Comunicação 4

Riscos cambiais e a administração financeira de uma subsidiária estrangeira *

CLÓVIS DE FARO **

1 — Introdução

Um dos problemas que mais aflige administradores de empresas multinacionais é o referente ao risco de variações cambiais. O fato de que os desempenhos de subsidiárias estrangeiras, as quais operam localmente com valores denominados nas unidades monetárias dos países hóspedes, sejam aferidos em termos da unidade monetária do país da matriz, faz com que se torne sumamente importante a adoção de medidas acauteladoras (*hedging procedures*) contra os efeitos adversos resultantes de variações nas taxas de câmbio entre as moedas dos países em pauta. A importância da necessidade da criteriosa aplicação de tais medidas é evidenciada nos freqüentes relatórios, descrevendo pesadas perdas e, em alguns casos, ganhos, chegando ambos aos milhões de dólares, que têm sido divulgados por grandes empresas multinacionais.[1]

* Adaptado do 3.º capítulo da dissertação doutoral, inédita, "Programming the Short-Term Financial Decisions of a Foreign Subsidiary in a Devaluation-Prone Environment", submetida ao Departamento de Engenharia Industrial da Universidade de Stanford (maio de 1974). Agradecimentos são devidos ao Prof. James V. Jucker por comentários e sugestões. Obviamente, os resultados apresentados são de exclusiva responsabilidade do autor.

** Do Instituto de Pesquisas do IPEA.

1 Veja, por exemplo, Richard K. Goeltz, "Economic Factors in Forecasting Currency Changes", *in Columbia Journal of World Business*, vol. 8, n.º 1 (Primavera de 1973), pp. 73-77; e Bernard A. Lietaer, *Financial Management of Foreign Exchange: An Operational Technique to Reduce Risk* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1971), pp. 4-5.

Contudo, apesar do muito que se tem escrito com relação à necessidade de adoção de medidas acauteladoras e de como implementá-las,[2] poucos são os trabalhos que, integrando tais medidas no processo de administração financeira relativa à operação normal da subsidiária estrangeira considerada, apresentam modelos realmente suscetíveis de coerente aplicação prática. Uma exceção é o trabalho desenvolvido por Lietaer,[3] o qual, até onde sabemos, parece ser o único que tem sido implementado com sucesso na prática corrente. Considerando-se o modelo de Lietaer, focalizado aqui somente em sua versão unitemporal, este artigo tem por finalidade enfocar a relevância da incorporação de uma componente que foi negligenciada em sua formulação original.

2 — O modelo de Lietaer

Em sua essência, o modelo de Lietaer nada mais é do que uma adaptação, ao problema em pauta, daquele que foi originalmente idea-

2 Entre outros: Business International, *Hedging Foreign Exchange Risks*, Management Monograph n.º 49 (New York, 1971); Gunter Dufey, "Corporate Finance and Exchange Rate Variations", *in Financial Management*, vol. 1, n.º 2 (Verão de 1972), pp. 51-57; William R. Folks, Jr., "Decision Analysis for Exchange Risk Management", *in Financial Management*, vol. 1, n.º 3 (Inverno de 1972), pp. 101-112; William L. Furlong, "Minimizing Foreign Exchange Losses", *in Accounting Review*, vol. 41, n.º 2 (abril de 1966), pp. 244-252; Christopher M. Korth, "Survival Despite Devaluation: Reducing Overseas Exposure", *in Business Horizons*, vol. 14, n.º 2 (abril de 1971), pp. 47-52; Eugene L. Schotanus, "A Strategy for Coping with Exchange Risks", *in Management Accounting*, vol. 52, n.º 7 (janeiro de 1971), pp. 45-49; Alan C. Shapiro, "Management Science Models for Multicurrency Cash Management", *in* Alexandrides C. G. (ed.), *International Business Systems Perspectives* (Atlanta, Georgia: School of Business Administration, Georgia State University, 1973); Robert Schulman, "Corporate Treatment of Exchange Risk", *in Journal of International Business Studies*, vol. 1, n.º 1, (Primavera de 1970), pp. 83-88; e H. W. Allen Sweeny, "Protective Measures Against Devaluation", *in Financial Executive*, vol. 36, n.º 1 (janeiro de 1968), pp. 28-29.

