

## COMO CONSTRUIR

### » Fôrmas pré-fabricadas de madeira

A introdução das chapas compensadas de madeira, em substituição às antigas tábuas de pinho, e sua posterior evolução técnica não foram capazes, até os anos 1960, de mudar uma realidade que muito tempo estava arraigada na construção civil na etapa de fôrmas - o mau uso devido à abundância da madeira e os baixos custos desse insumo e da mão de obra. Assim, durante muitos anos, os construtores não se preocuparam com o enorme desperdício de matéria-prima e de horas de trabalho, até que despertassem para uma nova realidade.



Foto 1 - Estrutura executada com sistema de fôrma pré-fabricada em madeira

A crescente participação desse material nos custos de construção da estrutura (aproximadamente 30% nos anos seguintes) abriu, finalmente, o caminho da racionalização e planejamento na etapa de fôrmas.

As primeiras tentativas de racionalização ocorridas a partir dos anos 1960 visavam à elaboração de projetos específicos de fôrmas. Procurava-se, com este trabalho, substituir o chamado sistema convencional, no qual o mestre da obra e o encarregado de carpintaria incumbiam-se de quantificar, produzir e utilizar as fôrmas, baseados quase que exclusivamente na experiência, por outro sistema, minimamente planejado.

Mas por não possuírem conhecimento técnico, os carpinteiros utilizavam a madeira, principalmente de travamentos e escoramentos, em quantidades acima das necessárias, pois essas peças eram instaladas de maneira intuitiva, conforme a segurança que o engenheiro desejava. Então, na hora da desforma, vinha o grande desperdício. As fôrmas eram retiradas com pé de cabra e sem cuidados, provocando danos nos materiais e a necessidade de substituir seções inteiras.

O projeto pré-elaborado veio possibilitar uma redução no custo das fôrmas, quer pelo melhor aproveitamento dos materiais, quer pelo aumento de produtividade da mão de obra.

Cada peça passa a ser dimensionada, detalhada e codificada, e com isso o mestre de obra, assessorado pelo projetista de fôrmas, transformou-se num controlador de tarefas, dirigindo a montagem e acompanhando todas as atividades no cronograma de concretagem.

[Jogo de montar](#)

A partir da segunda metade da década de 1970 viria a ocorrer a terceira grande transformação no mercado de fôrmas para concreto. Iniciou-se, então, a fabricação industrial dos painéis e escoramentos, previamente projetados. Com a pré-fabricação, aumentaram-se as vantagens oferecidas pelos projetos de racionalização, pois eliminaram-se as perdas dentro da obra, além de uma redução significativa nas equipes de carpintaria.

Com a necessidade de uma equipe menor, melhoraram as condições de seleção, permitindo-se trabalhar com carpinteiros mais experientes e produtivos.

Nessa época, também, devido principalmente ao grande impulso dado pelos governos às habitações em larga escala, o mercado brasileiro da construção assistiu à entrada de fôrmas metálicas para concreto, inicialmente importadas. Outras soluções, como alvenaria estrutural, armada ou não, também foram utilizadas no lugar da estrutura convencional de concreto armado.



Foto 3 - Escoras com garfos no topo

No entanto, fôrmas executadas com chapa de madeira compensada continuam preponderando na construção civil. O que se notou, nos últimos anos, foi um aumento cada dia maior na utilização, dentro das obras leves, de acessórios e equipamentos metálicos para travamentos e escoramentos em conjunto com as fôrmas de madeira. Também nos últimos anos, por exigências do mercado consumidor, algumas alterações ocorreram dentro do campo de projetos de fôrmas.

Esses projetos, que originalmente eram elaborados quase que exclusivamente para os andares-tipo, passaram a abranger toda a obra, estudando-se as fôrmas e seus reaproveitamentos para as lajes típicas e atípicas.

O projetista de fôrmas e as indústrias de pré-fabricação passaram a ser mais exigidos, sempre em busca de soluções que minimizassem os custos das fôrmas dentro da obra. Essas mudanças, no entanto, têm sido viáveis graças à participação decisiva dos escritórios de cálculo, que têm procurado, na medida do possível, uniformizar e criar uma repetitividade tal nas estruturas que permitam o uso da quase totalidade das fôrmas a partir das fundações.

