

Congresso Construção 2007 - 3.º Congresso Nacional  
17 a 19 de Dezembro, Coimbra, Portugal  
Universidade de Coimbra

## SEGURANÇA NOS TRABALHOS DE BETONAGEM EM ESTALEIRO

**Paulo Palhinha, e Paulo Santos**

Mestrando, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Coimbra  
Rua Luís Reis Santos – Pólo II, 3030-788 Coimbra, Portugal  
[paulopalhinha@gmail.com](mailto:paulopalhinha@gmail.com), [pfsantos@dec.uc.pt](mailto:pfsantos@dec.uc.pt)

**José Cardoso Teixeira**

Professor Associado, Escola de Engenharia – Universidade do Minho  
Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal  
[jct@civil.uminho.pt](mailto:jct@civil.uminho.pt)

### Resumo

Os acidentes de trabalho na construção continuam a ser uma trágica realidade em Portugal, sendo grande parte das fatalidades resultantes de quedas em altura e esmagamento. Os trabalhos de betonagem de elementos estruturais de edificios continuam a expor os trabalhadores da construção a riscos que podiam ser evitados, ou minorados, e a contribuir para a elevada sinistralidade neste sector de actividade.

Numa análise efectuada aos métodos de trabalho e equipamentos de protecção, actualmente utilizados durante as betonagens, foi possível constatar algumas insuficiências. Neste trabalho aborda-se esta problemática e apresentam-se soluções de prevenção para os riscos profissionais, desenvolvidas no âmbito de um projecto de investigação em curso.

**Palavras-chave:** betonagem, segurança, riscos, trabalhadores, equipamentos de protecção.

## 1 Introdução

Os acidentes de trabalho são uma realidade trágica na construção, tendo como principais causas de acidentes mortais, as quedas em altura e o esmagamento [1].

Os trabalhos de construção possuem sempre um risco elevado pois são desenvolvidos no exterior, em altura, em estaleiros condicionados e com equipamentos operando próximos dos trabalhadores [2]. A segurança de qualquer actividade da construção depende dos trabalhadores, métodos de trabalho e do equipamento [3].

Os trabalhos de betonagem de elementos de betão são das actividades que mais expõem os trabalhadores ao risco de queda em altura e esmagamento originando um número significativo de acidentes de trabalho, muitas vezes com consequências graves ou mortais [1].

Para verificar as condições de segurança nos trabalhos de betonagens de elementos estruturais de betão armado em estaleiros de construção, foi efectuado um trabalho de investigação onde é avaliada a selecção e utilização dos equipamentos de protecção colectiva e individual. Neste trabalho são propostas soluções adequadas, de acordo com a legislação nacional, para o uso de equipamentos de protecção e sugeridos métodos de trabalho mais seguros.

## **2 Enquadramento**

Entende-se por betonagem a colocação de betão fresco em zonas limitadas, normalmente por cofragem, bem como as actividades complementares destinadas à boa execução da operação [4].

Os trabalhos de betonagem são então condicionados, designadamente, por três factores principais: os elementos estruturais cofrados, o tipo de cofragem utilizada e a forma como a betonagem será realizada.

### **2.1 Elementos estruturais**

Os edificios correntes possuem uma estrutura porticada, constituída, principalmente, por elementos lineares verticais e horizontais, que suportam e transmitem as cargas a que a estrutura está sujeita, descarregando-as directamente nas fundações.

Os elementos verticais englobam os pilares e paredes resistentes, enquanto os elementos horizontais abrangem as vigas e lajes.

Esta divisão em dois grupos (elementos verticais e elementos horizontais) faz todo o sentido devido aos métodos de trabalho, e respectivas medidas preventivas, se poderem também dividir desta forma, tal como irá ser exposto posteriormente.

O âmbito deste trabalho não inclui os outros elementos estruturais, designadamente, fundações e muros de suporte, devido à sua especificidade e complexidade.

### **2.2 A cofragem**

A cofragem é constituída por moldes de madeira, metal ou plástico reforçado, permitindo dar forma e o posterior endurecimento do betão simples ou armado [4].

