta um nível de produtividade maior que o setor da construção, o que indica que o atraso característico da construção não constitui um obstáculo ao desenvolvimento da indústria de materiais e componentes.

Tabela 22 - Classificação dos valores adicionados por empregado (em US\$)

SETORES	1997
1. Alimentos	40.293
2. Autoindústria	48.767
3. Bebidas	160.371
4. Comércio Atacadista	41.358
5. Comércio Varejista	37.392
6. Computação	82.774
7. Confecção Têxteis	24.109
8. Construção	32.650
9. Eletroeletrônica	71.696
10. Farmacêutica	112.151
11. Higiene e Limpeza	90.184
12. Material de Construção	88.226
13. Mecânica	50.497
14. Mineração	99.500
15. Papel e Celulose	57.478
16. Plásticos e Borracha	37.958
17. Química e petroquímica	141.630
18. Telecomunicações	151.052
19. Serviços Públicos	72.261
20. Siderurgia e Metalurgia	70.841
Mediana dos Setores	70.841

Fonte: Exame Melhores e Maiores (Julho/1998:114)

O estudo realizado mostra que a estrutura e o grau de desenvolvimento, de materiais e componentes, acompanham de forma relativamente satisfatória o padrão de competitividade externa. Consequentemente, a tese geralmente aceita e que fora adotada na pesquisa, de que as principais mudanças ocorridas no processo produtivo do setor da construção civil, advém principalmente do subsetor de materiais e componentes se confirma, para o atual processo de reestruturação que a indústria da construção civil está enfrentando no Brasil

Devemos ainda considerar que dadas as características tradicionais do processo de trabalho verificado no setor da construção civil, logicamente, a introdução de inovações tecnológicas atinge fortemente o operário.

As mudanças introduzidas com as inovações tecnológicas no processo de trabalho da construção civil, envolvem, em alguns casos, a simplificação da execução, quer pela supressão de atividades deslocadas para a indústria, quer pela modificação na maneira de executá-las, quer ainda pela introdução de novos procedimentos de conteúdo menos complexo. Farah (1996)

Esse processo tem duas implicações: a desqualificação do trabalhador ao reduzir-se a dependência do capital em relação ao trabalho no processo construtivo e na exclusão de uma parcela significativa da força de trabalho, principalmente entre os operários com mais idade e menor escolaridade. Caetano (1996); Farah (1996); Brisolla et alli (1999)

Pereira (1988) também confirma a hipótese de desqualificação da mão de obra através da introdução de inovações de materiais e componentes. Segundo ele, a desqualificação da mão de obra decorreu também das modificações por que passava a atividade construtiva: simplificação do produto, introdução de novos materiais e componentes, simplificação das próprias atividades no canteiro, pois, ao se simplificar o produto, podia-se, em princípio, contar com uma mão de obra menos qualificada.

É interessante destacar que, paralelamente, a esse processo, em alguns casos existe uma articulação entre os novos materiais e compo-

mentes e o conhecimento e habilidade do “saber tradicional” de ofício no canteiro. Assim, o “saber tradicional” não chega a tornar-se totalmente obsoleto.

6. CONCLUSÃO

Procurando resgatar os principais aspectos assinalados ao longo do trabalho, o ponto inicial a ser ressaltado são as características do processo construtivo tradicional.

O setor da construção civil tem permanecido com um processo construtivo baseado em atividades historicamente artesanais: a) preparação de materiais e componentes no canteiro de obras; b) ausência de integração entre projeto e execução; c) trabalhador como centro do processo produtivo.

Este modo de produção se desenvolveu nos moldes de uma economia fechada e com níveis concorrenciais baixos.

Com a abertura da economia, desencadeada desde o início dos anos 90, o mercado nacional iniciou um processo de modernização para adaptar-se aos novos níveis de produtividade e qualidade.

Apesar do seu condicionamento histórico que impossibilita a construção civil a obter índices de produtividade semelhante à indústria da transformação, o setor da construção civil desencadeou, desde o início dos anos 90, uma dinâmica de introdução de novas tecnologias sem precedentes no setor.

