

Modelagem econométrica das demonstrações financeiras

Otávio Ribeiro de Medeiros*

INTRODUÇÃO

Como é de conhecimento geral, são abundantes os estudos empíricos em economia e finanças. No entanto, parece haver ainda uma carência de tais estudos na área contábil, especialmente no que se refere à procura de comprovação para as relações de causa e efeito que afetam as demonstrações financeiras. Nesse sentido, vale destacar Stowe, Collin e Robertson,¹ que procuraram estabelecer empiricamente – utilizando análise

canônica de correlação – as relações entre os dois lados do balanço patrimonial, com base na hipótese de que as decisões sobre investimento são tomadas separadamente das decisões de financiamento. Os resultados principais desse trabalho indicam, conforme previsto na teoria, que as empresas tendem a ajustar a maturidade de seus ativos à de seus passivos.

Ainda nessa linha, Marsh² mostrou – em estudo realizado no Reino Unido

* Doutor em economia pela University of Southampton, SU, Grã-Bretanha, professor da Universidade de Brasília. E-mail: otavio@unb.br

1 J. D. Stowe, J. W. Collin e T. D. Robertson, "Relationships between the two sides of the balance sheet: A canonical correlation analysis", *The Journal of Finance*, Vol. 35, n. 4, set 1980.

2 P. Marsh, "The choice between equity and debt: An empirical study", *The Journal of Finance*, Vol. 37, n. 1, mar 1982.

–, que as empresas são fortemente influenciadas pelas condições de mercado e pelos preços passados das ações, ao escolher entre capital próprio e capital de terceiros. Constatou ainda que as empresas parecem fazer suas escolhas de instrumentos financeiros tendo em mente metas de endividamento, as quais são estabelecidas em função do tamanho da empresa, do risco de falência e da composição dos ativos. Em outro artigo, Smith³ apresenta, sem testar, as bases teóricas para uma análise de regressão com dados em *cross-section* onde o lucro das empresas é explicado em função das vendas e dos ativos.

Diversos estudos utilizando métodos quantitativos, na fronteira entre a contabilidade gerencial e as finanças, são dignos de nota, mas não são exatamente estudos empíricos, e sim modelos matemáticos determinísticos. Dentre esses, poderíamos citar Warren e Shelton, com um

modelo de equações simultâneas voltado para o planejamento financeiro, Weingartner, com um modelo matemático de orçamento de capital e Carleton, com um modelo de programação linear para a determinação do nível de investimento, da política de dividendos e da relação entre capital próprio e de terceiros que maximiza o valor da ação.⁴

Recentemente, alguns trabalhos têm surgido no cenário acadêmico nacional, no sentido de incentivar e comentar a importância e a necessidade da produção de estudos empíricos na área contábil, tais como Theóphilo e Marion e Silva.⁵ No entanto, embora tenha se observado a produção de trabalhos utilizando métodos quantitativos na área contábil,⁶ aqueles que podem ser caracterizados como estudos empíricos propriamente ditos são escassos.⁷

A propósito, conforme relatado em Theóphilo,

-
- 3 T. Smith, "Development of an economic model for predicting company profits", *The Paper Store, Inc.*, U.K., dez 2000.
 - 4 J. M. Warren e J. P. Shelton, "A simultaneous equation approach to financial planning", *The Journal of Finance*, Vol. 26, n. 5, dez 1971; H. M. Weingartner, *Mathematical programming and the analysis of capital budgeting problems*. Chicago, Markham Publishing Company, 1967; W. T. Carleton, "An analytical model for long-range financial planning", *The Journal of Finance*, mai 1970, pp. 140-158.
 - 5 C. R. Theóphilo, "Algumas reflexões sobre pesquisa empírica em contabilidade", Caderno de Estudos Fipecafi, São Paulo, Vol. 10, n. 19, set-dez 1998, pp. 9-15; J. C. Marion e L. B. Silva, "Contabilometria: Novo campo de estudos para a contabilidade", *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, Ano 15, n. 59, 1986.
 - 6 S. Figueiredo e H. Moura, "A utilização dos métodos quantitativos pela contabilidade", *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, Ano 30, n. 127, jan 2001.
 - 7 J. David Jr. "A utilização de métodos quantitativos na contabilidade gerencial: Uma abordagem empírica", I Seminário USP de Contabilidade, 2001, São Paulo, USP, out 2001.

a utilização de testes empíricos por pesquisadores contábeis treinados em métodos de finanças, em meados dos anos 60, levou a resultados discrepantes com relação aos estabelecidos pela teoria contábil.⁸

Desde então, teria havido uma maior preocupação na área, levando à busca de teorias e de hipóteses passíveis de refutação, com base nos estudos empíricos.

Por esta razão, um dos objetivos do presente trabalho é contribuir para o desenvolvimento dos estudos empíricos na área contábil. Outro objetivo é o de testar objetivamente a utilização de modelos de regressão como instrumento de validação de hipótese sobre as relações contábeis e de base para elaboração de projeções financeiras de empresas, a partir de demonstrações publicadas. Dessa forma, o estudo poderá contribuir para a ampliação dos estudos empíricos contábeis, enriquecendo o conhecimento sobre a natureza das relações contábeis, a análise econômico-financeira das empresas e a elaboração de projeções, com seus diversos desdobramentos.