Existem essencialmente dois tipos de cofragem: a tradicional e a cofragem pré-fabricada. A cofragem tradicional é composta por peças de madeiras cortadas em fábrica, que em obra são ajustadas aos elementos a betonar. Este tipo de cofragem está a cair em desuso face aos custos mais elevados associados à mão-de-obra e ao material que comporta. A cofragem pré-fabricada é composta total ou parcialmente, por peças preconcebidas para cofrar elementos, utilizando materiais diversos: metálicos, plásticos e madeira (maciça, contraplacado, lamelada ou aglomerada), sendo normalmente reutilizada. A cofragem pré-fabricada possui ainda a vantagem de permitir a incorporação dos equipamentos de protecção, nomeadamente, guarda-corpos e plataformas de trabalho, servindo estes para proteger os operários aquando dos trabalhos de betonagem.

Uma das causas de acidentes durante os trabalhos de betonagem é o incorrecto, ou inexistente, dimensionamento da cofragem, originando o seu colapso aquando da betonagem devido à insuficiência do escoramento. Este tipo de acidente é particularmente gravoso devido ao elevado número de trabalhadores envolvidos nesta actividade (actividade muito frequente na construção) e ao longo período de exposição aos riscos de esmagamento e queda em altura.

A concepção da cofragem está contemplada no “Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado” [5] na parte relativa à execução de trabalhos, mais especificamente no artigo correspondente aos moldes e cimbramentos, obrigando a que seja satisfeita a exigência de suporte com segurança, em particular as resultantes do impulso do betão fresco durante a sua colocação e compactação. Existem no nosso país algumas lacunas, nomeadamente, no domínio da legislação que não contempla, nem remete para nenhum método de dimensionamento específico, assim como no domínio da formação académica onde nem sempre este tema é abordado.



Figura 1 – Colapso do cimbra da cofragem durante a betonagem de laje.

### 2.3 A betonagem

O betão a aplicar, utilizado nas betonagens, pode ser realizado em obra, em betoneira ou central de betão, ou ser adquirido, já pronto a aplicar, a uma empresa fornecedora - betão pronto.

Para colocar o betão no interior da cofragem são utilizados principalmente dois meios de elevação: a grua e o respectivo balde ou uma autobomba (Figura 2).

Os operários necessários para realizar uma betonagem, além dos operadores das betoneiras e dos manobreadores dos meios mecânicos de elevação de cargas, são: um operário e ajudante para descarregar o balde da grua ou manusear a mangueira da autobomba e pelo menos um vibradorista; um trabalhador para verificar a estabilidade e alinhamento dos elementos da cofragem; e uma equipa de operários para acabamento de superfície, no caso de o elemento a betonar ser uma laje.



Figura 2 – Utilização de autobomba para betonagem de laje.

Os principais perigos inerentes aos trabalhos de betonagem são: os perigos associados ao transporte e manuseamento de cargas suspensas; a necessidade de efectuar um esforço físico elevado aquando da descarga do betão; exposição a condições climáticas adversas (trabalhos normalmente efectuados no exterior); e a exposição a produtos químicos com alguma perigosidade, designadamente, o cimento e o óleo descofrante.

### 3 A segurança nos trabalhos de betonagem

A segurança dos trabalhadores nas actividades de betonagem está dependente da adequada selecção e utilização de diversos equipamentos, designadamente: a cofragem, os equipamentos para transporte, elevação e aplicação de betão, e os equipamentos de protecção colectiva e individual.

No âmbito deste trabalho de investigação foram visitados 22 estaleiros de construção, nos concelhos de Coimbra e Porto, e analisados os equipamentos de protecção utilizados, colectiva e individual, durante as betonagens. A avaliação foi efectuada de forma individual a cada tipo de equipamento de protecção (individual ou colectiva), em cada um dos estaleiros, de forma qualitativa, sendo efectuada uma correspondência para a escala quantitativa, de acordo com a Tabela 1, para a análise dos resultados e o retirar de conclusões. A avaliação qualitativa tentou retratar o cumprimento da legislação em vigor na selecção e utilização de equipamentos de protecção: “Bom” distingue o cumprimento total; “Razoável” quando existem falhas em situações pontuais e que não ponham em risco a vida dos trabalhadores; “Não aplicável” se a sua utilização não é necessária; “Colocado indevidamente” no caso de serem colocados equipamentos não adequados à situação ou colocados de forma incorrecta; e, “Em falta” quando estes não foram colocados.