3 Bernard A. Lietaer, "Managing Risks in Foreign Exchange", *in Harvard Business Review*, vol. 48, n.º 2 (março-abril de 1970), pp. 127-138, e *Financial Management of Foreign Exchange: An Operational Technique to Reduce Risk* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1971).

lizado por Markowitz[4] para a seleção de *portfolios*, ou carteiras de títulos e ações. Como tal, no presente contexto, seu objetivo é a determinação do conjunto de estratégias que, integrando políticas financeiras e medidas acauteladoras, sejam ditas eficientes, isto é, procura-se a obtenção da chamada fronteira de eficiência, que é o lugar geométrico das estratégias tais que, para um dado nível de retorno esperado, minimizem a variância do retorno (ou, alternativamente, tais que, para um dado nível de variância de retorno, maximizem o retorno esperado). Uma vez obtida a fronteira de eficiência, cabe então ao administrador selecionar a estratégia que melhor atenda às suas preferências pessoais.

De uma maneira extremamente sucinta, vejamos os elementos fundamentais do modelo de Lietaer. Lançando mão da nomenclatura de Lietaer,[5] seja $R_i' = A_i + \tilde{C}_i'$, onde $\tilde{C}_i$ é uma variável aleatória com média zero e variância V_i' e que denota a incerteza associada à estimativa A_i, o retorno (ou custo) unitário relativo à i-ésima variável de política financeira, ou de medida acauteladora, associada à administração da subsidiária considerada. Suponha-se agora que seja estimado que, com probabilidade igual a P, haverá uma desvalorização à taxa $\tilde{D} = W + \tilde{C}_D$, onde $\tilde{C}_D$ é uma variável aleatória com média nula e variância V_D', da unidade monetária do país da subsidiária em relação àquela do da matriz. Então, de acordo com Lietaer, o administrador central perceberá um retorno (custo) unitário igual a:

$$\tilde{R}_i = \tilde{R}_i' + B_i \tilde{d} \tilde{D}$$

onde $\tilde{d}$ é uma variável aleatória com distribuição de Bernoulli e que assume o valor *1* com a probabilidade P estimada para uma desvalorização no período considerado, e B_i é um coeficiente de exposição à variação cambial que se associa a variável em apreço.

4 Harry M. Markowitz, *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* (New York: John Wiley and Sons, Inc., 1959).

5 Bernard A. Lietaer, *Financial Management of Foreign Exchange: An Operational Technique to Reduce Risk* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1971), p. 17.

Supondo-se que $\tilde{d}$, $\tilde{R}_i$ e $\tilde{D}$ sejam mutuamente independentes,[6] determina-se então que a média e a variância de $\tilde{R}_i$ são respectivamente iguais a:

$$E_i = E\,[\tilde{R}_i] = A_i + B_i PW$$
$$V_i = \sigma^2 [\tilde{R}_i] = V_i' + B_i^2 V_D$$
$$(\text{onde } V_D = P\,[W^2 (1 - P) + V_D'])$$

Por outro lado, considerando-se um par de instrumentos de administração financeira, atentando-se para o fato de que $\tilde{R}_i'$ e $\tilde{R}_j'$ podem estar diretamente correlacionados[7] e observando-se a influência de uma possível variação cambial, determina-se também que a covariância entre $\tilde{R}_i$ e $\tilde{R}_j$ é igual a:

$$V_{ij} = cov\,(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j) = cov\,(\tilde{C}_i, \tilde{C}_j) + B_i B_j V_D$$

Designando-se por X_i o nível, expresso em termos da unidade monetária do país da matriz e determinado à taxa cambial corrente, do i-ésimo instrumento, segue-se que o retorno total no período conside-

[6] Enquanto que a hipótese de independência entre $\tilde{d}$ e $\tilde{D}$ encontra algum suporte na análise apresentada por Robert Schulman, *op. cit.*, a de independência entre D e $\tilde{R}_i'$ é demasiadamente simplista, principalmente no caso em que se esteja tratando de uma subsidiária localizada em uma economia inflacionária. Contemplando este último caso, a dissertação mencionada contém um capítulo onde é relaxada esta hipótese restritiva.