Buscou-se, assim, averiguar premissas que são normalmente aceitas como verdadeiras, nas relações entre as variáveis que compõem as demonstrações financeiras. Nessa linha, procurou-se

aqui testar empiricamente as relações causais entre as variáveis componentes das demonstrações financeiras, tais como ativo e passivo circulante, ativo permanente, patrimônio líquido, receitas e custos, bem como a forma como estas são determinadas em função de variáveis de mercado, como oferta, demanda e preço, e entre estas e variáveis econômicas exógenas, tais como o nível de renda, a taxa de câmbio e preços internacionais.

Para isso, um modelo de equações simultâneas foi desenvolvido, com base em relações econômicas e contábeis que supostamente explicariam o comportamento das contas patrimoniais ao longo do tempo. As variáveis de balanço e demonstração de resultados foram agregadas em blocos. No ativo, os blocos são o ativo circulante, composto pelo disponível, contas a receber e estoques e o ativo permanente. No passivo, são o passivo circulante, e o passivo permanente, composto pelo exigível de longo prazo e o patrimônio líquido. Na demonstração de resultados, são considerados a receita bruta de vendas, um bloco agregando os custos e despesas totais, e finalmente o lucro líquido.

As variáveis componentes do balanço e da demonstração de resultados, acima mencionadas, relacionam-se entre si e com variáveis

8 C. R. Theóphilo, op. cit., p. 4.

exógenas macroeconômicas: o PIB, o preço de uma importante *commodity* internacional e a taxa de câmbio. O teste ampliado de Dickey-Fuller⁹ foi aplicado a todas as variáveis, visando verificar a existência de raízes unitárias, cuja existência tor-

naria espúrias as relações econométricas estimadas.

O modelo foi estimado com séries históricas referentes às demonstrações financeiras anuais publicadas da Petrobrás, entre 1991 e 2001, deflacionadas pelo IGP-DI.



O MODELO

Para atingir os objetivos mencionados, desenvolveu-se um modelo de equações lineares simul-

tâneas, no qual as equações estruturais têm a seguinte forma geral:

$$Y_t = \mu_0 + \mu_1 X_{1t} + \mu_2 X_{2t} + \dots + \mu_n X_{nt} + u_t \quad (1)$$

onde Y_t é a variável dependente, X_i , $i = 1, \dots, n$, as variáveis independentes, u_t são desvios aleatórios e μ_i , $i = 0, \dots, n$ são parâmetros ou coeficientes a serem estimados. O índice subscrito t refere-se ao período de tempo. Além das equações estruturais, algumas equações do modelo são identidades contábeis e outras são relações matemáticas.

O modelo é composto de três blocos interligados: um bloco que explica como as variáveis de mercado (demanda, oferta e preço) são determinadas pelas variáveis exógenas, um segundo bloco que estabelece as variáveis que compõem a demonstração de resultados (receita

bruta, custos e lucro líquido), e um terceiro bloco que mostra como as variáveis de balanço são determinadas.

Após um processo em que foram experimentadas formulações alternativas, as equações foram finalmente especificadas conforme a seguir. As variáveis que compõem o modelo estão em maiúsculas.

O MERCADO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO

Tendo em vista a Petrobrás constituir-se, na prática, num monopólio no mercado de derivados de petróleo no Brasil, as variáveis de mercado são virtual-

9 D. A. Dickey e W. A. Fuller, "Distribution of estimators for time series regressions with a unit root", *Journal of the American Statistical Association*, n. 74, 1979, pp. 427-431.

mente as próprias variáveis de demanda e oferta nacionais agregadas de derivados de petróleo.

O consumo ou demanda agregada por derivados de petróleo no Brasil (*Demanda*) é especificada como uma função de demanda tradicional, determinada, segundo a teoria, pelo preço do produto, isto é, o preço médio dos derivados de petróleo no Brasil (*Pre-*

ço) e pelo nível de renda do país, representado pelo Produto Interno Bruto (PIB). Em consonância com a teoria econômica, a função de demanda deve ser declinante em relação ao preço (quanto menor o preço, maior a demanda) e ascendente em relação ao PIB (quanto maior a renda, maior a demanda). Portanto, tem-se

$$Demanda_t = \alpha_0 + \alpha_1 Preço_t + \alpha_2 PIB_t + u_{1t} \quad (2)$$

$$\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0$$

Por sua vez, a oferta de derivados de petróleo no Brasil (*Oferta*) é função ascendente de *Preço* e declinante da variável resultante do produto (*Price* \times *Câmbio*), que é o preço internacional do petróleo convertido para reais. As razões econômicas para essa formulação são:

a. uma empresa monopolista depara-se

com uma curva de demanda declinante e possui uma curva de oferta ascendente e decide a combinação preço – oferta que maximiza o seu lucro;¹⁰

b. a empresa ajusta a oferta e/ou o preço interno dos derivados de petróleo ao preço internacional do petróleo e/ou ao câmbio. Então,

$$Oferta_t = \beta_0 + \beta_1 Preço_t + \beta_2 Price_t \cdot Câmbio_t + u_{2t} \quad , \quad (3)$$

$$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$$

Uma identidade faz-se necessária, na qual a oferta e demanda se igualam, ou seja,

$$Oferta_t \equiv Demanda_t \quad (4)$$

10 Sobre determinação da oferta em situação de monopólio, cf. W. Baumol, *Economic theory and operations analysis*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1977, p. 401.