### Projeto de fôrmas

As considerações feitas até aqui a respeito das modificações sofridas pelas fôrmas, ao longo dos últimos 30 anos, serviu para chegarmos aos dias atuais e nos permitirá, agora, colocar os conceitos considerados para análise e definição da solução a ser adotada em cada obra.

Cabe sempre destacar a grande importância das fôrmas na execução de um empreendimento com estrutura em concreto armado moldado "in loco". Em primeiro lugar, sua



Foto 2 - Montagem dos painéis de pilares



Foto 4 - Fundo de vigas e lajes limitam o uso dos garfos de madeira

participação nos custos: a estrutura representa aproximadamente 20% do custo total da obra. Dos insumos principais - fôrmas, aço e concreto -, a fôrma representa de 20% a 30% dos custos da estrutura, ou seja, de 4% a 6% do custo total da obra. Além disso, aço e concreto permitem pouca ou nenhuma variação nas quantidades definidas em projeto. Resta, assim, tentar reduzir os custos totais da fase de estrutura justamente no projeto de fôrmas, por onde se inicia a obra.

A análise criteriosa de cada empreendimento permitirá a definição do melhor sistema de fôrmas a ser aplicado, racionalizando-se o seu uso e permitindo-se ganhos significativos tanto nos materiais (melhor reaproveitamento e quase nenhum desperdício, pois as fôrmas são pré-fabricadas industrialmente), quanto na mão de obra (maior produtividade).

A principal preocupação é permitir o maior número possível de utilizações da fôrma, sem comprometimento dos resultados a serem obtidos. A meta é sempre conseguir um produto final - a estrutura - com a melhor qualidade possível, qualidade essa que irá influir decisivamente no custo total da obra, em particular nos acabamentos.



Foto 5 - Garfos de madeira como elemento de travamento

Por essa razão, na quase totalidade dos casos (e aqui vamos analisar as obras de edifícios), utiliza-se apenas um jogo de fôrmas, com adicionais necessários para fundos de vigas e faixas de lajes, para permitir o reescoramento dessas peças e liberando o restante da fôrma para novo uso (*foto 1*). A quantificação desses jogos adicionais depende do ritmo que se pretende adotar na execução da estrutura.

Definidas as fôrmas para os andares-tipo, projetam-se, então, os andares atípicos, analisando-se as necessidades de complementos que permitam a utilização da fôrma a partir dessas lajes.

Como regra, consegue-se aproveitar cerca de 60% a 70% das fôrmas dos andares-tipo nos andares inferiores, executando-se os complementos necessários. Esses complementos poderão ser de chapas resinadas, de menor custo, desde que sejam para poucas utilizações.

Todas as peças são dimensionadas prevendo-se as modificações que deverão sofrer ao longo da obra.



Foto 6 - Sistema de fôrma com cimbramento misto

Na foto 2, ilustra-se a montagem dos painéis de pilares e grades com seus respectivos perfis metálicos e barras de ancoragem para travamento em planta e elevação. Pode-se observar a numeração em cada painel para identificação na hora da montagem e o posicionamento dos perfis metálicos. Esses painéis são produzidos rigorosamente sob medida, conforme definido no projeto do sistema de fôrmas prontas.

A foto 3 mostra bem a concepção de obras que utilizam garfos como elemento de travamento. Essa solução técnica é muito utilizada nos pavimentos-tipo, onde há uma grande repetitividade sem alteração na altura de pé-direito e mudança de seção de vigas. Porém, os garfos têm seus limitadores, quando se fala em vigas com seções muito esbeltas e robustas (fundo das vigas muito largas, como na foto 4).

Tirando essas situações, os sistemas que adotam garfos como elemento de travamento de vigas (*foto 5*) são bem aceitos pelas obras.

Também no estudo dos andares atípicos se dá preferência ao uso de cimbramento metálico, principalmente pela constante variação do pé-direito entre essas lajes. Com a versatilidade do escoramento metálico, essas situações são facilmente contornadas. Além disso, esses equipamentos, quando locados para uso por curtos espaços de tempo, são altamente vantajosos.



Foto 7 - Sistema de fôrma com cimbramento misto

No caso dos andares-tipo, estuda-se as duas opções de cimbramento - madeira/metálico (*fotos 6 e 7*) ou só metálico (*foto 8*) -, a fim de se definir a melhor solução técnica e econômica em função das características da obra.