[7] Enquanto que estimativas de médias e variâncias podem ser conseguidas de uma maneira relativamente fácil e intuitiva, por exemplo mediante o emprego do procedimento adotado no método PERT, o mesmo não pode ser dito a respeito de estimativas de covariâncias. Este requisito, do mesmo modo que no modelo de Markowitz, representa um entrave para a aplicação prática do modelo de Lietaer. Na dissertação mencionada, é apresentado um modelo de índice, que representa um paralelo àquele desenvolvido por William F. Sharpe, "A Simplified Model for Portfolio Analysis", *in Management Science*, vol. 9, n.º 2 (janeiro de 1973), pp. 277-293, o qual elimina esse problema.

Sobre o emprego do método PERT, ver Donald G. Malcom, John H. Rosenboon, Charles E. Clark e Willard Fazar, "Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation", *in Operations Research*, vol. 7, n.º 5 (1959).

rado, $\tilde{R} = \sum_{i=1}^{n} X_i \tilde{R}_i$, onde n é o número de instrumentos, tem média e variância respectivamente iguais a:

$$E = E[\tilde{R}] = \sum_{i=1}^{n} E_i X_i$$

$$V = \sigma^2[\tilde{R}] = \sum_{i=1}^{n} V_i X_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i = 1}^{n} V_{ij} X_i X_j$$

Tomando-se como objetivo a maximização da função $Z = E - \lambda V$, onde λ é um parâmetro variando no intervalo $[0, \infty)$, e considerando-se o conjunto de restrições impostas à administração da subsidiária, tem-se então um problema de programação quadrática, paramétrica, cuja solução gerará a fronteira de eficiência.[8]

3 — Incorporação de uma componente negligenciada

Como se deduz do que foi apresentado em outro estudo,[9] a expressão adotada por Lietaer para $\tilde{R}_i$ é incompleta, pois que deixa de incorporar a influência da variação cambial em $\tilde{R}_i'$. A comprovação dessa afirmativa pode ser derivada através da análise do seguinte exemplo, de caráter ilustrativo.

Suponhamos que a subsidiária faça uma aplicação local de K unidades de capital, expressas em termos da moeda do país da subsidiária, aplicação essa que rende à taxa de juros $\tilde{R}_i'$ por período. Tendo em vista que o valor corrente da taxa de câmbio é t_0, expresso em unidades monetárias do país da matriz por unidade de

8 Um procedimento extremamente eficiente para resolução de tal problema é o chamado método extenso (*long-form method*) do algoritmo de Philip Wolfe, "The Simplex Method for Quadratic Programming", *in Econometrica*, vol. 27, n.º 3 (julho de 1959), pp. 382-398.

9 Clóvis de Faro e James V. Jucker, "The Impact of Inflation and Devaluation on the Selection of an International Borrowing Source", *in Journal of International Business Studies*, vol. 4, n.º 2 (Outono de 1973), pp. 97-104. É necessário ressaltar que o presente artigo foi escrito restringindo-se a uma análise sob o enfoque determinístico. Uma extensão probabilística pode ser encontrada em James V. Jucker e Clóvis de Faro, "The Selection of International Borrowing Sources", a sair *in Journal of Financial and Quantitative Analysis* (setembro de 1975).

moeda do da subsidiária, segue-se que a matriz percebe a inversão de Kt_0 unidades de capital. No fim do período considerado, a subsidiária recolherá $K\ (1 + \tilde{R}'_i)$ unidades de capital, as quais, tendo em vista que se espera uma desvalorização que leve a taxa cambial ao valor (aleatório) $\tilde{t}_1$, serão vistas pela matriz como uma receita de $K\ (1 + \tilde{R}'_i)\ \tilde{t}_1$ unidades de capital. Por conseguinte, para a matriz, a taxa de juros efetivamente auferida na aplicação descrita será a taxa $\tilde{R}_i$ tal que:

$$Kt_0\,(1 + \tilde{R}_i) = K\,(1 + \tilde{R}'_i)\,\tilde{t}_1$$

Conseqüentemente, tendo em vista que, por definição, a taxa de desvalorização cambial é igual a $\tilde{D} = (t_0 - \tilde{t}_1)/t_0$, podemos escrever:

