



## DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ACETONA EM REMOVEDOR DE ESMALTE COMERCIAL POR TITULAÇÃO IODOMÉTRICA APÓS PADRONIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES DE TIOSSULFATO DE SÓDIO E IODO-IODETO

Valéria P. P. de Almeida<sup>1</sup>; Debora C. Cardoso<sup>2</sup>; Kauê C. dos Santos<sup>3</sup>; Luana K. A. do Nascimento<sup>4</sup>; Maria L. C. Lopes<sup>5</sup>; Thiago S. de Souza<sup>6</sup>; Victor W. B. Diniz<sup>7</sup>; Wallaf S. Lisboa<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>3</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>4</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>5</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>6</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>7</sup>Universidade do Estado do Pará

<sup>8</sup>Universidade do Estado do Pará  
valeria.ppd.almeida@aluno.uepa.br

**Palavras-Chave:** Iodometria; Acetona; Análise volumétrica.

### Introdução

A análise volumétrica de oxirredução é uma técnica da Química Analítica Quantitativa que consiste em determinar a concentração de substâncias oxidantes e redutoras em diferentes amostras. Essa técnica é baseada na transferência de elétrons entre diferentes espécies químicas. Isso permite que se façam determinações quantitativas com precisão, sensibilidade e baixo custo (Harris, 2017)

Existem vários métodos volumétricos de oxirredução, dois deles são a iodometria e a iodimetria. Esses métodos usam o iodo como agente oxidante ou redutor indireto. Na iodometria, o iodo é liberado durante a reação química e posteriormente é titulado com uma solução padrão de tiossulfato de sódio. Na iodimetria, o próprio iodo atua como titulante. Essas técnicas são amplamente utilizadas em laboratórios químicos devido à simplicidade e confiabilidade de seus resultados (Skoog et al 2015).

O tiossulfato de sódio é um reagente comum em titulações de oxirredução, pois reage quantitativamente com o iodo em solução aquosa, no entanto, como não é considerado um padrão primário, a sua concentração precisa ser determinada previamente por meio de padronização. O dicromato de potássio é frequentemente usado para este fim devido sua elevada pureza, estabilidade química e facilidade de obtenção (Baccan et al., 2001).

Para garantir a exatidão dos resultados em titulações iodométricas, é fundamental identificar corretamente o ponto final da reação para garantir a exatidão dos resultados analíticos. A solução de amido é utilizada como indicador pois atua na formação de um complexo azul intenso com iodo livre. Isso permite uma visualização mais clara durante a titulação. Adicionar o indicador perto do ponto de equivalência evita a formação de



complexos de alta estabilidade, que podem dificultar a visualização do ponto de viragem da reação (Skoog et al., 2015).

Além disso, determinar a quantidade de acetona em produtos comerciais é importante para o controle de qualidade de solventes utilizados em laboratórios, indústrias e formulações cosméticas. A acetona reage com o iodo em meio alcalino e consome parte do reagente adicionado. O excesso de iodo é então titulado com tiosulfato de sódio, permitindo determinar adequadamente a quantidade de acetona presente na amostra (Skoog et al., 2015)

A confiabilidade das titulações iodométricas depende da correta padronização das soluções, do controle das condições reacionais e da identificação adequada do ponto final da titulação. Este trabalho teve como objetivo aplicar técnicas de análise volumétrica de oxirredução para preparar e padronizar soluções, além de determinar a quantidade de acetona em uma amostra comercial por titulação iodométrica.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório de química da Universidade do Estado do Pará aplicando técnicas de análise volumétrica de oxirredução. Inicialmente, a solução de tiosulfato de sódio 0,1 N foi padronizada utilizando-se o dicromato de potássio como padrão primário, em meio ácido e com iodeto de potássio. O iodo liberado fora titulado com tiosulfato de sódio, e a solução de amido foi usada como indicador para indicar o ponto final.