Caracterizou-se como principal fonte de introdução das inovações tecnológicas na construção civil o subsector de materiais e componentes. Os materiais e componentes são responsáveis por volta de 65% do custo de uma obra; razão pela qual se tornou o principal fator redutor de custos.

O processo de modernização da construção para adequar-se ao novo padrão de concorrência exige a transformação do processo construtivo

tradicional, no sentido de simplificar as atividades do canteiro de obras, substituindo-as por atividades distintas, tanto na obra, como na indústria de materiais; e deslocar parte das atividades executadas no canteiro para os setores produtores de materiais e componentes, numa iniciativa que não envolve, necessariamente "a priori" inovar o processo produtivo no canteiro.

Apesar do caráter conservador da indústria o processo inovativo iniciado no subsetor de materiais e componentes está provocando uma transformação nos ofícios tradicionais da construção civil

As atividades de fabricação, que eliminam ou substituem as tradicionais do canteiro, tendem a ser desenvolvidas segundo uma organização do trabalho moderna, sobretudo no caso dos produtos "industrializados", que substituem crescentemente os materiais e componentes tradicionais.

No que diz respeito às transformações do processo de trabalho no canteiro de obras, observa-se a participação de uma nova categoria de trabalhadores especializados na aplicação de novos produtos ou na simples montagem de componentes e elementos fabricados fora do canteiro.

Os profissionais e empresas do setor da construção civil, vem demonstrando interesse cada vez maior pelos assuntos relacionados à introdução de inovações tecnológicas, num processo que é irreversível. Entretanto, o ritmo desse processo inovativo e sua transformação em ações concretas poderá ser bastante variável, e dependerá de outros fatores além dos que atingem a indústria da construção civil, como os complexos determinantes econômicos, políticos e sociais.

Considerando-se a importância econômica do setor da construção civil, podemos afirmar que a evolução tecnológica nas empresas de construção, trará vantagens, não só para as mesmas, mas para a sociedade de maneira geral.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, Rubens de. Melhoria cooperativa. *Construção*. v. 47, n.2450, jan.1995, p.12-40.
- ABIVIDRO. Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro, 1999
- ABAL. Associação Brasileira do Alumínio, 1999.
- ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland, 1999.
- BARROS , M. M. Bottura de. *Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios*. São Paulo, Tese de doutorado, Escola Politécnica/USP, 1996, 422p..
- BRISOLLA, Sandra et alii. *Transformação industrial e competitividade: o desafio a ser enfrentado pela indústria da construção no Estado de São Paulo*. Estudo realizado sobre tabulações especiais da Pesquisa de Atividade Econômica Paulista-PAEP. Campinas, 1999, 02-28 p.
- CAETANO, Edson. *A modernização do processo de trabalho no subsetor de edificações: virtualidades e limites*. Campinas. Faculdade de Educação/Unicamp, 1996. 159 p.
- CASTRO, Carolina M.P. de . *Papel da tecnologia na produção de habitação popular - estudo de caso: C.H. José Bonifácio*. São Paulo, 1986. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Farah/19961, 473p.
- CHAVES, Marilena *A Indústria da Construção no Brasil: Desenvolvimento, Estruturas e Dinâmica*, Rio de Janeiro, Instituto de Economia Industrial/UFRG, Tese de Mestrado,1985, p. 05/26 p.
- COUTINHO, Luciano G. (organizadores). *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas-SP: Papyrus; Editora da Unicamp, 1995.