$$\tilde{R}_i = \tilde{R}'_i - \tilde{D} - \tilde{D}\tilde{R}'_i$$

Portanto, em termos gerais, considerando-se a variável aleatória $\tilde{d}$ indicadora de variação cambial e o coeficiente de exposição B_i, na hipótese em que este último seja o mesmo tanto para o principal investido como para os juros auferidos, segue-se que a expressão correta para $\tilde{R}_i$, correspondente a uma inversão local à taxa $\tilde{R}'_i$, é:

$$\tilde{R}_i = \tilde{R}'_i + B_i\tilde{d}\,\tilde{D}\,(1 + \tilde{R}'_i)$$

Considerando-se a incorporação da parcela $B_i\tilde{d}\tilde{D}\tilde{R}'_i$, vejamos agora quais serão as modificações nas expressões relativas à média e variância do retorno total $\tilde{R}$. Antes de mais nada, devido ao fato de termos que trabalhar com combinações de receitas e despesas, é preciso atentar a que a incorporação da parcela mencionada obriga a uma modificação na convenção de sinais originalmente adotada por Lietaer. Na convenção original, tínhamos $\tilde{R}'_i > 0$ com $B_i \leqslant 0$ para o caso de receitas, trocando-se ambos os sinais no caso de despesas. Agora, passaremos a considerar $\tilde{R}'_i$ e B_i em valores absolutos e será introduzida uma nova variável, L_i, tal que: $L_i = 1$, se o índice i for associado a um instrumento que implica receita; $L_i = -1$, se implica despesa. Sob a nova convenção, a expressão genérica para $\tilde{R}_i$ passa a ser escrita como:

$$\tilde{R}_i = L_i\,[\tilde{R}'_i - B_i\tilde{d}\,\tilde{D}\,(1 + \tilde{R}'_i)]$$

Então, sob as mesmas hipóteses de independência que no modelo original de Lietaer, segue-se que agora:

$$E_i = E\,[\tilde{R}_i] = L_i\,[A_i - B_i PW\,(1 + A_i)]$$

$$V_i = \sigma^2[\tilde{R}_i] = L_i^2 \left\{[1 - B_i P\,[2W - B_i\,(W^2 + V'_D)]]\,V'_i + B_i^2 (1 + A_i)^2\,V_D\right\}$$

$$V_{ij} = cov\,(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j) = L_i L_j \left\{[1 - P\,[W(B_i + B_j) - B_i B_j (W^2 + V'_D)]]\, cov\,(\tilde{C}_i, \tilde{C}_j) + B_i B_j\,(1 + A_i)\,(1 + A_j) V_D\right\}$$

A simples observação dos resultados acima permite-nos concluir que as expressões relativas à média e à variância de $\tilde{R}$ passarão a ser bem mais complexas do que as apresentadas no modelo original de Lietaer. Resta saber se, numericamente, os resultados diferem significantemente do ponto de vista prático.

4 — Comparação numérica com o modelo de Lietaer

Objetivando-se a apresentação de uma clara indicação do impacto numérico causado pela incorporação da parcela $B_i \tilde{d}\tilde{D}\tilde{R}'_i$, torna-se interessante o exame de um exemplo concreto, de caráter ilustrativo, que seja resolvido considerando-se ou não a inclusão da parcela mencionada. Para tanto, procurando evitar a introdução de tendenciosidade, consideremos um exemplo numérico que é analisado pelo próprio Lietaer.[10]

4.1 — Especificação do exemplo

São consideradas sete variáveis financeiras, quatro alternativas de investimento e três de financiamento, cujas características, de acordo com a convenção de Lietaer, são, respectivamente:

Investimento 1 (nível X_1) :: totalmente exposto a uma desvalorização cambial ($B_1 = -1$), com uma taxa de retorno, relativa ao período considerado, tal que $A_1 = 0{,}20$ e $V'_1 = 0{,}0004$;

10 Lietaer, *op. cit.* pp. 28-32.

Investimento 2 $(X_2) :: B_2 = -0{,}5, A_2 = 0{,}15, V'_2 = 0{,}0001$, sendo que sua taxa de retorno é suposta completa e positivamente correlacionada com a relativa ao Investimento 1 $(\rho_{1,2} = 1)$;