Essa parte do modelo é um sistema que reproduz as relações fundamentais de um mercado de oferta e demanda, que pode ser encontrado abundantemente na literatura econômica e econométrica, como, por exemplo, em Wallis, Kmenta, Dhrymes, bem como em diversos trabalhos empíricos voltados para mercados de *commodities* específicos, tais como Adams e Behrman; Banks; Fisher, Cootner e Baily; Medeiros e Wickens.¹¹ A determinação da demanda, da oferta e do preço são os resultados desse bloco, variáveis que são fundamentais para a determinação do bloco da demonstração de resultados e do balanço.

As variáveis *Demanda*, *Oferta* e *Preço* são endógenas, enquanto PIB, *Price* e *Câmbio* são exógenas.

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS

A seguir estão as variáveis e as relações que compõem a demonstração de resultados. A receita bruta de vendas (*Receita*) é o resultado da multiplicação do volume físico de vendas (*Oferta*) pelo preço médio de venda (*Preço*) do mix de produtos, isto é, o preço médio do conjunto de derivados de petróleo consumidos no país a cada ano:

$$Receita_t = Preço_t \cdot Oferta_t \quad (5)$$

O *Custo*, por sua vez, é função do volume físico de vendas (*Oferta*) e do custo dos insumos. Dada a impossibilidade de obtenção de custos dos diversos insumos utilizados na produção, foi utilizado como *proxy* o preço do insumo mais relevante, neste caso o preço internacional do pe-

tróleo (*Price*), que é obviamente uma variável exógena. Tendo em vista que tal preço precisa ser convertido para a moeda nacional, é necessário utilizar para isso a taxa de câmbio real (*Câmbio*), isto é da taxa de câmbio deflacionada pelo IGP-DI. Assim, tem-se:

11 K. F. Wallis, *Introductory econometrics*, Londres, Gray-Mills, 1973; J. Kmenta, *Elements of econometrics*, Nova York, MacMillan, 1971; P. J. Dhrymes, *Econometrics*, Nova York, Harper, 1970; F. G. Adams e J. R. Behrman, *Econometric models of world agricultural commodity markets*, Cambridge, Mass., Ballinger, 1976; F. E. Banks, *An econometric analysis of the copper market*, Cambridge, Mass., Ballinger, 1974; F. M. Fischer, P. H. Cootner e M. N. Baily, "An econometric model of the world copper industry", *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 3, n. 2, 1972, pp. 568-609; O. R. Medeiros, "O mercado brasileiro de minério de ferro", *Revista Brasil Mineral*, São Paulo, Vol. 115, 1994, pp. 32-33; M. R. Wickens, "An aggregate econometric model of the world copper market", *Metals and Mineral Research*, Londres, 1980.

$$\text{Custo}_t = \gamma_0 + \gamma_1 \text{Oferta}_t + \gamma_2 (\text{Price}_t \cdot \text{Câmbio}_t) + u_{3t} \quad (6)$$

$$\gamma_1 > 0, \gamma_2 > 0.$$

O lucro líquido (*Lucro*) é obtido pela diferença entre receita bruta de vendas (*Receita*) e o conjunto englobando custos e despesas totais (*Custo*).

$$\text{Lucro}_t = \text{Receita}_t - \text{Custo}_t \quad (7)$$

As variáveis *Receita*, *Lucro* e *Custo* são endógenas, enquanto *Price* e *Câmbio* são exógenas.

O BALANÇO

Com relação às variáveis do balanço

patrimonial, supõe-se que o *Ativo Circulante*, mantenha relação direta e positiva com a receita bruta (*Receita*), uma vez que, quanto maior a receita bruta, maior deverá ser o investimento em ativos de curto prazo (disponível, estoques, contas a receber, e outros). Assim,

$$\text{Ativo Circulante}_t = \delta_0 + \delta_1 \text{Receita}_t + u_{4t}, \delta_1 > 0. \quad (8)$$

A especificação do *Ativo Permanente* é oriunda da teoria econômica, mais especificamente tem origem na teoria de investimento estabelecida no trabalho seminal de Jorgenson,¹² por sua vez baseada na teoria neoclássica de acumulação ótima de capital. Nesse trabalho, utilizou-se o modelo de ajustamento parcial de Nerlove,¹³ postulando que o investimento real seja uma fração do investimento

necessário para atingir o estoque de capital desejado. Se o investimento real é dado por $I_t = K_t - K_{t-1}$, onde K_t é o estoque de capital na data t , então:

$$K_t - K_{t-1} = (1 - \lambda) \cdot (K_t^* - K_{t-1}),$$

onde K_t^* é o estoque de capital desejado. Assumindo que a relação

12 D. W. Jorgenson, "Capital theory and investment behavior", *American Economic Review*, Vol. 53, mai 1963, pp. 247-259.

13 M. Nerlove, *Distributed lags and demand analysis*, Washington, DC, US Department of Agriculture, Agriculture Handbook, n. 141, 1958.

capital-produto determina o estoque de capital desejado, então

$$K_t^* = \alpha \cdot Y_t,$$

onde α é a relação capital-produto (constante) e Y_t o produto. Decorre das duas equações acima que

$$K_t = \alpha \cdot (1 - \lambda) \cdot Y_t + \lambda \cdot K_{t-1},$$

onde K_t é o estoque de capital, Y_t é o produto e α e λ são constantes. Portanto, o estoque de capital num dado

momento é determinado pelo nível da produção (*Oferta*) e pelo estoque de capital do período anterior.