- EDSOMWAN, Johnson A. *Integrating innovation and technology management*. New York, Wiley, 1989. 294p.
- EXAME. Melhores e Maiores. Julho de 1998. 113-115p.
- FARAH, Marta Ferreira Santos (1996) *Processo de trabalho na construção habitacional: tradição e mudança*, São Paulo, Annablume Editora/Fapesp, 308p.
- FARAH, Marta Ferreira Santos. *Tecnologia, processo de trabalho construção habitacional*. Tese Doutorado. São Paulo, 1992. 297p. - Faculdade de Filosofia Letras e ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 297p.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Diagnóstico nacional da indústria da construção*. Belo Horizonte. F. J. P. 1984. 12v, 375p.
- GARCIA, Fernando et al.(orgs.) (1997) *Padrão de concorrência e competitividade da indústria de materiais e componentes de construção*, São Paulo, Editora Singular, 266p.
- GIL, Antônio Carlos. *Técnicas de pesquisa em economia*. São Paulo: Atlas, 1990, 195p.
- HILL, Christopher T. *Technological innovation: agent of growth and change*. In HILL, Christopher T. ; UTTERBACK, James M. *Technological innovation for a dynamic economy*. New York, Pergamon Press, 1983. P.1-39. (Pergamon policy Studies on Science and Technology), 1-39p.
- HAGUENAUER, Lia. *A indústria brasileira do cimento*. ed. São Paulo. Estudos Econômicos da Construção, n. 2, 1996. 31-69 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Diagnóstico nacional da indústria da construção civil: abordagem histórica*. São Paulo. IPT. 1983, Relatório nº 18.397.
- MARTUCCI, Ricardo. *Projeto tecnológico para edificações habitacionais: utopia ou desafio?*. Tese Doutorado. São Paulo, 1990. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, apresentada a FAU-USP.

- MASCARÓ, Juan Luis et alli. *As Indústrias de Materiais e Componentes de Construção no Brasil*. São Paulo:Universidade de São Paulo, 1970, 19-185p.
- PICCHI, Flavio (1993) *Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*, Tese Doutorado, São Paulo, Escola Politécnica, USP, 1993, 462p.
- PEREIRA, Paulo César Xavier. *Espaço, técnica e construção: o desenvolvimento das técnicas construtivas e a urbanização do morar em São Paulo*. São Paulo. Nobel. 1988.
- PICCINA, Antônio M. *A absorção de tecnologia e o aprendizado tecnológico: um estudo da dinâmica do processo e de fatores intervenientes*. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 1991. Faculdade de economia, Administração e contabilidade, Universidade de São Paulo, 155p.
- PINHO, M.S. *Tecnologia e Competitividade na Indústria Brasileira de Aços Não-Planos Comuns*. (Dissertação de Mestrado). Campinas: Instituto de Economia/Unicamp, 1993.
- PROCHNIK, V.(1984). *As possibilidades das empresas nacionais: o caso do cimento*. Texto para Discussão, n. 54, Instituto de Economia Industrial da UFRJ, 8-21p.
- SABBATINI, Fernando H. *Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia*. Tese (Doutorado). São Paulo, 1989. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 321p.
- SABBATINI, Fernando H. *Tecnologia de produção de revestimentos*. São Paulo, 1995. Notas de aula da disciplina PPC-816 - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. Não impresso.
- SBRAGIA, Roberto ;BARRA, Marcello Cavalcanti. *O comportamento inovador de pequenas, médias e grandes empresas latino-americanas*. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 18., São Paulo, 1994. Anais. São Paulo, PACTO/FIA-USP/NPGCT-USP, 1994.v.1, p. 219-234.

- SCHUMPETER, Joseph Alois. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Coleção Os Economistas: Nova Cultural, 1997, 239p.
- TATUM, Clyde B. Potential mechanisms for construction innovation. *Journal of Construction Engineering and Management*, v.112, n.2, June 1986, 178-191p.
- TATUM, Clyde B. What prompts construction innovation? *Journal of Construction Engineering and Management*, v.110, n.3, Sep.1984, 311-323p.
- TWISS, Brian C. *The process of technological innovation*. In: MANAGEING technological innovation. London, Longman,1974. Cap.1. p.1-25.
- UTTERBACK, James M. *Dominando a dinâmica da Inovação*, Rio de Janeiro, Qualitymark, 1996, 264p.
- VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo, Alfa-Omega, 1994, 286p.
- VARGAS, Nilton et alli. *A prática da franqueza e da "disconcordância": a participação dos trabalhadores na gestão de uma construtora*. Rio de Janeiro. FINEP/COOPE/WROBEL-HILF. 1984, 17-32p.