Após a definição da solução a ser adotada para a torre (inclusive andares atípicos), estuda-se e defini-se o critério a ser adotado paralelamente à estrutura da torre.

Definida a solução e elaborados os projetos correspondentes, passa-se então à pré-fabricação das diversas peças que compõem o conjunto de fôrmas.

Todas as peças são produzidas, conferidas, numeradas e estocadas, aguardando a data prevista para entrega e início de utilização na obra (*fotos 9 e 10*).



Foto 8 - Sistema de fôrma com cimbramento metálico

Nas fotos 11 e 12 observa-se um conjunto de fôrmas com pilar e viga montados, pilares com grades, perfis metálicos, barras de ancoragem e aprumadores metálicos e vigas utilizando escoras metálicas para sustentação de cargas verticais. Essa metodologia é muito usada hoje em dia pelas obras nos pavimentos atípicos.

É importante ressaltar que todas as peças são projetadas de modo que tenham dimensões e pesos compatíveis com a utilização manual por parte da equipe da obra.



Fotos 9 e 10 - Estoque de produtos acabados para expedição

As fôrmas serão enviadas à obra na sequência de sua utilização, o que evitará a necessidade de uma estocagem intermediária dentro da obra.

Em conjunto com as fôrmas, a obra receberá cópias de todos os projetos bem como assistência técnica prestada por profissionais treinados que garantirão o uso correto de todos os materiais e consequentemente a obtenção dos resultados programados.



Fotos 11 e 12 - Montagem do conjunto com cimbramento metálico

### Assistência técnica e desenforma

A assistência técnica à obra e o perfeito entrosamento com os operários que irão manusear a fôrma é de extrema importância, pois a racionalização pelo projeto e pré-fabricação exigem total conscientização no sentido de obediências às normas estabelecidas para uso.

A checagem inicial da locação dos pilares, execução de gualchos, a montagem das fôrmas dos pilares, vigas e lajes com verificação de prumos, níveis, travamentos, alinhamentos são fundamentais a cada concretagem, a fim de se garantir a boa qualidade da estrutura.

Além disso, o acompanhamento das desenformas e a preparação dos materiais para o uso subsequente são muito importantes para garantir o maior número de aproveitamentos. Deve-se evitar o uso do pé de cabra e, em seu lugar, cunhas de madeira dura, que evitam danos à fôrma.

Conforme foi afirmado no histórico inicial, tanto o projeto de fôrmas quanto a pré-fabricação surgiram para racionalizar o uso das fôrmas nas estruturas com repetitividade vertical. No entanto, pode-se afirmar que o uso de fôrma pré-fabricada, complementada pelos mais diversos acessórios e equipamentos metálicos, é justificável tecnicamente em qualquer obra.

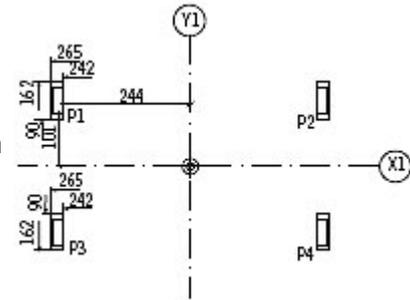
A viabilização econômica será conseguida exatamente pelo estudo de cada obra, estudo esse feito por profissionais competentes que irão propor a melhor solução a ser aplicada.

Finalizando, vale destacar que, pela importância das fôrmas e escoramentos numa estrutura de concreto armado, passou-se a contar com uma norma específica sobre o assunto, a NBR 15696:2009. O texto fixa os procedimentos e condições que devem ser obedecidos na execução das estruturas provisórias que servem de fôrmas e escoramentos. Assim, as empresas que se dediquem a essas atividades devem ter em seus quadros de colaboradores profissionais habilitados que respondam tecnicamente pelos trabalhos.

### Principais elementos de fôrmas

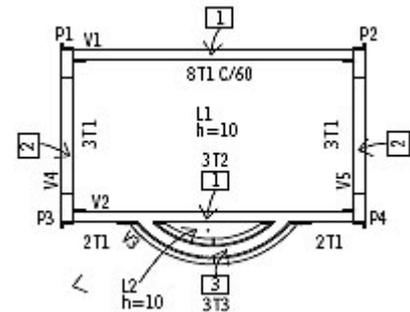
### Locação de galstallo para pilares

Essa figura mostra a montagem dos galstallo de pilares. Para executar essa etapa, deve-se esticar as linhas dos eixos da obra previamente locados pela topografia. Na etapa seguinte, junto com a planta de locação de galstallo, conferem-se as cotas e executa-se a marcação das dimensões de cada pilar, observando-se sempre os descontos da fôrma.



