

## Avaliação preliminar de parâmetros operacionais em equipamentos fixos de raios-X diagnóstico

Alexandre Bacelar<sup>1,2</sup>, Sandro Soletti de Oliveira<sup>1</sup>, Elaine E. Streck<sup>1</sup>, Volnei Borges<sup>3</sup>,  
Álvaro Porto Alegre Furtado<sup>2</sup>, Ana Lúcia Acosta Pinto<sup>2</sup>

Neste trabalho foram avaliados 22 equipamentos fixos de raios-X diagnóstico pertencentes a três instituições hospitalares de grande porte de Porto Alegre, com o objetivo de demonstrar a importância da implantação de um Programa de Garantia da Qualidade, assessorado por um físico médico, no desempenho desses equipamentos. Para tanto, foram coletados dados de testes de alinhamento e colimação do feixe, tensão de pico, corrente anódica, carga transportável e tempo de exposição. Os resultados dos testes mostraram que em apenas uma das instituições todos os equipamentos mantiveram-se em condições consideradas operacionalmente aceitáveis, com erro relativo porcentual inferior a 10%, em relação aos parâmetros avaliados. Esse estudo mostrou também que o desempenho dos equipamentos das três instituições analisadas é reflexo direto da manutenção de um Programa de Garantia da Qualidade, assessorado por um profissional qualificado. *Unitermos:* Controle de qualidade. Equipamento de raios-X. Físico médico.

Bacelar A, Oliveira SS, Streck EE, Borges V, Furtado APA, Pinto ALA. Avaliação preliminar de parâmetros operacionais em equipamentos fixos de raios-X diagnóstico. *Radiol Bras* 1998;31:129-133.

### INTRODUÇÃO

O uso da radiação-X na medicina trouxe benefícios inquestionáveis a toda a sociedade, pois antes da sua utilização muitas patologias somente podiam ser diagnosticadas por meios intervencionistas e/ou clínicos.

Nos serviços de radiologia os raios-X são utilizados de modo não-intervencionista, gerando imagens em receptores apropriados, com o objetivo de fornecer aos médicos melhores condições para a realização do diagnóstico. No entanto, o uso de radiações ionizantes impõe medidas de segurança específicas, que devem ser rigorosamente seguidas para proteger o homem e o seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados por este tipo de radiação. Esses efeitos se devem ao fato de que, ao interagir com a matéria, os raios-X provocam ionização e/ou excitação de átomos e moléculas na sua trajetória, o que pode ocasionar lesões ou alterações celulares.

A quantidade e a qualidade de radiação emitida pelos equipamentos de raios-X diagnóstico varia conforme as características e condições de funcionamento de cada equipamento.

As instituições que se dedicam ao radiodiagnóstico devem manter seus equipamentos em condições operacio-

nais que estejam de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear<sup>(1)</sup>.

Neste trabalho foram analisados alguns desses parâmetros - alinhamento e colimação do feixe, tensão de pico, corrente anódica, carga transportável e tempo de exposição -, em 22 equipamentos fixos de raios-X pertencentes a três hospitais de grande porte na cidade de Porto Alegre.

### MATERIAL E MÉTODOS

As três instituições hospitalares selecionadas para a realização deste trabalho foram denominadas A, B e C. A escolha das instituições foi feita visando a demonstrar a hipótese segundo a qual a manutenção de um Programa de Garantia da Qualidade (PGQ), assessorado por um profissional qualificado, influi positivamente no desempenho dos equipamentos fixos de raios-X diagnóstico. Desse modo, foram escolhidas: a instituição A, que mantém um PGQ assessorado por um físico médico; a instituição B, que está implantando um PGQ assessorado por um físico médico; e a instituição C, que não mantém um PGQ e nem possui assessoria de um profissional qualificado.

O controle e a avaliação dos equipamentos foram feitas a partir de dados coletados durante três meses consecutivos. Os dados obtidos foram cadastrados em fichas técnicas de acompanhamento para cada aparelho, de acordo com suas características específicas.