Posteriormente, a solução de iodo-iodeto 0,1 N foi padronizada por titulação com a solução de tiosulfato. Para medir o teor de acetona, uma amostra comercial diluída foi colocada para reagir com uma solução padrão de iodo em meio alcalino. Após o tempo necessário para a reação, o sistema foi acidificado e o iodo em excesso foi titulado com tiosulfato de sódio, usando uma solução de amido como indicador. Todos os testes foram feitos três vezes para garantir que os resultados fossem confiáveis e repetíveis.

## Resultados e Discussão

A padronização da solução de tiosulfato de sódio 0,1 N foi realizada por meio de uma titulação iodométrica utilizando dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) como padrão primário. Conforme destacado por Marques et al (2025) o  $K_2Cr_2O_7$  também pode ser usado como um padrão primário em técnicas volumétricas de oxirredução, pois apresenta alta pureza, estabilidade e baixo custo.

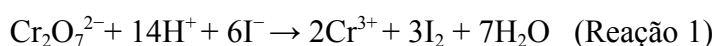
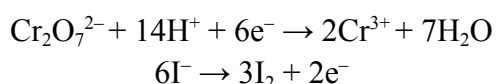
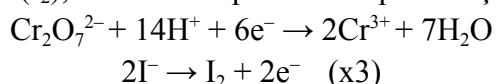
Inicialmente, o dicromato de potássio previamente seco em estufa a 105 °C foi dissolvido em água destilada, formando uma solução homogênea. Em seguida, adicionou-se iodeto de potássio (KI) em meio ácido contendo HCl concentrado. Segundo Andrade (2018) as velocidades destas reações aumentam bastante com o aumento da concentração dos íons  $H^+$ , e por isso deve ser feita em solução fortemente ácida.

A solução foi mantida em repouso ao abrigo da luz por aproximadamente 10 minutos para evitar perdas de iodo por volatilização e minimizar possíveis decomposições



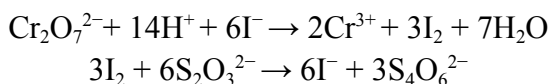
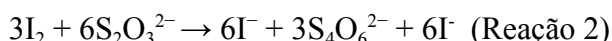
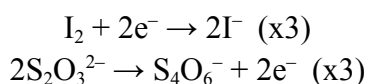
fotoquímicas, visto que o iodo molecular é sensível à luz e pode sublimar facilmente, comprometendo a exatidão da análise.

Nessas condições, o íon dicromato atua como agente oxidante, promovendo a oxidação dos íons iodeto a iodo molecular ( $I_2$ ), conforme representado pela reação global abaixo:



O iodo liberado apresenta coloração castanha característica, indicando a ocorrência da reação redox. O íon iodeto é oxidado, agente oxidante da reação, e converte-se a iodo molecular que possui coloração castanha. Como toda oxidação sempre ocorre acompanhada de uma redução, o íon cromo sofre redução no qual sai do estado de oxidação de  $6^+$  para  $3^+$ , sendo neste estado de cor verde (Freitas, 2022).

Posteriormente, realizou-se a titulação com a solução de tiosulfato de sódio. Durante o procedimento, observou-se a diminuição gradual da coloração castanha da solução, evidenciando o consumo do iodo formado. A reação entre o iodo e o tiosulfato ocorre segundo a equação global abaixo:



À medida que o ponto final se aproximava, a solução adquiriu tonalidade amarelo-esverdeada, indicando baixa concentração de iodo residual. Segundo Skoog et al (2015), durante a titulação iodométrica a intensidade da coloração do iodo diminui gradativamente, tornando-se amarelo-clara à medida que a concentração de iodo residual se aproxima do ponto de equivalência. Nesse momento, adicionou-se solução de amido recém-preparada, responsável pela formação de um complexo azul intenso com o iodo livre. O uso do amido próximo ao ponto de equivalência é fundamental, pois em concentrações elevadas de iodo o complexo formado pode tornar-se muito estável, dificultando a



visualização precisa da viragem. Na volumetria do iodo, usa-se como indicador uma suspensão de amido que, em presença de iodo, forma um complexo de cor azul, formado quando amido interage com iodo (Rosenbrock, 2016).