Tabela 1 – Correspondência entre a avaliação qualitativa em estaleiro e a escala quantitativa.

| <b>Avaliação qualitativa em estaleiro</b> | <b>Correspondência quantitativa</b> |
|---|-------------------------------------|
| Bom                                       | 2                                   |
| Razoável                                  | 1                                   |
| Não aplicável                             | 0                                   |
| Colocado indevidamente                    | -1                                  |
| Em falta                                  | -2                                  |

Por forma a distinguir os diferentes tipos de edifícios, estes foram agrupados de acordo com os padrões de construção correntes e enquadrados com o número de pisos em questão: moradias unifamiliares (até 2 pisos); edifício colectivo corrente (até 4 pisos); e edifícios em altura (mais de 4 pisos).

A recolha de dados foi efectuada por três licenciados em engenharia, com formação na área da segurança ocupacional (técnicos superiores de segurança e higiene no trabalho), que visitaram os estaleiros aquando de trabalhos de betonagem e avaliaram a selecção e utilização de equipamentos de protecção, de acordo com os critérios anteriormente apresentados.

Os dados foram compilados de forma a observar o resultado das avaliações, sendo analisados de acordo com o tipo de edifício e de equipamento de protecção.

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação efectuada a cada tipo de equipamento de protecção, de acordo com o tipo de construção, estando os valores representados graficamente na Figura 3.

Com base nos resultados obtidos, constata-se que continuam a existir algumas lacunas graves na maioria das obras, contudo a avaliação global foi ligeiramente positiva. Verificou-se também a inexistência de uma tendência nítida quanto à implementação dos equipamentos de protecção relativamente à tipologia do edifício. O resultado da avaliação dos equipamentos de protecção colectiva é semelhante à dos equipamentos de protecção individual, mostrando uma tendência generalizada de incumprimento por parte de empregadores e de trabalhadores. Os resultados negativos obtidos para os equipamentos de protecção utilizados nos edifícios colectivos correntes (até 4 pisos) permitem concluir que existe uma ausência agravada de condições de segurança neste tipo de obras durante os trabalhos de betonagem. No entanto, refira-se que a reduzida dimensão da amostra para este conjunto poderá ter condicionado os resultados.

Tabela 2 – Avaliação da utilização dos equipamentos de protecção de acordo com o tipo de construção.

|   | <b>Equipamentos de Protecção Colectiva</b> | <b>Equipamentos de Protecção Individual</b> | <b>Avaliação Total</b> |
|---|--|---|------------------------|
| Geral                                     | 0,45                                       | 0,57  | 0,51                   |
| Moradias unifamiliares (até 2 pisos)      | 0,65                                       | 0,72  | 0,68                   |
| Edifício colectivo corrente (até 4 pisos) | -0,08                                      | -0,43                                       | -0,25                  |
| Edifícios em altura (+ 4 pisos)           | 0,44                                       | 0,74  | 0,59                   |