### Locação de painéis de vigas

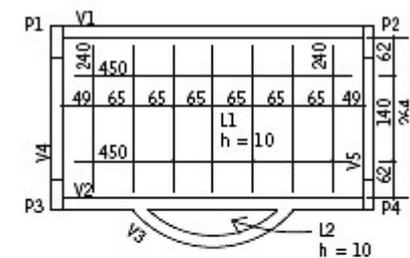
Aqui se pode identificar a locação de fundos e laterais de vigas. O desenho é bastante prático e pode ser entendido por qualquer operário que irá executar a montagem. Nesse caso específico, estão locados também os garfos e os espaçamentos para cada viga. A numeração é a mesma descrita no projeto de pilares, vigas e lajes, facilitando, assim, a montagem das fôrmas e melhorando a produtividade.



### Cimbramento de laje

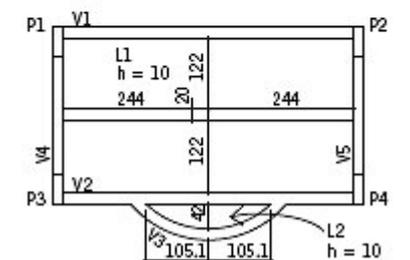
O desenho mostra a locação do cimbramento de laje, feito de madeira, composto por longarinas superiores e inferiores com suas dimensões e espaçamento, hoje não muito usado nas obras devido à praticidade de se trabalhar com equipamento metálico que tem uma

capacidade de carga bem maior do que a madeira. Novamente dentro do projeto essas longarinas são numeradas de acordo com a numeração especificada pelo projeto e essa numeração corresponde ao tamanho de cada longarina.



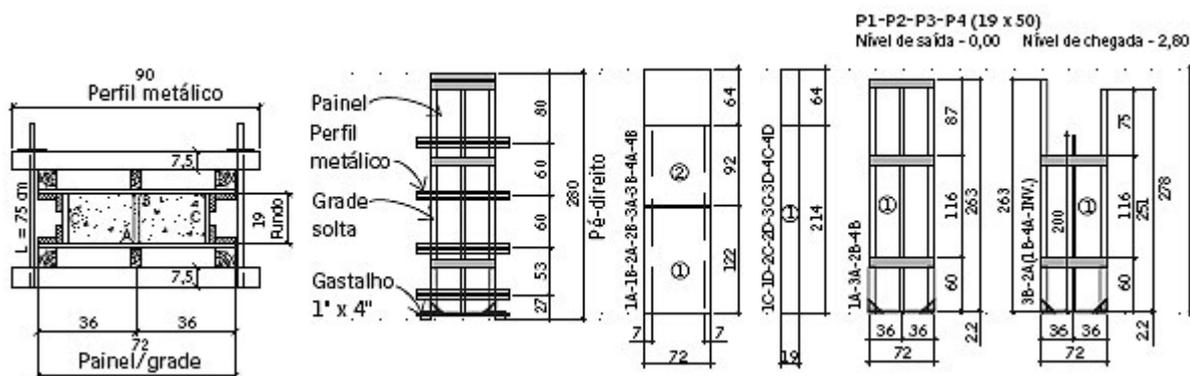
### Painéis de lajes

O detalhe mostra a montagem dos painéis de lajes, que são projetados e produzidos rigorosamente dentro das medidas fornecidas pelos projetos estruturais de cada cliente. O projeto prevê onde ficará a tira de reescoramento e também as dimensões de cada painel. Como os painéis de pilares e vigas, os painéis de lajes também são numerados com as suas respectivas lajes para fácil identificação e montagem na obra.



### Pilar com grade

Nessa figura é mostrado um pilar com grade, montado, apurado e travado com os perfis metálicos e barras de ancoragem. Essa metodologia é a mais aplicada hoje em dia nas obras, tendo em vista que, utilizando-se apuradores metálicos em vez de tábuas, como no passado, e barra de ancoragem no lugar dos antigos tensores, a obra ganha em qualidade de estrutura, rapidez e praticidade.