Transportando para a contabilidade, isto significa que o *Ativo Permanente* seria função crescente do volume físico das vendas (*Oferta*) e do próprio ativo permanente do exercício anterior. Assim, a equação que descreve a determinação do ativo permanente será:

$$\text{Ativo Permanente}_t = \chi_0 + \chi_1 \text{Oferta}_t + \chi_2 \text{Ativo Permanente}_{t-1} + u_{5t} \quad (9)$$

com $\chi_1 > 0$, $\chi_2 > 0$. O realizável a longo prazo (*Realizável LP*) é a variável de folga, obtida pela diferença entre o passivo total e os demais itens do ativo.

Do lado do passivo, partiu-se da premissa de que as empresas em geral procuram ajustar a maturação dos seus ativos com o vencimento dos seus passivos. De acordo com Van Horne, essa premissa reflete o *hedging approach*, no qual “cada ativo deverá ser coberto por um instrumento de financiamento com a mesma maturidade aproximada”.¹⁴ Conforme citado anteriormente, a premissa de que as empresas se comportam dessa forma foi confirmada em-

piricamente por Stowe, Collin e Robertson¹⁵ em estudo realizado nos Estados Unidos. Entretanto, de acordo com a teoria atualmente aceita – relativa à administração do capital de giro –, uma parte do capital de giro ou capital circulante líquido,¹⁶ que é a chamada necessidade de investimento em capital de giro (*NIG*), resultado da diferença entre ativo circulante operacional e passivo circulante operacional, é de natureza permanente e deve ser também financiada com passivos de longo prazo. Esse é o conceito definido como “equilíbrio financeiro”, em Assaf Neto e Silva,¹⁷ no qual a soma dos ativos de longo

14 J. C. Van Horne, *Financial management and policy*, 10 ed., Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1995, p. 386.

15 Idem, p. 973.

16 Capital circulante líquido (*CCL*) é a diferença entre ativo circulante e passivo circulante.

17 A. Assaf Neto e C. A. T. Silva, *Administração do capital de giro*, São Paulo, Atlas, 1995, p. 57.

prazo com a necessidade de investimento em capital de giro¹⁸ deve ser financiada por recursos de longo prazo.

Por outro lado, a decisão de a empresa se financiar, ao longo do tempo, com maior montante de capital próprio ou de capital de terceiros é um tema ainda não totalmente resolvido. Conforme conhecido trabalho de Modigliani e Miller, não existiria para as empresas uma combinação econômica ótima entre capital próprio e capital de terceiros, pois o valor da empresa independeria da relação capital próprio/capital de terceiros, havendo apenas uma economia de imposto de renda propiciada pelas despesas financeiras associadas ao capital de terceiros. Apesar disso, as empresas certamente não escolhem entre capital próprio ou de terceiros, ao longo do tempo, de modo aleatório, mas sim de acordo com certos critérios.

Marsh mostrou que, no Reino Unido, na escolha entre capital próprio e de terceiros, as empresas são influenciadas pelas condições do mercado e pelos preços passados das debêntures, além de usarem metas de endividamento, estabelecidas em função do tamanho da empresa, do risco de falência e da composição dos ativos.

De qualquer forma, não se buscou, no presente trabalho, explanação empírica para o montante de capital próprio *versus* capital de terceiros, pois isso seria suficientemente complexo para merecer um estudo à parte. Optou-se por tentar explicar a determinação do capital total utilizado, isto é, a variável dependente *Passivo Permanente*¹⁹ que é a soma do patrimônio líquido com exigível a longo prazo. A equação que descreve o *Passivo Permanente* foi postulada como:

$$\text{Passivo Permanente}_t = \eta_0 + \eta_1 \text{Ativo Permanente}_t + \eta_2 \text{Passivo Permanente}_{t-1} + u_{6t} \quad (10)$$

onde $\eta_1 > 0$ e $\eta_2 > 0$.

Para o *Passivo Circulante*, foi adotada a suposição de que o mesmo é determinado pelo *Ativo Circulante*, refletindo também a hipótese de que a em-

presa mantém uma certa proporção entre seus passivos de curto prazo e os seus ativos de curto prazo, isto é, mantém um controle efetivo sobre o seu capital circulante líquido. Dessa forma,

18 A soma do *CCL* com a *NIG* é denominada Necessidade Total de Financiamento Permanente. Cf. Assaf Neto e Silva, op. cit.

19 Terminologia utilizada em Assaf Neto e Silva, op. cit., p. 63.

$$\text{Passivo Circulante}_t = \phi_0 + \phi_1 \text{Ativo Circulante}_t + u_{7t}, \phi_1 > 0 \quad (11)$$

Além das equações estruturais (8), referente ao balanço patrimonial, as (9), (10) e (11), há, dentro do bloco identidades contábeis a seguir:

$$\text{Ativo Total}_t \equiv \text{Ativo Circulante}_t + \text{Ativo Permanente}_t + \text{Realizável LP}_t \quad (12)$$

$$\text{Passivo Total}_t \equiv \text{Passivo Circulante}_t + \text{Passivo Permanente}_t \quad (13)$$

$$\text{Ativo Total}_t \equiv \text{Passivo Total}_t \quad (14)$$

As variáveis dependentes são *Ativo Circulante*, *Ativo Permanente*, *Realizável a LP*, *Ativo Total*, *Passivo Circulante*, *Exigível a LP*, *Patrimônio Líquido*, *Passivo Total*, *Demanda*, *Oferta*, *Preço*, *Custo*, *Receita* e *Lucro Líquido*.