O desempenho dos equipamentos foi avaliado tendo como base os resultados dos seguintes testes: alinhamento e colimação do feixe, exatidão da tensão de pico, linearidade

1. Instituto de Física da PUC-RS, Porto Alegre - RS.

2. Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

3. Departamento de Engenharia Nuclear da UFRGS.

Endereço para correspondência: Dr. Alexandre Bacelar, Rua Ramiro Barcelos, 2350, sala 2200. 90035-003 Porto Alegre - RS.

Recebido para publicação em 30/10/1997. Aceito em 17/12/1997.

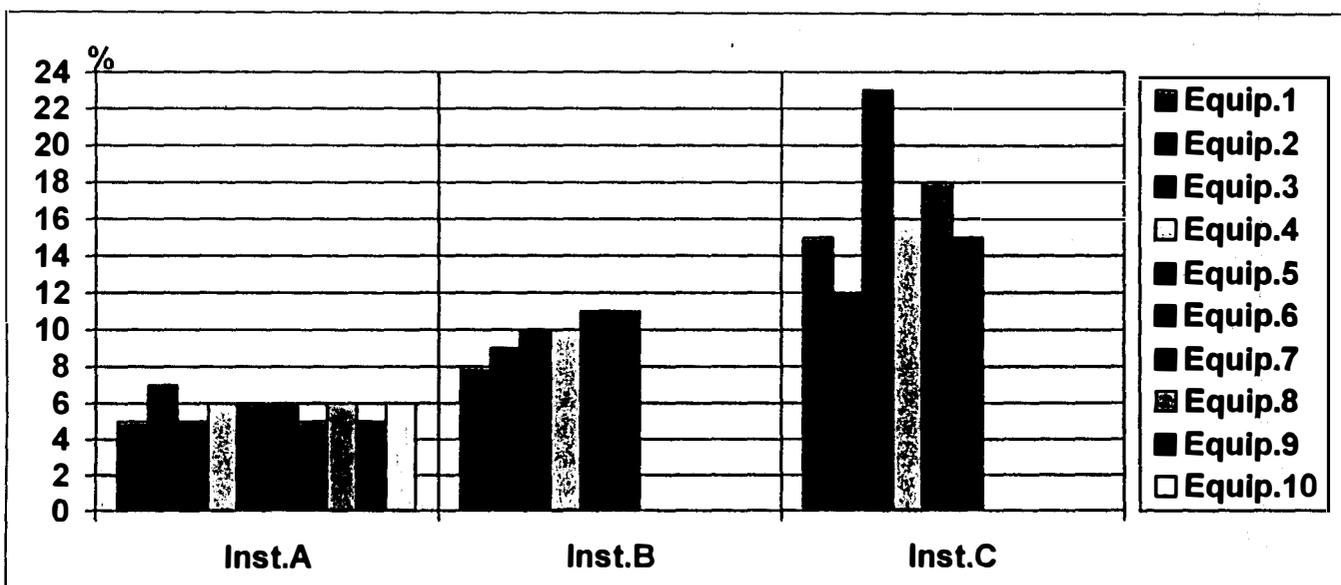


Figura 1 - Erro percentual nos testes de alinhamento e colimação do feixe.

da corrente anódica, linearidade da carga transportável e exatidão do tempo de exposição.

Para os testes de alinhamento vertical do feixe de radiação foi utilizado um "spot" focal, que contém duas esferas de aço com diâmetro de 0,8 mm, uma diretamente abaixo da outra, separadas por uma distância de 15 cm, e para verificar a colimação do feixe foi usado um dispositivo que consta de uma placa retangular de acrílico de tamanho 18 x 24 cm dividida em quatro quadrantes iguais, tendo no seu centro duas circunferências concêntricas. Esses testes foram realizados simultaneamente, colocando um chassi, perpendicularmente ao feixe, sobre a mesa. Sobre o chassi foi colocada a placa de acrílico e, no centro desta, o "spot" focal. A distância foco-filme foi ajustada para 100 cm e o colimador foi ajustado de forma que as bordas do campo luminoso coincidisse com o campo indicado. As medidas foram realizadas mantendo constantes a tensão de pico em 50 kVp, a carga transportável em 3,2 mAs e o tempo de exposição em 8 ms.