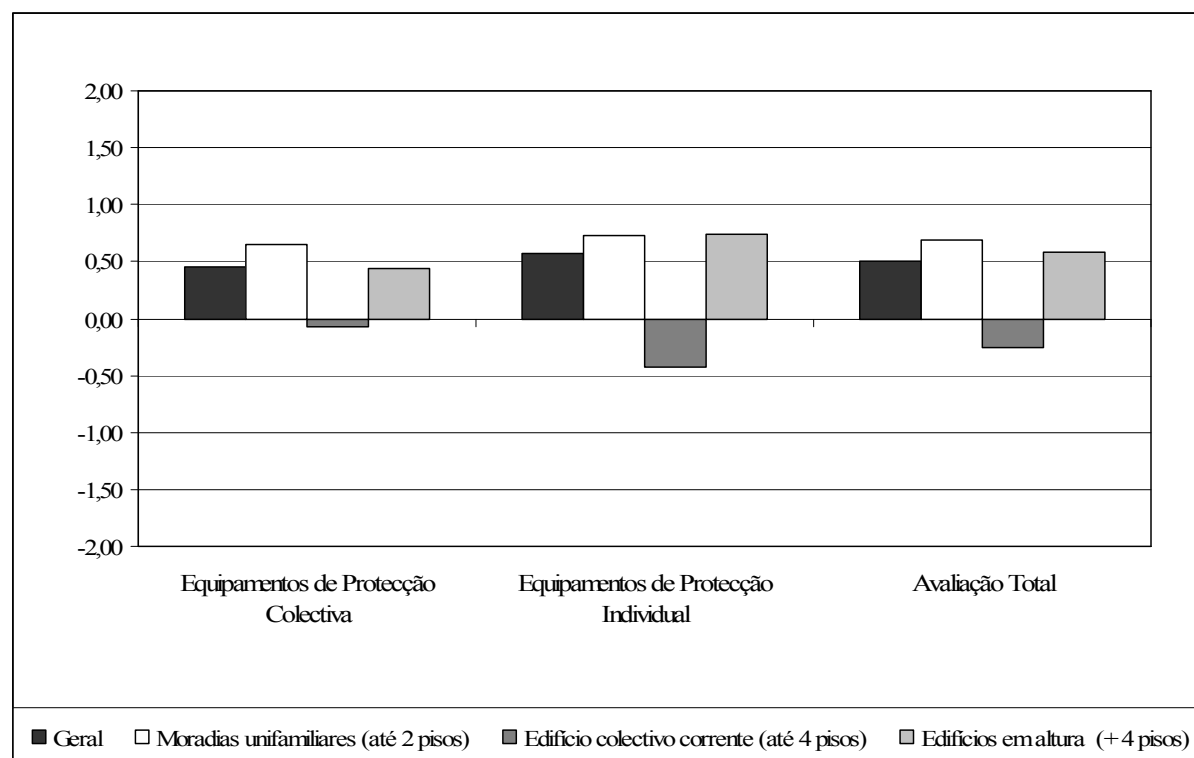


Figura 3 – Gráfico representativo da utilização dos equipamentos de protecção.

Constatou-se que os empregadores continuam a não garantir a segurança dos trabalhadores, nem a ministrar-lhes a formação e a consciencialização necessária para a temática, pois o nível de segurança em estaleiro aquando dos trabalhos de betonagem é insuficiente, as medidas preventivas que prevalecem são a experiência e a destreza dos trabalhadores, que continuam a não utilizar ou a utilizar de forma desajustada, os equipamentos de protecção.

Numa análise mais detalhada do que a apresentada anteriormente, verificou-se que nos edifícios em altura (+ 4 pisos), em particular os que possuem mais de 10 pisos, o resultado é mais positivo, previsivelmente devido ao facto de as entidades executantes já possuírem uma política de prevenção mais evoluída e rigorosa, visível na utilização adequada dos equipamentos de protecção.

## 4 Soluções a adoptar

As soluções a serem adoptadas em estaleiro terão que cumprir a legislação nacional em vigor, da qual se destaca: o Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de Outubro [6], que estabelece regras gerais de planeamento, organização e coordenação para promover a segurança, higiene e saúde no trabalho em estaleiros da construção; o Decreto n.º 41821, de 11 de Agosto de 1958 [7], promulga o Regulamento de segurança no trabalho da construção civil; o Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de Fevereiro [8], relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho e o Decreto-Lei n.º 320/2001, de 12 de Dezembro [9], que estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado e a entrada em serviço das máquinas e dos componentes de segurança colocados no mercado isoladamente.

A desactualização do “*Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil*” [7] (promulgado em 1958) e algumas lacunas na legislação relativa aos equipamentos de trabalho, impõe que, relativamente aos andaimes, se recorra ao Documento de Harmonização HD1000 [10, 11].

Quanto aos trabalhos de betonagem, importa referir a impossibilidade de utilizar meios de elevação de cargas para efectuar a elevação de trabalhadores em situações regulares (não excepcionais) de trabalho, em que se englobam as betonagens.