RESULTADOS

O teste ampliado de Dickey-Fuller²⁰ resultou na rejeição da hipótese nula de existência de raízes unitárias para todas as variáveis do modelo, tendo-se assim considerado que as séries de dados são estáveis no período considerado.

O modelo foi aplicado à Petrobrás – Petróleo Brasileiro S/A, tendo-se utilizado uma série histórica de balanços e demonstrações de resultados, em reais,

deflacionados pelo índice geral de preços (IGP-DI), para o período 1991-2001, com data-base em dezembro de 2001. Tais dados foram obtidos através do banco de dados da Economática. As equações foram estimadas pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E), de modo a evitar a ocorrência de parâmetros enviesados e inconsistentes.²¹ Os dados referentes ao PIB, ao consumo aparente de derivados do petróleo

20 D. A. Dickey e W. A. Fuller, op. cit.

21 Para detalhes, cf. J. Johnston, *Econometric methods*, 2. ed., Tóquio, McGraw-Hill, 1972; J. Kmenta, op. cit.; K. F. Wallis, *Topics in applied econometrics*, Londres, Gray-Mills, 1973; P. J. Dhrymes, op. cit.

no Brasil e do IGP-DI foram obtidos via Internet, no site Ipeadata, do Ipea. O preço internacional do petróleo utilizado foi o preço "Dubai" em US\$/barril, obtido no site da BP - British Petroleum. Todos os dados foram transformados em números índice (1991=100) para fins de regressão.

As equações estimadas estão mostradas a seguir, juntamente com as estatísticas principais: coeficiente de determinação R^2 , estatística t entre parênteses, estatística de Durbin-Watson (DW) para autocorrelação e o valor p do teste do multiplicador de Lagrange de White para heteroscedasticidade.²² Nas equações

(16), (18), (20) e (22), tendo-se detectado evidências de heteroscedasticidade dos resíduos, utilizou-se a matriz de covariância consistente com heteroscedasticidade de White²³ de modo a evitar o viés das estatísticas t . O teste de normalidade de Jarque-Bera²⁴ resultou na aceitação da hipótese nula de normalidade dos resíduos em todas as regressões.

O MERCADO

A primeira equação desse bloco é a equação de demanda nacional por derivados de petróleo:

$$Demanda_t = 23,42 - 0,33 Preço_t + 0,16 PIB_t \quad (15)$$

(1,02) (-4,67) (5,39)

$R^2 = 0,82$; $DW = 2,04$; $p = 0,26$

Esse resultado está de acordo com a teoria econômica: o coeficiente correspondente ao Preço é negativo e o correspondente ao PIB é positivo, conforme esperado. A demanda mostra-se inelástica com relação ao preço e à ren-

da, como revelam a elasticidade-preço e a elasticidade-renda médias de $-0,334$ e $0,157$, respectivamente, o que era de se esperar tendo em vista serem os derivados de petróleo bens essenciais.²⁵

A expressão (16), a seguir, é a equação estimada para a oferta de derivados

22 H. White, "A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity", *Econometrica*, Vol. 48, 1980, pp. 817-838.

23 Idem.

24 A. K. Bera e C. M. Jarque, "An efficient large-sample test for normality of observations and regression residuals", Australian National University Working Papers in *Econometrics*, Vol. 40, Camberra, 1981.

25 Sobre cálculo das elasticidades, cf. A. C. Chiang, *Fundamental methods of mathematical economics*, 2. ed., Tóquio, McGraw-Hill, 1974, p. 202.

de petróleo, com o preço de venda como variável dependente, tal como em Wallis,²⁶ de modo a evitar a multicolinearidade decorrente do elevado coeficiente de cor-

relação (0,87) entre as variáveis explanatórias *Preço* e (*Price* × *Câmbio*), o que acarretaria perda de precisão na estimação dos coeficientes.²⁷

$$Preço_t = -152,38 + 1,15 Oferta_t + 1,62(Price_t \cdot Câmbio_t) \quad (16)$$

(-1,46)
(1,67)
(4,68)

$R^2 = 0,71$; $DW = 2,09$; $p = 0,04$

A equação (16) pode ser reformula-

da, colocando-se a *Oferta* como variável dependente:

$$Oferta_t = 132,5 + 0,87 Preço_t - 1,40 (Price_t \cdot Câmbio_t) \quad (17)$$

Esse resultado também corresponde ao esperado pela teoria econômica: a oferta aumenta à medida que aumenta o preço do produto. Por outro lado, variações no preço internacional do petróleo ou no câmbio provocam um aumento do preço interno dos derivados de petróleo ou uma redução da oferta. A hipótese de que o parâmetro associado à *Oferta* é igual a zero é rejeitada ao nível de 0,08. Isso implica em que, apesar de a Petrobrás ser um monopólio estatal, seus preços não são, de um modo geral, controlados ou fixados pelo

governo, ou seja, ela opera como um monopólio privado.²⁸ Caso contrário, a hipótese de que o parâmetro referente à *Oferta* é igual a zero seria aceita, e o *Preço*, para a empresa, seria pré-determinado.

A DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS

A equação de custo mostra que o custo total aumenta de acordo com o nível de oferta e com o preço dos insumos, o que é o resultado esperado.

$$Custo_t = -165,99 + 1,54 Oferta_t + 1,35(Price_t \cdot Câmbio_t) \quad (18)$$

(-1,90)
(2,66)
(4,64)

$R^2 = 0,71$; $DW = 1,97$; $p = 0,01$

A equação (18) é a única que é ne-

cessário estimar nesse bloco, pois a receita bruta (*Receita*) é resultado de

26 K. F. Wallis, *Topics in applied econometrics*, op. cit.

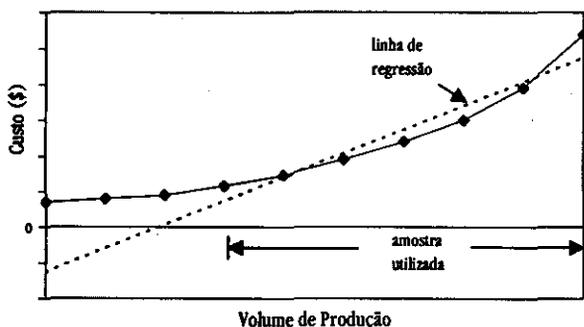
27 Sobre os efeitos da multicolinearidade, cf. J. Johnston, op. cit., p. 160.

28 W. Baumol, op. cit., p. 401.

Preço multiplicado pela *Oferta* e o lucro líquido (*Lucro*) é o resultado de *Receita* menos *Custo*. Cabe uma discussão sobre o fato de o sinal de o intercepto ser negativo. Conforme colocado por Belkaoui,²⁹ embora seja tentador interpretar o intercepto como o custo fixo, isto não é correto, a menos que a amostra contenha dados bem próximos ao nível de produção zero, pois o ajusta-

mento por regressão linear se altera conforme a amostra utilizada. Além disso, como mostrado por Baumol³⁰ e Horngern,³¹ as curvas de custo total não são, de fato, lineares. Assim, outra explicação para um intercepto negativo é que o prolongamento, na direção da origem, da reta estimada resulta num falso intercepto negativo, conforme mostra a Figura 1.

FIGURA 1
CUSTO TOTAL (FALSO INTERCEPTO)



O BALANÇO

Os resultados das regressões relativas ao balanço estão a seguir. De

acordo com a equação (19), o ativo circulante é explicado pela receita bruta, conforme anteriormente especificado.

$$\text{Ativo Circulante}_t = -57,89 + 0,96 \text{ Receita}_t \quad (19)$$

(-1,89) (4,52)

29 A. Belkaoui, *Quantitative methods in accounting: A procedural guide for professionals*, Nova York, Quorum Books, 1987, p. 125.

30 Idem, p. 290.

31 C. T. Horngern, *Cost accounting*, 3. ed., Londres, Prentice Hall International, 1972, p. 808.

$$R^2 = 0,65; DW = 1,98; p = 0,45$$

A equação (20), a seguir, confirma a hipótese de que o estoque de capital, num dado período, é expli-

cado pela oferta e pelo estoque de capital do período anterior, conforme preconizado pela teoria econômica.

$$\begin{aligned} \text{Ativo Permanente}_t = & -49,80 + 0,41 \text{Oferta}_t + & (20) \\ & (-1,75) & (2,57) \\ & + 1,03 \text{Ativo Permanente}_{t-1} \\ & & 6,24 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,86; DW = 2,07; p = 0,02$$

A equação (21), a seguir, mostra que o passivo de curto prazo é determinado em 60% pelo ativo circulante, além do termo constante. O único problema aqui é que apesar de os coeficientes serem bastante significativos pelo teste t , o R^2 obtido é baixo, o que pode estar indicando a falta de uma ou mais variáveis

explanatórias. A introdução de uma variável de tendência temporal (*time-trend*) elevou o R^2 para 0,75, e gerou uma estatística t de 2,62, mas decidiu-se não considerá-la, por falta de uma justificativa econômica consistente. Não foram encontradas outras variáveis significativas que elevassem o R^2 com as demais tentativas realizadas.

$$\begin{aligned} \text{Passivo Circulante}_t = & 75,00 + 0,60 \text{Ativo Circulante}_t & (21) \\ & (3,91) & (2,55) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,48; DW = 2,09; p = 0,02$$

Quanto ao passivo permanente, o resultado para a equação (22) evidencia que os recursos de longo prazo utilizados pela empresa, isto é, a soma dos capitais próprio e de ter-

ceiros, pode ser explicado pelo estoque de ativo permanente do mesmo período e pelo estoque de passivos permanentes do período anterior, confirmando as hipóteses iniciais.

$$\begin{aligned} \text{Passivo Permanente}_t = & -20,71 + 0,43 \text{Ativo Permanente}_t & (22) \\ & (-1,55) & (1,82) \\ & + 0,83 \text{Passivo Permanente}_{t-1} \\ & & (3,95) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,94; DW = 2,01; p = 0,02$$

Conforme especificado no Modelo, o Realizável a Longo Prazo é determina-

do pela diferença entre o *Passivo Total* e a soma do *Ativo Circulante* e *Ativo Permanente*.