Investimento 3 $(X_3) :: B_3 = -1, A_3 = 0{,}18, V'_3 = 0{,}0002$, com $\rho_{1,3} = -1$;

Investimento 4 $(X_4) :: B_4 = 0,\ A_4 = 0{,}10$ e $V'_4 = 0$;

Financiamento 1 $(X_5) :: B_5 = 1, A_5 = -0{,}12, V'_5 = 0{,}0001$, e disponível somente até o equivalente a 5.000 unidades de capital (de modo que $X_5 \leqslant 5.000$);

Financiamento 2 $(X_6) :: B_6 = 0, A_6 = -0{,}06, V'_6 = 0{,}0001$, com $X_6 \leqslant 6.000$;

Financiamento 3 $(X_7) :: B_7 = 1,\ A_7 = -0{,}16,\ V'_7 = 0{,}0002$, $\rho_{5,7} = 1$, com $X_7 \leqslant 10.000$.

Os dados apresentados por Lietaer permitem ainda determinar que as covariâncias não nulas, relativas às variáveis financeiras consideradas são: $cov\,(\tilde{C}_1, \tilde{C}_2) = 0{,}0002$, $cov\,(\tilde{C}_1, \tilde{C}_3) = -0{,}0003$, $cov\,(\tilde{C}_2, \tilde{C}_3) = -0{,}0001$ e $cov\,(\tilde{C}_5, \tilde{C}_7) = 0{,}0001$.

É especificado também que, além das condições triviais de não negatividade ($X_i \geqslant 0$ para todo i), a única outra restrição de interesse [11] é o requisito de que seja mantido um nível de capital de giro não inferior ao equivalente a 2.000 unidades de capital

$$\left(\sum_{i=5}^{7} X_i \geq 2.000 + \sum_{i=1}^{4} X_i\right).$$

Finalmente, com relação à previsão de uma desvalorização cambial no período considerado, é estimado que $Pr\ (d = 1) = 0{,}20$, com $w = 0{,}20$ e $V'_D = 0{,}0011$.

11 Na realidade, Lietaer considera ainda uma outra restrição, relativa ao requerimento de que se mantenha uma exposição líquida não-negativa. Porém, como pode ser facilmente verificado, deixamos de incluí-la por ser supérflua para o caso do exemplo considerado.

4.2 — Solução de acordo com o modelo original de Lietaer

Tendo em vista as fórmulas apresentadas na Seção 2 e os dados constantes da seção anterior, segue-se que as expressões da média e da variância do retorno total são respectivamente iguais a:

$$E = 0{,}16X_1 + 0{,}13X_2 + 0{,}14X_3 + 0{,}10X_4 - 0{,}08X_5 - 0{,}06X_6 - 0{,}12X_7$$

$$V = 0{,}0070X_1^2 + 0{,}0018X_2^2 + 0{,}0068X_3^2 + 0{,}0067X_5^2 + 0{,}0001X_6^2 + 0{,}0068X_7^2 + 0{,}0070X_1X_2 + 0{,}0126X_1X_3 - 0{,}0132X_1X_5 - 0{,}0132X_1X_7 + 0{,}0064X_2X_3 - 0{,}0066X_2X_5 - 0{,}0066X_2X_7 - 0{,}0132X_3X_5 - 0{,}0132X_3X_7 + 0{,}0134X_5X_7.$$

Então, tendo em vista que o particular programa de computador para programação quadrática a ser utilizado, o qual foi elaborado pela RAND,[12] foi escrito para minimização e considerando a parametrização da parte linear da função objetivo, segue-se que, de acordo com a forma original do modelo Lietaer, o conjunto de estratégias eficientes será gerado através da solução de:

$$min\ Z = -\mu E + V$$

com as restrições

$$\begin{aligned} -X_1 - X_2 - X_3 - X_4 + X_5 + X_6 + X_7 &\geq 2.000 \\ X_5 &\leq 5.000 \\ X_6 &\leq 6.000 \\ X_7 &\leq 10.000 \end{aligned}$$

mais $X_i \geq 0$ para todo i, e para todo $\mu \geq 0$.