A continuidade da titulação promoveu o desaparecimento completo da coloração azul, passando para verde claro, caracterizando o ponto final da análise. Essa mudança de coloração indicou o consumo total do iodo presente no meio reacional, permitindo determinar com precisão a concentração real da solução de tiosulfato.

O cálculo padronização e fator de correção do tiosulfato de sódio 0,1 N foi realizado da seguinte maneira:

$$n^{\circ}EqNa_2S_2O_3 = n^{\circ}EqK_2Cr_2O_7$$

$$V.N.Fc = \frac{m}{Eq.g}$$

$$Eq.g = \frac{MM}{6} = \frac{294}{6} = 49$$

$$19,86 \times 10^{-3} \times 0,1 \times Fc = \frac{0,1006}{49}$$

$$Fc = 1,0338$$

O cálculo foi fundamentado na equivalência química entre os reagentes, sendo obtido o equivalente-grama do dicromato igual a 49 g·Eq<sup>-1</sup> e, a partir do volume gasto de 19,86 mL de tiosulfato para reagir com 0,1006 g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, foi calculado o fator de correção da solução, resultando em Fc = 1,0338. De acordo com Vogel (2002), valores de fator de correção próximos da unidade indicam boa concordância entre a concentração teórica e a concentração real da solução titulante.

Esse valor indica que a concentração real do tiosulfato apresentou-se ligeiramente superior à concentração teórica de 0,1 N, evidenciando pequena variação decorrente do preparo da solução, fato comum em análises volumétricas devido à sensibilidade do tiosulfato à oxidação pelo oxigênio atmosférico, decomposição pela luz e possíveis interferências do meio.

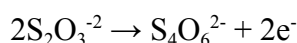
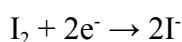
Posteriormente, fez-se a padronização da solução de iodo-iodeto 0,1 N que foi realizada utilizando solução padrão de tiosulfato de sódio previamente padronizada. O método empregado baseia-se em uma reação de oxirredução entre o iodo molecular e o íon tiosulfato, amplamente utilizada em análises iodométricas devido à sua elevada sensibilidade



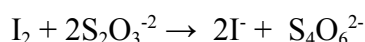
e precisão analítica. Segundo Harris (2017), as titulações iodométricas apresentam grande importância em análises quantitativas por permitirem determinar espécies oxidantes com elevada exatidão.

Inicialmente, transferiu-se uma alíquota de 10 mL da solução de iodo-iodeto 0,1 N para um erlenmeyer contendo água destilada. A solução apresentou coloração castanha característica da presença de iodo molecular dissolvido. Em seguida, procedeu-se à titulação com solução padrão de tiossulfato de sódio 0,1 N, previamente padronizada e com fator conhecido.

Durante a titulação observou-se a diminuição gradual da coloração castanha, indicando o consumo progressivo do iodo presente na solução. A reação envolvida ocorre entre o iodo molecular e o íon tiossulfato, formando iodeto e tetrationato, conforme descrito abaixo:



Somando-se as semirreações, obtém-se:



À medida que o ponto final se aproximava, a solução adquiriu coloração amarelo-clara, indicando baixa concentração de iodo residual no meio reacional. Nesse momento, adicionou-se solução de amido recém-preparada, promovendo a formação do complexo azul intenso característico entre o iodo livre e o amido. Segundo Vogel (2002), o indicador de amido deve ser adicionado próximo ao ponto de equivalência, pois em elevadas concentrações de iodo o complexo formado pode tornar-se excessivamente estável, dificultando a visualização precisa da viragem.

Com a continuidade da titulação, ocorreu o desaparecimento completo da coloração azul, caracterizando o ponto final da análise e indicando o consumo total do iodo presente na solução. Esse comportamento confirma a eficiência da reação entre o tiossulfato e o iodo molecular, permitindo determinar com precisão a concentração real da solução padronizada.