PROJEÇÕES

Um desdobramento dos resultados obtidos para as regressões é a elaboração de projeções das demonstrações financeiras. As projeções das variáveis de mercado (demanda, oferta e preço) são obtidas através da solução do sistema oferta-demanda, gerando as equações em forma reduzida.³² A determinação das demais variáveis endógenas ocorre sequencialmente. Os custos e despesas totais são determinados pela oferta, pelo preço internacional do petróleo e pela taxa de câmbio. Em seqüência, são determinados a receita bruta (preço \times oferta) e o lucro líquido (receita bruta menos custos). O ativo circulante é determinado pela receita bruta, o ativo permanente pela oferta, o passivo circulante pelo ativo circulante, o passivo permanente pelo ativo permanente e o realizável a longo prazo por diferença. Todos os valores estão em moeda constante de dezembro de 2001.

Para desenvolver as projeções das demonstrações financeiras da Petrobrás, foi necessário estimar as variáveis exógenas. Com essa finalidade, um cenário econômico foi idealizado para o período 2002-2004. Nesse cenário, o preço internacional do petróleo (*Iprice*) aumentaria em 3% em 2002 e 2% nos anos subsequentes, em dólares americanos. O PIB brasileiro cresceria 1,5% em 2002, 2,5% em 2003 e 4,0% em 2004. A taxa de câmbio real aumentaria 32,3% em 2002, devido a uma grande instabilidade econômica e política no Brasil neste ano, 5,0% em 2003, e 2% em 2004, respectivamente. Substituindo esses valores nas equações adequadas, projeções de balanços patrimoniais e de demonstrações de resultados referentes a 2002-2004 são obtidas. Tais projeções estão mostradas no Quadro 1, juntamente com os valores observados em 2001.

32 Equações onde as variáveis dependentes endógenas são funções apenas das variáveis exógenas. Cf. J. Kmenta, op. cit.

QUADRO 1
DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS OBSERVADAS (2001)
E PROJETADAS (2002-2004), EM MILHÕES DE R\$.

Balço Patrimonial	31/12/2001	31/12/2002	31/12/2003	31/12/2004
Ativo				
Ativo Circulante	34.096,00	34.984,34	37.500,03	41.163,30
Realizável a LP	11.822,97	15.188,58	15.381,23	13.782,82
Ativo Permanente	29.679,99	28.332,47	26.756,42	25.308,39
Ativo Total	75.598,96	78.505,39	79.637,68	80.254,51
Passivo				
Passivo Circulante	21.968,98	23.536,10	24.499,01	25.901,20
Passivo Permanente	53.550,98	54.969,29	55.138,67	54.353,31
Passivo Total	75.519,96	78.505,39	79.637,68	80.254,51
Demonstração de Resultados				
	2001	2002	2003	2004
Receita Bruta	80.289,98	82.976,10	87.393,05	93.824,84
Custos e Despesas	(70.375,99)	(77.499,11)	(82.303,39)	(86.833,80)
Lucro Líquido	9.913,99	5.476,99	5.089,66	6.991,04

Os números relativos a 2001 e as projeções para 2002 confirmam a hipótese de busca pelo equilíbrio financeiro. O passivo permanente cobre com folga os ativos de longo prazo, o que seria utilizado para financiar a parte do capital circulante líquido que tem características permanentes, isto é, a

necessidade de investimento em capital de giro. Pode-se perceber nas projeções que a resposta ao aumento nos ativos de longo prazo foi um crescimento menos que proporcional no passivo permanente, o que foi permitido pela redução do capital circulante líquido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos parecem bastante animadores. Os parâmetros obtidos nas regressões são significativos pelo teste *t* de Student,

têm os sinais previstos na especificação do modelo e os coeficientes R^2 são, com exceção de apenas um, todos satisfatórios.

Assim, as evidências podem reforçar o interesse pela aplicação de modelos de regressão à contabilidade, tanto com o propósito de testar empiricamente as relações entre as variáveis de natureza contábil e as interações entre estas e variáveis exógenas, de natureza macroeconômica ou de mercado, quanto o de se realizar projeções, ainda que em formato bastante agregado.

O estudo mostra que a empresa estudada parece procurar a manutenção de um equilíbrio financeiro, utilizando recursos de longo prazo para financiar sua necessidade total de financiamento permanente.

Talvez a principal restrição ao trabalho seja o grau de agregação adotado. Como visto, não se procurou explicar a formação das contas que compõem os blocos, tais como disponível, estoques, valores a receber, fornecedores etc. No entanto, embora a desagregação pudesse trazer maiores detalhes sobre a formação das contas individuais, optou-se por uma visão mais global, onde o comportamento dos blocos pudesse ser vislumbrado como resultado das decisões gerenciais fundamentais.

Deve-se levar em conta que, pelo fato de a empresa escolhida para o teste ser, na prática, um monopólio, há certas

particularidades que tornam o estudo em questão um caso singular. Torna-se necessário, portanto, adaptar e testar a metodologia com outros tipos de empresa, para que se possa chegar a conclusões mais generalizadas.