Adotando-se a terminologia desenvolvida por Markowitz para seu modelo de seleção de *portfolios*,[13] a fronteira de eficiência correspondente à solução do problema acima pode ser especificada uma

12 L. Cutter e D. S. Pass, *A Computer Program for Quadratic Mathematical Models to be Used for Aircraft Design and Other Applications Involving Linear Constraints*. RAND Report R-516-PR, RAND Corporation (Santa Monica, Ca., June 1971).

13 Markowitz, *op. cit.*, pp. 23-26.

vez fornecidos os chamados *portfolios* de extremidade (*corner portfolios*)[14] os quais são listados no relatório de saída do código da RAND e que aparecem transcritos na Tabela 1.[15]

4.3 — Solução considerando-se a incorporação da componente negligenciada

Agora, considerando-se as fórmulas apresentadas na Seção 3 e a convenção de sinais ali adotada, segue-se que as "verdadeiras" expressões relativas à média e à variância do retorno total, para o caso do exemplo em apreço, são iguais respectivamente a:

$$E' = 0{,}152X_1 + 0{,}127X_2 + 0{,}1328X_3 + 0{,}10X_4 - 0{,}0752X_5 - 0{,}06X_6 - 0{,}1136X_7$$

$$V' = 0{,}0099X_1^2 + 0{,}0023X_2^2 + 0{,}0094X_3^2 + 0{,}0084X_5^2 + 0{,}0001X_6^2 + 0{,}0091X_7^2 + 0{,}0095X_1X_2 + 0{,}0182X_1X_3 - 0{,}0178X_1X_5 - 0{,}0184X_1X_7 + 0{,}0087X_2X_3 - 0{,}0085X_2X_5 - 0{,}0088X_2X_7 - 0{,}0175X_3X_5 - 0{,}0181X_3X_7 + 0{,}0175X_5X_7.$$

Mantendo-se o mesmo conjunto de restrições da seção anterior, segue-se que a fronteira de eficiência correspondente ao exemplo em estudo, para o caso em que se incorpore a componente negligenciada no modelo de Lietaer, será gerada através da minimização de $Z' = -\mu E' + V'$. A utilização do código da RAND conduz à obtenção dos *portfolios* de extremidade apresentados na Tabela 2.

4.4 — Confronto de soluções

O exame direto das expressões obtidas para E, E', V e V' apresenta evidência suficiente para concluir-se que, para o caso do exemplo considerado, a inclusão da componente negligenciada é numérica-

14 Uma vez fornecidos os *portfolios* de extremidade, a determinação completa da fronteira de eficiência é feita a partir da aplicação de fórmulas apresentadas por Philip Wolfe, "The Simplex Method for Quadratic Programming", *in Econometrica*, vol. 27, n.º 3, pp. 382-389.

15 Esta tabela difere da apresentada por Bernard Lietaer, *Financial Management ..., op. cit.*, pois que, como demonstrado na dissertação mencionada, a solução obtida por Lietaer está incorreta.

mente significante. Todavia, buscando ressaltar alguma das diferenças entre as soluções obtidas, é conveniente que se comente os seguintes aspectos.

Inicialmente, considerando-se as soluções de variância mínima, que são obtidas fixando-se $\mu = 0$, observamos que a estratégia correspondente, de acordo com o modelo original de Lietaer (*portfolio* de extremidade A) requer que se tome emprestado o estritamente suficiente para o atendimento do requisito de capital de giro. Por outro lado, após a inclusão da parcela negligenciada, vemos que a estratégia correspondente, A', indica que se tome emprestado um excesso a ser aplicado nas alternativas de Investimento 1 e 3. A explicação para tão acentuada diferença é encontrada no fato de que a incorporação mencionada fez com que as covariâncias finais entre as alternativas de Investimento 1 e 3 e a alternativa de Financiamento 1, que são negativas, tenham sido majoradas, em valores absolutos, a tal ponto que, na terminologia de Markowitz, torna interessante uma diversificação entre essas alternativas.

Uma outra grande diferença é aquela relativa ao comportamento da Variável X_2. Enquanto X_2 permanece igual a zero ao longo de toda a fronteira de eficiência, quando se adota o modelo de Lietaer, seu nível chega a 7.552,91 unidades de capital (estratégia H'), quando se inclui a componente negligenciada.

Finalmente, um aspecto que merece especial atenção é o fato de que, em geral, uma estratégia "eficiente" determinada segundo o modelo original de Lietaer não será eficiente quando analisada incorporando-se a componente negligenciada. A título de ilustração, suponhamos que, sendo colocado diante da Tabela 1, o tomador de decisões selecione a estratégia eficiente à qual corresponde o retorno total esperado igual a 150 unidades de capital. Então, fixando-se $\overline{E} = 150$, pode-se demonstrar que a correspondente estratégia "eficiente" é tal que as variáveis em níveis positivos são:

$X_1 = 1710{,}81,\ X_3 = 2188{,}41,\ X_4 = 24{,}47,\ X_5 = 3856{,}46,\ X_6 = 2067{,}23,$ com $V = 1808{,}84.$

Por outro lado, levando-se em conta as expressões para E' e V', segue-se que os verdadeiros valores para a média e a variância do retorno total correspondente à estratégia acima são, respectivamente:

Tabela 1

Portfolios *de extremidade, de acordo com o modelo original de Lietaer*

Extremo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
μ	0	0.07	0.09	10.21	13.40	30.00	32.28	167.28	1085.86	1330.00
E	—120.59	—120.59	—120.48	145.77	253.79	392.29	393.07	723.47	1039.31	1080.00
V	394.12	394.12	394.13	1765.40	3040.64	6046.14	6070.55	39033.52	236949.70	286100.00
X_1	0.00	0.00	1.27	1690.14	2218.11	2381.80	2404.27	7907.39	16965.52	19000.00
X_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X_3	0.00	0.00	0.00	2161.97	2837.34	2734.51	2720.39	7724.84	2034.48	0.00
X_4	0.00	0.00	0.00	0.00	624.77	3883.69	3875.33	3367.76	0.00	0.00
X_5	29.41	29.30	30.53	3809.86	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00
X_6	1970.59	1970.70	1970.74	2042.25	2680.22	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
X_7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10000.00	10000.00	10000.00

Tabela 2

Portfolios *de extremidade, após a incorporação da componente negligenciada*

Extremo	A′	B′	C′	D′	E′	F′	G′	H′	I′	J′
μ	0	9.14	13.60	30.00	58.58	64.17	221.34	228.23	1162.76	2128.00
E′	—113.74	88.19	228.62	363.87	370.87	381.32	680.44	702.17	904.28	1016.00
V′	394.30	1317.33	2914.03	5862.17	6172.52	6813.39	49514.70	55050.96	201682.50	385500.00
X_1	45.21	1408.27	2094.53	2246.81	2512.14	2703.76	5764.97	4936.31	14531.31	19000.00
X_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4619.27	7552.91	4468.69	0.00
X_3	55.87	1781.95	2650.30	2531.49	2324.50	2483.00	6949.46	6510.78	0.00	0.00
X_4	0.00	0.00	974.61	4221.70	4163.37	4160.43	1666.30	0.00	0.00	0.00
X_5	129.61	3361.78	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00
X_6	1971.51	1828.43	2719.44	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
X_7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	347.19	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00

$E' = 139{,}07$ (uma redução de 7,29%) e $V' = 2358{,}35$ (um acréscimo de 30,38%).

Além do mais, considerando-se a Tabela 2 e fixando-se $\overline{E'} = 139{,}07$, pode-se mostrar que a correspondente estratégia eficiente é tal que:

$\overline{X}_1 = 1656{,}91, \overline{X}_3 = 2096{,}56, \overline{X}_4 = 353{,}12, \overline{X}_5 = 3955{,}33, \overline{X}_6 = 2151{,}25$ com $V' = 1823{,}56$.

5 — Conclusão

Embora o modelo de Lietaer seja da maior relevância, pois que representa um instrumento analítico de caráter prático, propiciando tomadas de decisão dentro de um enfoque racional, a análise apresentada permite que se conclua que, em princípio, não podemos confiar em resultados derivados a partir da aplicação de sua forma original. Quando cogitando de sua implementação, o analista deve tomar o cuidado de levar em consideração a incorporação da componente aqui discutida, sob pena de, caso contrário, conduzir a tomadas de decisão subótimas.