As soluções a serem adoptadas, relativamente à selecção e utilização dos equipamentos de trabalho e equipamentos de protecção, e consequentemente aos métodos de trabalho empregues, podem ser analisadas de acordo com o tipo de elemento estrutural em causa.

### 4.1 Elementos verticais

A dificuldade em realizar trabalhos no topo dos elementos verticais, resulta da dificuldade em ser criada uma plataforma elevada estável e segura para os trabalhadores, com um acesso adequado à mesma. A solução para os diferentes elementos verticais é semelhante: os pilares e as paredes resistentes devem ser betonados com o auxílio de andaimes (Figura 4) ou de plataformas de trabalho acopladas à cofragem. Ambos devem ter dimensões suficientes para acomodar pelo menos três trabalhadores: dois para proceder à descarga do balde ou manga da autobomba, e um para o vibradorista.

A plataforma de trabalho deverá ser móvel ou fixa à cofragem, em todo o desenvolvimento dos diversos elementos a betonar, permitindo a sua betonagem em segurança sempre que a mesma for estável e possuir os respectivos equipamentos de protecção (ex.: guarda corpos). No caso de ser utilizado um andaime, este poderá ser deslocado manualmente se for do tipo móvel, ou caso seja fixo, movimentado após desmontagem parcial, permitindo assim que se betonem diversos elementos, rentabilizando o equipamento de protecção – solução mais utilizada em pilares.



Figura 4 – Betonagem de elemento vertical (parede resistente) com auxílio de andaime e utilizando balde de grua torre.

A utilização do arnês de segurança é obrigatória em situações pontuais, onde a utilização de equipamentos de protecção colectiva necessite de ser complementada ou a sua implementação seja economicamente inviável e justificada tecnicamente, designadamente em elementos muito salientes ou de difícil acesso.

Os equipamentos de protecção individual que devem ser utilizados nos trabalhos de betonagem de elementos estruturais (verticais ou horizontais) são: capacete de protecção; botas de segurança com protecção na biqueira, sola e articulação do tornozelo e impermeáveis, sendo utilizadas galochas na betonagem de lajes; luvas de protecção mecânica e química; vestuário de trabalho que proteja das condições climatéricas e dos salpicos do betão; e nas condições anteriormente referidas, o arnês de segurança. Existe normalização para todos estes equipamentos, devendo os empregadores seleccionar os equipamentos que a verifiquem.

#### **4.2 Elementos horizontais**

Os elementos estruturais a betonar mais frequentes, com desenvolvimento horizontal, são as vigas e as lajes. As vigas podem ser betonadas de duas formas: isoladamente ou simultaneamente com lajes adjacentes. As primeiras devem ser betonadas com o auxílio de andaimes fixos com o mesmo desenvolvimento do elemento ou, como alternativa, poderão ser utilizados andaimes móveis facilmente deslocáveis. Uma outra hipótese, mais onerosa, será a utilização de plataformas de trabalho que acompanhem o desenvolvimento da viga. As vigas quando betonadas ao mesmo tempo que as lajes, devem ser consideradas como estando integradas, devendo servir de suporte para a fixação do equipamento de protecção seleccionado, apenas no caso de serem vigas periféricas.

As lajes, devido à sua dimensão espacial, obrigam a que os equipamentos de protecção sejam do tipo periférico pelo exterior, ao longo de toda a bordadura da laje ou das aberturas existentes, através de guarda-corpos fixos à cofragem. Alternativamente, poderá ser utilizada uma plataforma de trabalho executada sobre o prolongamento da cofragem da laje, servindo a mesma, também para fixação dos guarda-corpos.



Figura 5 – Betonagem de elemento horizontal (laje aligeirada) com auxílio de uma autobomba.

Os guarda-corpos a utilizar na periferia das lajes, podem ser dos mais variados tipos, de pinça, com aperto superior, com rosca, com cunha ou com fixação em grampo. Estes devem ser sempre fixos aos elementos da cofragem antes da sua colocação, sendo elevados e colocados solidariamente, eliminando deste modo a exposição ao risco de queda em altura associado aos trabalhos de colocação dos guarda-corpos. A ausência deste procedimento obriga a que se coloquem linhas de vida ou dispositivos mecânicos de sujeição, para que um trabalhador munido de arnês de segurança aí fixado, possa colocar os guarda-corpos antes do início dos trabalhos de cofragem e colocação de armaduras, sendo utilizados posteriormente aquando da betonagem. Problemático nos guarda-corpos é também a utilização de soluções improvisadas, a deficiente ou incorrecta fixação dos mesmos, e a falta de qualidade de alguns modelos disponíveis no mercado, por apresentarem deficiências a nível da resistência mecânica e dificuldade em se proceder à sua inspecção e manutenção, designadamente os de pinça que possuem rosca e parafuso interior. A normalização deste equipamento de protecção não tem sido efectiva, revelando-se pouco abrangente e insuficiente.

## 5 Conclusões

Neste trabalho foram avaliadas as condições de segurança de nos trabalhos de betonagem no nosso país, através da recolha de informações sobre os equipamentos de protecção utilizados. A análise dos resultados obtidos permitiu constatar que as condições de segurança nos trabalhos de betonagem continuam a ser deficientes, sendo descorada a correcta utilização dos equipamentos de protecção colectiva e individual.

Para tentar corrigir algumas lacunas relativamente à selecção de equipamentos de protecção adequados ao tipo de elemento estrutural a betonar, e a sua colocação e utilização desajustada, foram apresentadas algumas soluções com vista à melhoria das condições de segurança nos estaleiros aquando dos trabalhos de betonagem, designadamente, protecção colectiva com andaimes de protecção e plataformas de trabalho e protecção individual com arnês de segurança em situações pontuais ou a complementar a protecção colectiva.

Alguma legislação importante no domínio da segurança na construção está desactualizada e dificilmente poderá cobrir a totalidade dos equipamentos de protecção, havendo a necessidade de uma efectiva normalização destes, através de legislação que imponha a sua obrigatoriedade, e os intervenientes sejam sensibilizados para a sua implementação.

Os papéis do dono de obra, da coordenação de segurança, da fiscalização e das entidades públicas fiscalizadoras e inspectoras não foram abordados neste trabalho, podendo ser decisivos para a efectiva



implementação de medidas de protecção no sentido de salvaguardar a segurança dos trabalhadores por parte da entidade executante.

Este tema, segurança nas actividades betonagem, não tem sido abordado em trabalhos de investigação no nosso país, existindo dificuldade em encontrar bibliografia específica, impondo-se que no futuro sejam apoiados projectos neste âmbito.

## Referências

- [1] Disponível em: URL: <http://www.igt.idict.gov.pt/>
- [2] Behm, Michael. Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety Science*, 43, 2005
- [3] M. Choudhry, Rafiq. FangBehm, Dongping. Why operatives engage in unsafe work behavior: Investigating factors on construction sites. *Safety Science*, 2007
- [4] Branco, J. Paz. *Dicionário Técnico de Construção Civil*, Escola Profissional Gustave Eiffel, 1993
- [5] Portugal. Decreto-Lei n.º 349-C/83 de 30 de Julho de 1983. Aprova o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado. Diário da República, Lisboa.
- [6] Portugal. Decreto-Lei n. 273.03 de 29 de Outubro de 2003. Higiene segurança e saúde no trabalho em estaleiros temporários ou moveis. Diário da República, Lisboa.
- [7] Portugal. Decreto-Lei n. 41821.58 de 11 de Agosto de 1958. Aprova o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da República, Lisboa.
- [8] Portugal. Decreto-Lei n.º 50.05 de 25 de Fevereiro de 2005. Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho. Diário da República, Lisboa.
- [9] Portugal. Decreto-Lei n. 320.01 de 12 de Dezembro de 2003. Estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado e a entrada em serviço das máquinas e dos componentes de segurança colocados no mercado isoladamente. Diário da República, Lisboa.
- [10] Flambó, Aníbal. *Segurança em andaimes, Tese: Mestrado Engenharia Civil - Especialização em Construção*, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, 2002.
- [11] Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics. *Fiches de Sécurité*. O.P.P.B.T.P., Boulogne (France), 1996.