Finalmente, espera-se que os resultados obtidos possam ser um estímulo para a continuidade e a ampliação das pesquisas empíricas aplicadas às ciências contábeis. Nesse sentido, parece adequado sugerir outros estudos, dentro de objetivos similares. Por exemplo, seria interessante averiguar o processo decisório de alocação de capital próprio *versus* capital de terceiros nas empresas brasileiras, tendo em vista as peculiaridades da economia brasileira, com um mercado financeiro onde existem taxas de juros subsidiadas, fazendo com que muitas vezes, ao contrário do que diz a Teoria das Finanças, não seja a qualidade econômica do investimento o que define a sua escolha, mas sim a estrutura de capital selecionada, a qual pode alterar a atratividade do investimento, conforme enfatizado em Assaf Neto. Outra investigação instigante seria pesquisar como ocorrem as decisões relativas à utilização de empréstimos em moeda nacional *versus* moeda estrangeira.



REFERÊNCIAS

- ADAMS, F. G. & BEHRMAN, J. R. *Econometric models of world agricultural commodity markets*, Cambridge, Mass., Ballinger, 1976.
- ASSAF NETO, A. & SILVA, C. A. T. *Administração do capital de giro*, São Paulo, Atlas, 1995.
- BANKS, F. E. *An econometric analysis of the copper market*, Cambridge, Mass., Ballinger, 1974.
- BAUMOL, W. *Economic theory and operations analysis*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1977.
- BELKAOUTI, A. *Quantitative methods in accounting: A procedural guide for professionals*, Nova York, Quorum Books, 1987.
- BERA, A. K. & JARQUE, C. M. "An efficient large-sample test for normality of observations and regression residuals", Australian National University Working Papers in *Econometrics*, Vol. 40, Camberra, 1981.
- BP – BRITISH PETROLEUM. Disponível em: www.bp.com/downloads/1086/bp_stats_history.xls.
- CARLETON, W. T. "An analytical model for long-range financial planning", *The Journal of Finance*, mai 1970, pp. 140-158.
- CHANG, A. C. *Fundamental methods of mathematical economics*, 2. ed., Tóquio, McGraw-Hill, 1974.
- DAVID JR., J. "A utilização de métodos quantitativos na contabilidade gerencial: Uma abordagem empírica", I Seminário USP de Contabilidade, 2001, São Paulo, USP, out 2001.
- DHRYMES, P. J. *Econometrics*, Nova York, Harper, 1970.
- DICKEY, D. A. & FULLER, W. A. "Distribution of estimators for time series regressions with a unit root", *Journal of the American Statistical Association*, n. 74, 1979, pp. 427-431.
- ECONOMÁTICA. Base de dados e software para análise de investimentos. (www.economatica.com.br).
- FIGUEIREDO, S. & MOURA, H. "A utilização dos métodos quantitativos pela contabilidade", *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, Ano 30, n. 127, jan 2001.
- FISCHER, F. M.; COOTNER, P. H. & BAILY, M. N. "An econometric model of the world copper industry", *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 3, n. 2, 1972, pp. 568-609.
- HORNGERN, C. T. *Cost accounting*, 3. ed., Londres, Prentice Hall International, 1972.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. (www.ipeadata.gov.br)
- JOHNSTON, J. *Econometric methods*, 2. ed., Tóquio, McGraw-Hill, 1972.
- JORGENSEN, D. W. "Capital theory and investment behavior", *American Economic Review*, Vol. 53, mai 1963, pp. 247-259.

- KMENTA, J. *Elements of econometrics*, Nova York, MacMillan, 1971.
- MARION, J. C. U & SILVA, L. B. "Contabilometria: Novo campo de estudos para a contabilidade", *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, Ano 15, n. 59, 1986.
- MARSH, P. "The choice between equity and debt: An empirical study", *The Journal of Finance*, Vol. 37, n. 1, mar 1982.
- MEDEIROS, O. R. "O mercado brasileiro de minério de ferro", *Revista Brasil Mineral*, São Paulo, Vol. 115, 1994, pp. 32-33.
- NERVOLE, M. *Distributed lags and demand analysis*, Washington, DC, US Department of Agriculture, Agriculture Handbook, n. 141, 1958.
- SMITH, T. "Development of an economic model for predicting company profits", *The Paper Store, Inc.*, U.K., dez 2000.
- SPSS 10.0 for Windows. Software econométrico.
- STOWE, J. D.; COLLIN, J. W. & ROBERTSON, T. D. "Relationships between the two sides of the balance sheet: A canonical correlation analysis", *The Journal of Finance*, Vol. 35, n. 4, set 1980.
- THEÓFILO, C. R. "Algumas reflexões sobre pesquisa empírica em contabilidade", Caderno de Estudos Fipecafi, São Paulo, Vol. 10, n. 19, set-dez 1998, pp. 9-15.
- VAN HORNE, J. C. *Financial management and policy*, 10 ed., Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1995.
- WALLIS, K. F. *Topics in applied econometrics*, Londres, Gray-Mills, 1973.
- . *Introductory econometrics*, Londres, Gray-Mills, 1973.
- WARREN, J. M. & SHELTON, J. P. "A simultaneous equation approach to financial planning", *The Journal of Finance*, Vol. 26, n. 5, dez 1971.
- WEINGARTNER, H. M. *Mathematical programming and the analysis of capital budgeting problems*. Chicago, Markham Publishing Company, 1967.
- WHITE, H. "A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity", *Econometrica*, Vol. 48, 1980, pp. 817-838.
- WICKENS, M. R. "An aggregate econometric model of the world copper market", *Metals and Mineral Research*, Londres, 1980.