Os testes de exatidão da tensão de pico, linearidade da corrente anódica, linearidade da carga transportável e exatidão do tempo de exposição foram realizados com um equipamento de medida não-invasiva, o NERO-6000M<sup>®</sup>. Nesses testes, o detector acoplado ao NERO-6000M<sup>®</sup> foi posicionado a uma distância de 66 cm do tubo de raios-X e um conjunto de exposições consecutivas foi selecionado, tanto no aparelho de raios-X que estava sendo avaliado quanto no equipamento de medida.

Para os testes de exatidão da tensão de pico, as medidas foram realizadas em intervalos iguais, de 5 kVp, va-

riando desde 45 kVp até 120 kVp, mantendo constantes a carga transportável em 10 mAs e o tempo de exposição em 100 ms.

As medidas de linearidade da corrente anódica foram obtidas mantendo constantes a tensão em 81 kVp e o tempo de exposição em 100 ms, enquanto a corrente anódica foi estabelecida em 200 mA e 400 mA.

Os testes de linearidade da carga transportável foram realizados a partir de medidas realizadas para cargas transportáveis de 3, 5, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50 e 100 mAs, mantendo constantes a tensão em 81 kVp e o tempo de exposição em 100 ms.

Para os testes de exatidão do tempo de exposição as medidas foram realizadas para tempos de exposição de 6, 12, 18, 24, 30, 50, 100, 200, 400 e 1.000 ms, enquanto a tensão de pico e a corrente anódica foram mantidas constantes em 80 kVp e 200 mA, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos testes de alinhamento e colimação do feixe de raios-X, para as três instituições avaliadas, encontram-se na Figura 1. Analisando esses resultados, verifica-se que na instituição A o erro percentual relativo mínimo e máximo para o alinhamento e colimação do feixe é de 5% e 7%, respectivamente, na instituição B é de 8% e 11% e na instituição C é de 12% e 23%. Considerando que os limites máximos permitidos para o erro percentual relativo para o alinhamento e colimação do feixe são de  $\pm 10\%$ <sup>(2)</sup>, apenas a instituição A está dentro

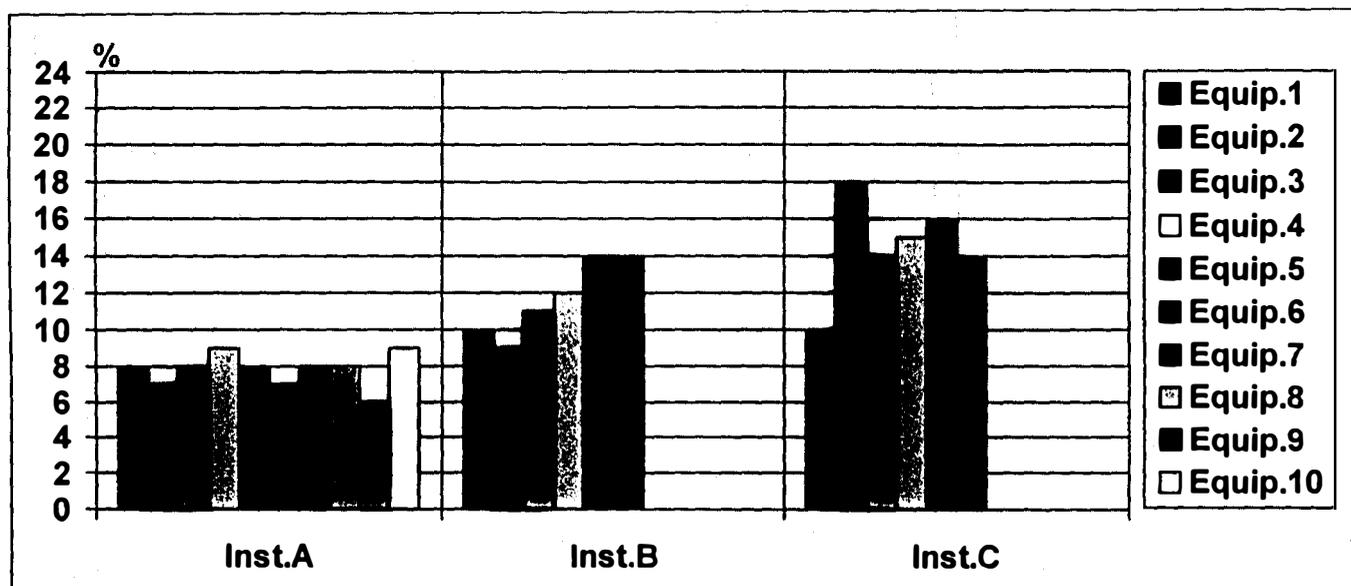


Figura 2 - Erro percentual no teste de exatidão da tensão de pico.