Os volumes gastos nas titulações foram iguais a 8,7 mL nas três determinações realizadas, demonstrando excelente concordância experimental e elevada repetibilidade do método analítico empregado. Segundo Skoog et al. (2015), a proximidade entre os valores obtidos em titulações sucessivas evidencia boa precisão experimental e adequado controle das condições analíticas.

Diante dos dados obtidos calculou-se a padronização e fator de correção do iodo - iodeto 0,1 N. Os volumes obtidos nas titulações foram:

$$V_1 = 8,7 \text{ mL} \quad V_2 = 8,7 \text{ mL} \quad V_3 = 8,7 \text{ mL}$$



O volume médio gasto foi 8,7 mL. O fator de correção encontrado para a solução foi de acordo com o seguinte cálculo:

$$n^{\circ}EqI_2 = n^{\circ}EqNa_2S_2O_3$$

$$V \times N \times Fc = V \times N \times Fc$$

$$10 \times 10^{-3} \times 0,1 \times Fc = 8,7 \times 10^{-3} \times 0,1 \times 1,0338$$

$$Fc = 0,8994$$

O fator de correção encontrado para a solução foi:

$$Fc=0,8994$$

O fator de correção inferior a 1,0 indica que a concentração real da solução de iodo-iodeto encontrava-se abaixo da concentração teórica inicialmente preparada. Esse resultado pode estar associado a perdas de iodo por volatilização, decomposição da solução durante o armazenamento ou pequenas imprecisões durante o preparo e diluição da solução. Segundo Harris (2017), soluções contendo iodo apresentam instabilidade relativamente elevada, sendo necessária sua padronização frequente para garantir resultados analíticos confiáveis.

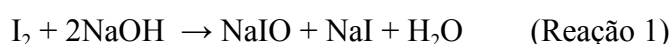
A ausência de variação entre os volumes titulados demonstra elevada precisão experimental e boa reprodutibilidade do método iodométrico empregado. Conforme Skoog et al. (2015), resultados com baixa dispersão indicam adequado controle operacional durante a análise, reduzindo erros associados às leituras volumétricas e à identificação do ponto final da titulação.

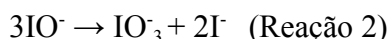
Durante o procedimento, a adição do indicador de amido próximo ao ponto de equivalência permitiu melhor visualização da viragem, devido à formação do complexo azul intenso entre o iodo livre e o amido. O desaparecimento completo dessa coloração indicou o consumo total do iodo presente na solução. De acordo com Vogel (2002), a utilização correta do amido aumenta significativamente a sensibilidade visual das titulações iodométricas, proporcionando maior exatidão na determinação do ponto final.

Fez-se ainda a determinação do teor de acetona em amostra comercial em que após a pesagem do pesa-filtro contendo acetona comum, foi possível obter sua massa:

$$m = 0,332 \text{ g}$$

Realizando a análise do experimento foi possível obter as seguintes reações de oxirredução em cada etapa do experimento, demonstrada abaixo:





Ao adicionar uma solução padronizada de iodo à amostra contendo acetona em meio alcalino, o iodo reage com o hidróxido de sódio e forma o hipiodito de sódio (NaIO), observou-se a coloração amarelo-castanho devido à presença do iodo molecular na solução. O hipiodito atua como agente reativo principal no processo de iodação da acetona. Segundo Harris (2012), soluções contendo iodo molecular geralmente apresentam coloração castanha ou amarelo-escura, intensidade que varia conforme a concentração presente no meio reacional. O hipiodito formado é altamente instável e oxidante, sendo responsável pela reação subsequente com a acetona. O hipiodito sofre decomposição facilmente, motivo pelo qual o controle do tempo experimental é essencial para evitar erros analíticos (Vogel, 2002).

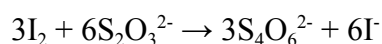
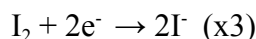
Em seguida ocorre a reação entre hipiodito e a acetona, produzindo iodofórmio e acetato de sódio:



A partir da soma dessas reações envolvidas, obteve-se a reação global demonstrada como reação 4. É possível observar que 1 mol de acetona consome 3 mols de iodo, valor importante para os cálculos seguintes. Solomons e Fryhle (2012), destacam que a formação do iodofórmio constitui um importante teste qualitativo para identificação de metil-cetonas em análises orgânicas.