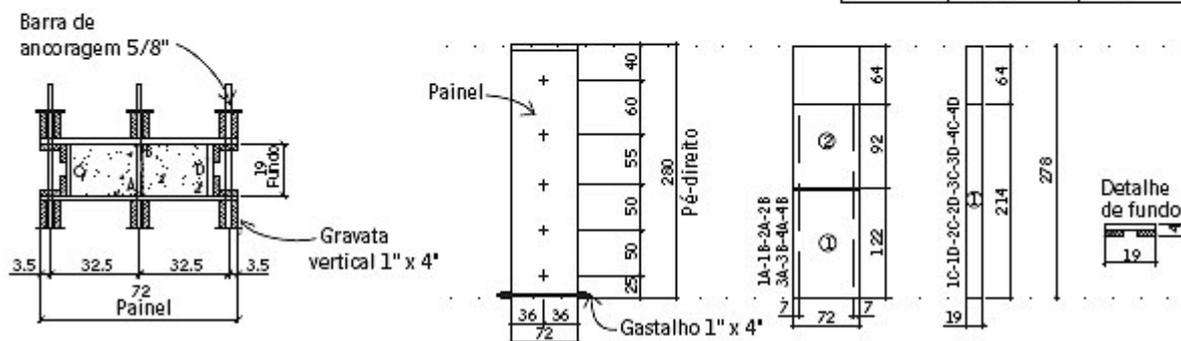
**Pilar com longarina**

A figura mostra um pilar montado e travado. Porém, no lugar de grade, foram previstas longarinas verticais (sanduíches). Para travar o conjunto, são utilizadas barras de ancoragem. Hoje em dia, esse tipo de travamento é pouco utilizado, devido ao fato de a maioria das obras optarem pelo método de grades. Porém o seu funcionamento é tão bom quanto a grade. Observar que aparece nesse exemplo as cotas de furações nos painéis para a passagem das barras de ancoragem.

P1-P2-P3-P4 (19 x 50)  
Nível de saída - 0,00 Nível de chegada - 2,80

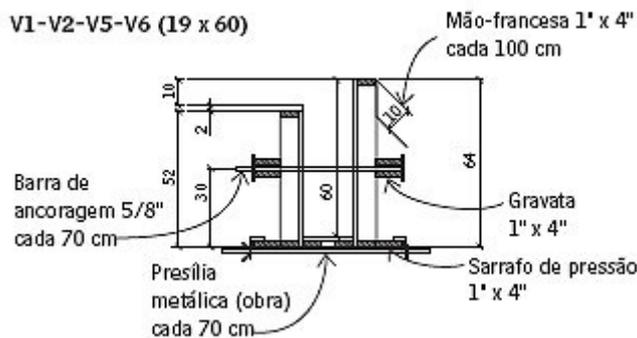
Tabela de gravatas 1" x 4"

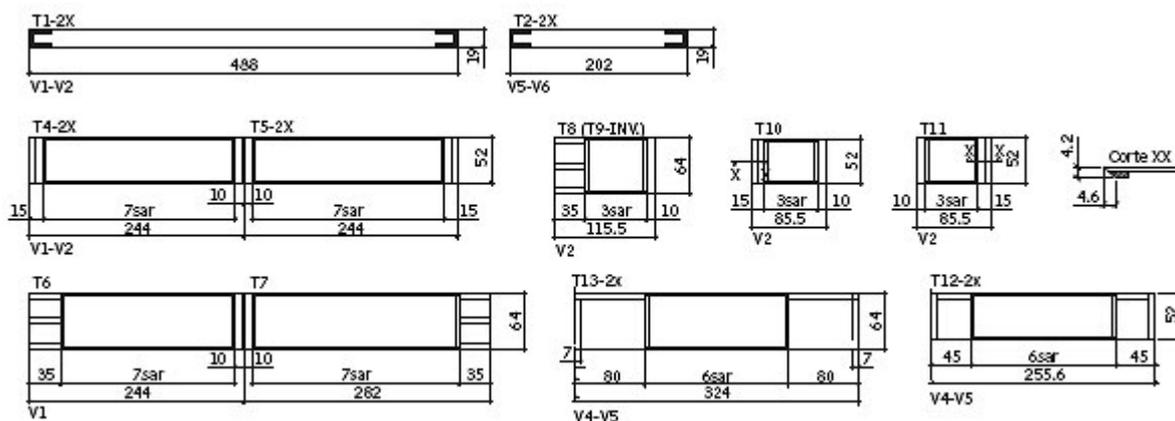
Pilares	Vertical	
	Comprimento (cm)	Quantidade (pcs)
P1-P2-P3-P4	260	16
	250	4
	200	4



**Viga com escoramento metálico**

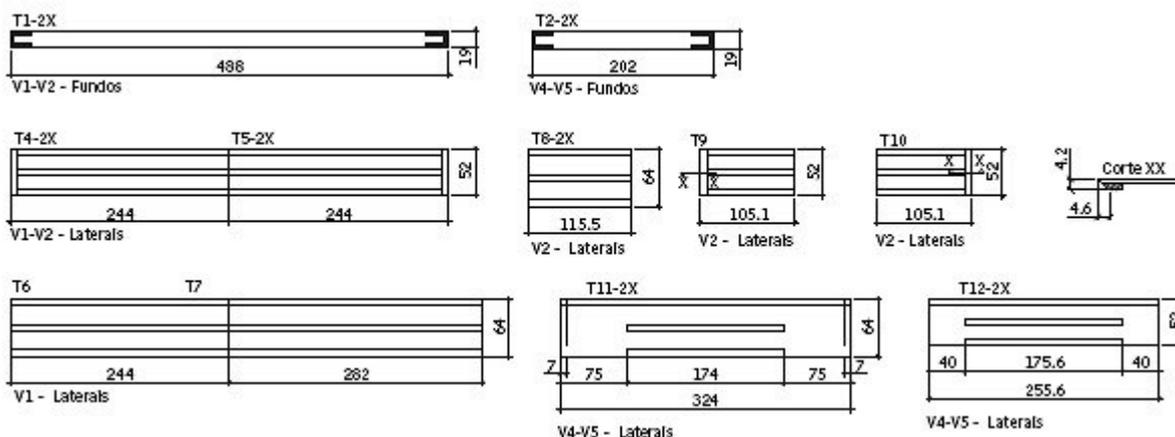
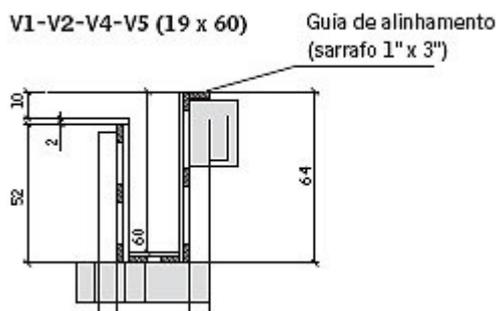
Esse detalhe mostra a seção da viga, o tipo de estruturação de viga, que nesse caso irá utilizar escoramento metálico, e a distribuição com a numeração dos painéis. Nesse caso, ilustra-se as dimensões dos fundos e laterais de vigas e as elevações das laterais de vigas onde, pela seção, consegue-se identificar qual painel é externo (borda) e qual é o interno. Também se mostra a utilização de longarinas e barras de ancoragem para travamento da viga. Notar que na parte inferior das vigas há um equipamento chamado presilha, que junto com o sarrafo de pressão serve para travar as laterais no fundo de viga.





**Viga com sarrafeado**

Essa figura mostra a seção e o tipo de estruturação de viga, que nesse caso é sarrafeado, para utilização de garfos de madeira. Na seção, pode-se observar que há identificado um detalhe no garfo, chamado de suporte para guarda-corpo. A numeração de identificação também aparece nesse caso.



**Wilton Taparelli Chade**, diretor técnico Formaplan Formas Planejadas Indústria e Comércio Ltda, e-mail [wilton@formaplan.com.br](mailto:wilton@formaplan.com.br)

**Leia Mais**

Fôrmas e Escoramentos para Edifícios - Critérios para Dimensionamento e Escolha do Sistema. Nilton Nazar, Editora PINI.

Manual SH de Fôrmas para Concreto e Escoramentos Metálicos. SH Fôrmas e Escoramentos, Editora PINI.

Manual de Tecnologia da Madeira. Ingo Nennewitz, Wolfgang Nutsch, Peter Peschel e Gerhard Seifert, Editora Edgard Blücher.