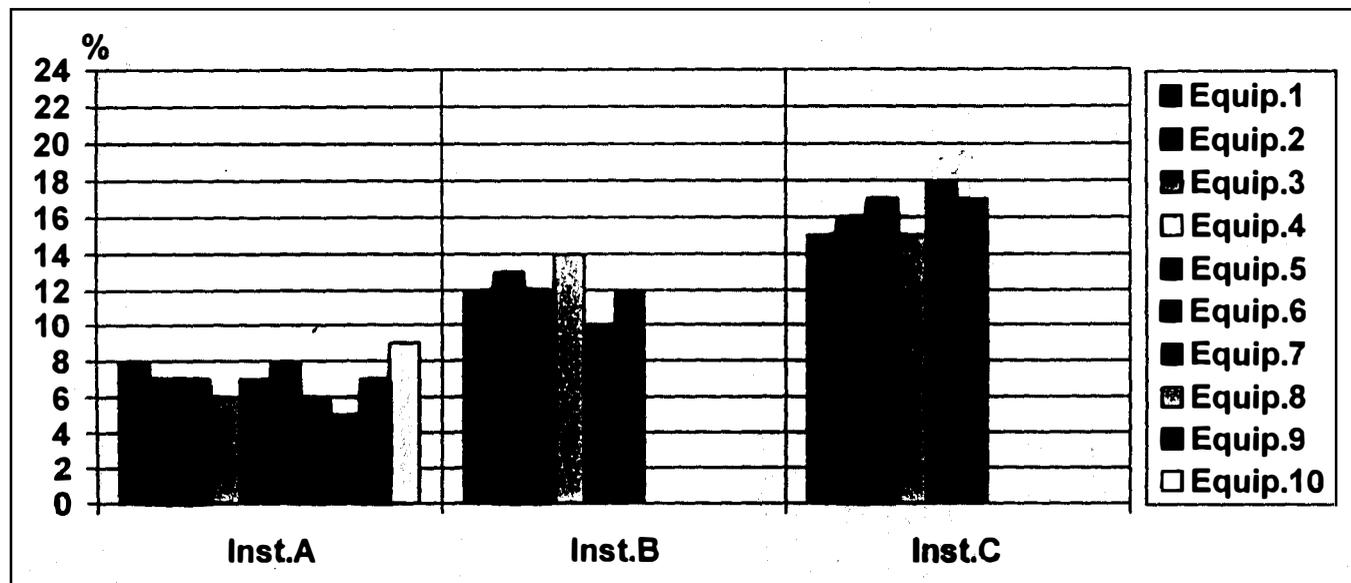


Figura 3 - Erro percentual no teste de linearidade da corrente anódica.

do padrão aceitável para a obtenção de uma boa qualidade na imagem radiográfica.

Os resultados dos testes realizados para verificar a exatidão da tensão de pico encontram-se representados na Figura 2. Analisando esses resultados, verifica-se que na instituição A o erro percentual relativo mínimo e máximo ficou entre 6% e 9%, respectivamente, na instituição B entre 9% e 14% e na instituição C entre 10% e 18%. Considerando que os limites máximos permitidos para o erro percentual relativo para a tensão de pico são de  $\pm 10\%$ <sup>(2)</sup>, apenas a instituição A está dentro do padrão acei-

tável para a obtenção de uma boa qualidade na imagem radiográfica.

Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos nos testes de avaliação da linearidade da corrente anódica. Analisando esses resultados, verifica-se que na instituição A o erro percentual relativo mínimo e máximo ficou entre 5% e 9%, respectivamente, na instituição B entre 10% e 14% e na instituição C entre 15% e 18%. Considerando que os limites máximos permitidos para o erro percentual relativo para a linearidade da corrente anódica são de  $\pm 10\%$ <sup>(2)</sup>, apenas a instituição A está dentro do

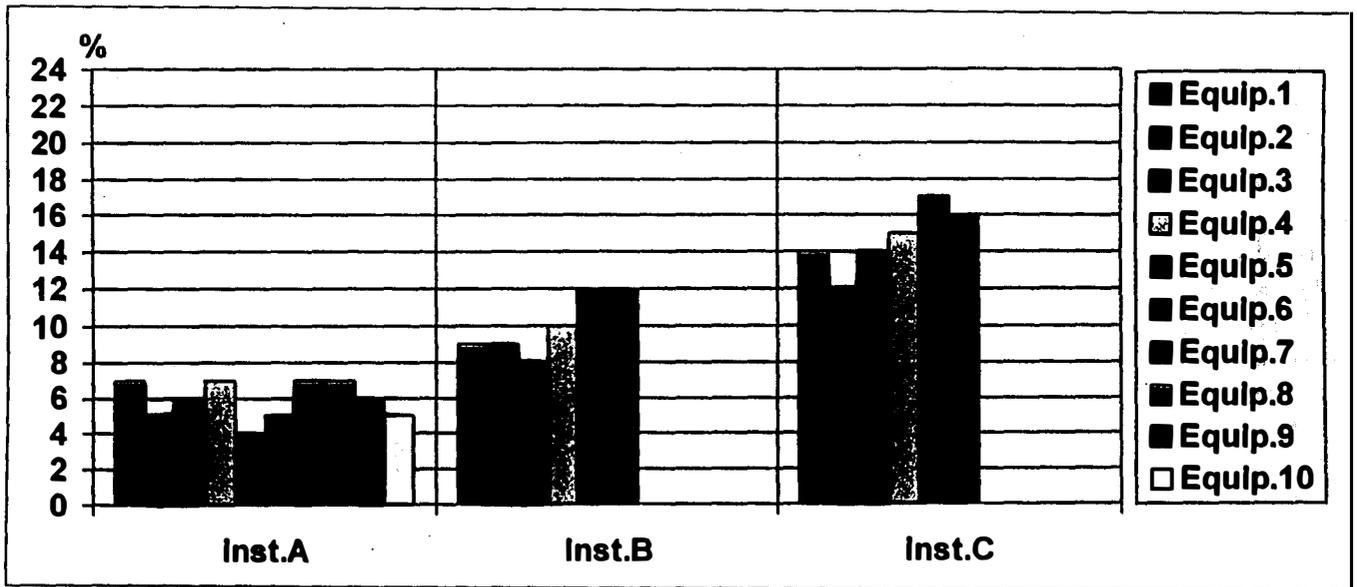


Figura 4 - Erro percentual no teste de linearidade da carga transportável.