Após o tempo de repouso a solução foi acidificada para interromper as reações em meio básico e preparar a solução para a etapa da titulação.

O excesso de iodo que não reagiu com a acetona foi determinado por titulação com tiosulfato de sódio. O tiosulfato reduz o iodo molecular a iodeto, enquanto ele próprio é oxidado:



Ou:



Conforme descrito por Skoog et al. (2015), o amido é amplamente utilizado como indicador em iodometria porque forma um complexo altamente sensível e intensamente



colorido com pequenas quantidades de iodo livre. Adicionando amido, imediatamente observou-se que a coloração mudou para azul intenso. A titulação foi continuada até o desaparecimento completo da cor azul. A mudança indicou que o iodo residual havia reagido completamente com o tiosulfato de sódio.

O volume obtido de tiosulfato de sódio 0,1N na titulação do excesso de iodo foi de:

$$V_1 = 16,5 \text{ ml} \quad V_2 = 16,6 \text{ ml} \quad V_3 = 16,6 \text{ ml}$$

$$V_{\text{médio}} = \frac{16,5 + 16,6 + 16,6}{3}$$

$$V_{\text{médio}} = 16,56 \text{ ml}$$

A utilização do amido próximo ao ponto final da titulação foi essencial para aumentar a sensibilidade visual do método, pois o complexo amido-iodo apresenta coloração azul intensa, desaparecendo quando todo o iodo é consumido pelo tiosulfato. Esse desaparecimento da cor indicou o ponto final da titulação. De posse dos dados foi possível calcular o teor de acetona na amostra comercial

$$n^{\circ}EqI_2(\text{acetona}) = n^{\circ}EqI_2(\text{total}) - n^{\circ}EqI_2Na_2S_2O_3$$

$$n^{\circ}EqI_2(\text{acetona}) = (V \times N \times Fc) - (V \times N \times Fc)$$

$$n^{\circ}EqI_2(\text{acetona}) = (20 \times 10^{-3} \times 0,1 \times 0,8994) - (16,56 \times 10^{-3} \times 0,1 \times 1,0338)$$

$$n^{\circ}EqI_2(\text{acetona}) = 8,68272 \times 10^{-5}$$

$$n^{\circ}EqI_2(\text{acetona}) = n^{\circ}EqAcetona$$

$$n^{\circ}EqI_2(\text{acetona}) = \frac{m}{Eq.g}$$

$$Eq.g = \frac{MM}{6} = \frac{58,08}{6} = 9,68$$

$$8,68272 \times 10^{-5} = \frac{m}{9,68}$$



$$m = 8,40487296 \times 10^{-4} g$$

$$8,40487296 \times 10^{-4} g \text{ _____ } 5mL$$

$$x \text{ _____ } 500mL$$

$$x = 0,08405g$$

$$0,08405g \text{ _____ } 0,332g$$

$$y \text{ _____ } 100g$$

$$y = 25,31\%$$

O teor experimental de acetona encontrado na amostra comercial foi de aproximadamente 25,31%, valor inferior ao intervalo informado na FISPQ (2019) do removedor de esmalte comercial, cuja concentração varia entre 44% e 48%. Essa diferença sugere que a amostra analisada continha outras substâncias em sua formulação, reduzindo a porcentagem efetiva de acetona presente no produto. Além disso, possíveis erros experimentais também podem ter contribuído para a diferença observada, como perdas de iodo por volatilização, decomposição parcial do hipiodito e dificuldades na leitura do menisco durante a titulação.

Segundo Harris (2012), soluções contendo iodo apresentam elevada sensibilidade às condições do meio, podendo ocorrer perdas por evaporação e instabilidade química, fatores que afetam diretamente a exatidão das análises iodométricas. Além disso, Vogel et al. (2002) destacam que pequenas variações de temperatura, luminosidade e tempo de reação podem influenciar significativamente a estabilidade das espécies oxidantes envolvidas no processo analítico.

Dessa forma, apesar da diferença entre o valor experimental e o valor de referência comercial, os resultados obtidos demonstraram que o método iodométrico foi eficiente para determinação quantitativa da acetona, apresentando boa precisão e permitindo avaliar a composição da amostra analisada com confiabilidade satisfatória.

## Conclusões

Os resultados obtidos permitiram atingir os objetivos propostos, realizando com sucesso a padronização das soluções de tiosulfato de sódio 0,1 N e de iodo-iodeto 0,1 N, bem como sua aplicação na determinação quantitativa do teor de acetona em uma amostra comercial de removedor de esmalte por meio da titulação iodométrica. A prática possibilitou compreender os princípios das reações de oxidação-redução, bem como o comportamento do iodo e do tiosulfato nas análises volumétricas de iodometria.



A padronização da solução de tiosulfato mostrou-se uma etapa essencial para garantir maior exatidão e confiabilidade aos resultados analíticos, uma vez que a concentração real da solução titulante foi determinada experimentalmente. O fator de correção obtido ( $f_c = 1,0338$ ) apresentou valor próximo da unidade, indicando boa adequação da solução preparada e demonstrando a importância da padronização para minimizar erros sistemáticos durante os cálculos posteriores.

Da mesma forma, a padronização da solução de iodo-iodeto permitiu determinar sua concentração real, obtendo-se fator de correção igual a 0,8994. O valor inferior à unidade indicou que a concentração real da solução encontrava-se abaixo da concentração teórica inicialmente preparada, possivelmente devido à volatilização do iodo, decomposição parcial da solução durante o armazenamento ou pequenas imprecisões experimentais durante o preparo. A ausência de variação entre os volumes titulados nas três determinações (8,7 mL) evidenciou elevada precisão experimental, boa repetibilidade do método e adequado controle operacional durante a análise.

Na determinação do teor de acetona da amostra comercial, obteve-se valor experimental de aproximadamente 25,31%, inferior ao intervalo informado na FISPQ do produto, que varia entre 44% e 48%. Essa diferença pode estar relacionada à presença de outros componentes na formulação do removedor de esmalte, além de possíveis interferências experimentais, como volatilização do iodo, instabilidade do hipiodito, influência da luz, variações de temperatura e dificuldades na identificação precisa do ponto final da titulação.

Além disso, a baixa variação entre os volumes titulados demonstrou boa repetibilidade experimental e adequada execução da técnica volumétrica. O experimento também contribuiu significativamente para o desenvolvimento de habilidades práticas relacionadas ao preparo e padronização de soluções, utilização de vidrarias analíticas, execução de titulações e interpretação crítica dos resultados experimentais obtidos.

Portanto, a iodometria se mostra uma técnica analítica eficiente, sensível e confiável para determinações quantitativas envolvendo reações de oxidação-redução, apresentando grande importância em análises laboratoriais e no controle de qualidade de substâncias químicas presentes em produtos comerciais.

## Referências

- ANDRADE, J. C. de. Determinações iodométricas. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química. **Chemkeys**. 2018.
- BACCAN, N. et al. **Química analítica quantitativa elementar**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- COMPANHIA NACIONAL DE ALCOOL. **FISPQ: Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**: Removedor de Esmaltes à Base de Acetona – Zulu Seduction. Piracicaba, 2019.
- FREITAS, M. C. C. de. **Determinação do teor de iodo contido no sal de cozinha comercializado na cidade Breves-PA**. 2022. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.
- HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.



MARQUES, F. F. de C.; PEIXOTO, R. RA; DUYCK, C. B. DICROMATOMETRIA EM MICROESCALA: MOTIVAÇÃO PARA DIMINUIR OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO ENSINO DA QUÍMICA ANALÍTICA. *Química Nova*, v. 48, n. 8, p. e-20250176, 2025.

ROSENBROCK, L. C. C. **Estudo da degradação de formaldeído por processo Fenton**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química orgânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

VOGEL, A. I. **Análise química quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.