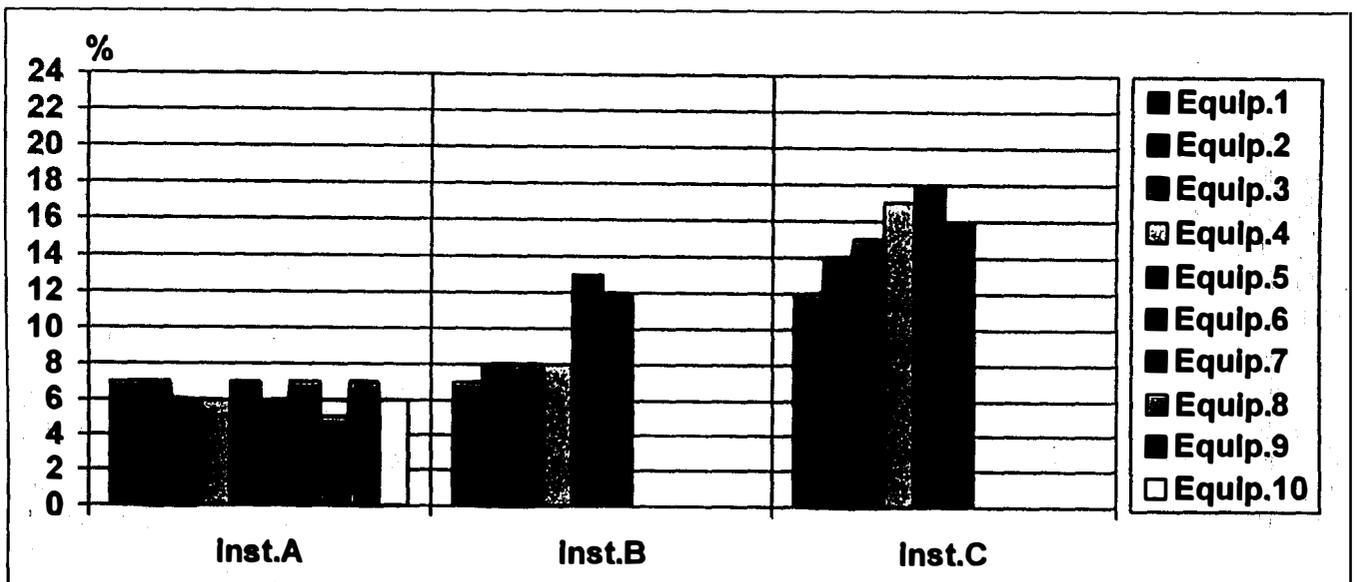


Figura 5 - Erro percentual no teste de exatidão do tempo de exposição.

padrão aceitável para a obtenção de uma imagem radiográfica de boa qualidade.

Os resultados obtidos nos testes de avaliação da linearidade da carga transportável encontram-se representados na Figura 4. Esses resultados indicam que na instituição A o erro percentual relativo mínimo e máximo é de 4% e 7%, respectivamente, na instituição B é de 8% e 12% e na instituição C é de 12% e 19%. Considerando que os limites máximos permitidos para o erro percentual relativo para a linearidade da carga transportável são de  $\pm 10\%$ <sup>(2)</sup>, somente a instituição A está dentro do padrão aceitável

para a obtenção de uma imagem radiográfica de boa qualidade.

Os testes de avaliação da exatidão do tempo de exposição forneceram resultados que são apresentados na Figura 5. Analisando esses resultados, verifica-se que na instituição A o erro percentual relativo mínimo e máximo ficou entre 5% e 7%, respectivamente, na instituição B entre 7% e 13% e na instituição C entre 12% e 18%. Considerando que os limites máximos permitidos para o erro percentual relativo para o tempo de exposição são de  $\pm 10\%$ <sup>(2)</sup>, apenas a instituição A está dentro do padrão

aceitável para a obtenção de uma imagem radiográfica de boa qualidade.

### CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que a instituição A manteve todos os equipamentos fixos de raios-X em condições aceitáveis de operação, durante o período de coleta de dados. Na instituição B, dependendo do teste realizado, foram verificadas variações abaixo e acima do limite máximo de 10%<sup>(2)</sup> de erro percentual relativo. Na instituição C nenhum dos testes indicou condições operacionais aceitáveis para nenhum aparelho fixo de raios-X, durante o período de coleta de dados.

Pode-se concluir, também, que o desempenho dos equipamentos fixos de raios-X das três instituições avaliadas é reflexo direto da manutenção de um PGQ assessorado por um profissional qualificado, pois a instituição A mantém um PGQ assessorado por um físico médico, a instituição B está implantando um PGQ assessorado por um físico médico, enquanto a instituição C não possui um PGQ e nem a assessoria de um profissional qualificado.

---

**Abstract.** *Preliminary evaluation of operational parameters in fixed X-ray diagnostic equipments.*

In this work they were appraised 22 fixed X-ray diagnostic equipments belonging to three great medical institutions in Porto Alegre - RS, Brazil, with the purpose of demonstrating the importance of the implementation of a Quality Warranty Program, advised by a health physicist, in the performance of these equipments. For so some data of alignment and collimation of the beam, peak tube voltage, tube current, transportable charge and exposition time were collected. The results of the tests showed that in only one of the institutions all the equipment remained in operationally acceptable conditions, with relative percent errors bellow 10%, concerning to the analyzed parameters. This study also showed that the performance of the equipments of the three analyzed institutions is a direct reflex of the maintenance of a Quality Warranty Program, advised by a qualified professional. *Key words: Quality control. X-ray equipment. Health physicist.*

---

### REFERÊNCIAS

1. Curso básico de licenciamento e fiscalização em radiologia médica e odontológica. IRD/CNEN, 1995.
2. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria 189 de 13 de maio de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF.