

Uma Análise de Risco do Segmento de Energia Elétrica

AUTOR

WENDEL ALEX CASTRO SILVA

Faculdade Novos Horizontes

wendelalex@terra.com.br

Resumo

A intenção neste estudo foi tomar como referência alguns índices setoriais apresentado no mercado acionário tais como os índices de telecomunicações (ITEL) e da indústria (INDX), além de outros mais específicos, tais como os índices de governança corporativa (ICG) e de ações com *Tag Along*, para medir o desempenho do índice de energia elétrica (IEE) em comparação a esses. Foram aplicadas algumas medidas estatísticas de avaliação de desempenho geralmente utilizadas nas avaliações de fundos. Efetivamente, constitui-se em prática comum no mercado acionário, avaliar a performance de seus ativos financeiros com base em modernas métricas ou modelos de equilíbrio. Essas técnicas partem principalmente do Capital Asset Price Model e da teoria da Média-Variância. Para concluir, pode-se afirmar que o desempenho do IEE tem sido conservador em relação a alguns índices de mercado aqui comparados. E quanto a algumas hipóteses, argumentamos que os resultados neste trabalho, podem estar contidos os efeitos de variáveis intervenientes do atual processo de regulamentação de preços, do setor em epígrafe, e possíveis impactos no mercado de capitais.

Medidas de risco do mercado acionário

Com o desenvolvimento do mercado financeiro -, em todo o mundo, no século XIX, os investidores começaram a procurar técnicas de avaliação de riscos mais avançadas para aplicarem em suas alocações de ativos. Contudo, sob a percepção dos agentes financeiros, ainda hoje, é comum se atribuir ao risco a uma noção primária de perda. Todavia, uma melhor definição desse fenômeno seria representada pelo senso que o risco se presta como fonte de lucratividade (Damodaran, 2008). Ou seja, risco é também uma medida de oportunidade.

Quanto à noção de classes de risco, percebe-se que algumas ações e/ou carteiras de ações são mais arriscadas do que outras. Além disso, o risco de um portfolio deverá ser sempre relativo aos títulos que o contém (Sharpe, 1995). Daí, uma importante medida associada a essa afirmação é a covariância que mede como os retornos variam em conjunto. Por exemplo, quando os ativos que formam uma carteira de investimento apresentar desvios positivos e negativos simultaneamente, a covariância será um número elevado. Se os desvios positivos e negativos ocorrerem em momentos distintos, a covariância será negativa. Por outro lado, se os desvios positivos e negativos não estiverem relacionados, ela tenderá a zero.

Em termos formais, deve ser observado que, quando todos os resultados conjuntos são igualmente prováveis, a covariância poderá ser expressa da seguinte forma para o ativo i e uma carteira de mercado k , do qual esse mesmo ativo faz parte. Isto é:

$$\sum_{i=1}^N \frac{\sigma_{ik}}{N} \quad (1)$$

Geralmente, as estimativas iniciais de variância e covariância são obtidas por meio de observações nas séries históricas dos ativos no mercado. Neste caso, é comum ajustar tais estimativas por $N/(N-1)$ para se mitigar o erro sistemático ou a tendenciosidade. Isto produz uma estimativa não viesada da variância, mas que apresenta uma desvantagem de ser ineficiente em relação à verdadeira variância (Elton, E. J. *et al.*, 2004).

Ressalta-se, também, que dentro da construção de carteira da média-variância de Markowitz (1959), a covariância é útil para muitas finalidades. Entretanto, ao dividir a covariância entre os retornos de dois ativos pelo produto dos desvios padrão dos dois ativos, obtém-se uma variável com as mesmas propriedades da covariância, só que dentro de um intervalo de -1 e +1. Essa medida, muito divulgada nos textos de finanças, e conhecida dos estatísticos, é o coeficiente de correlação. Como, até o momento, estamos relacionando apenas o ativo i com a carteira k , teremos:

$$\rho_{ik} = \frac{\sigma_{ik}}{\sigma_i \sigma_k} \quad (2)$$

Quando se divide o produto dos desvios-padrão não modifica as propriedades da covariância. Em virtude disso essa variável irá assumir valores normalizados entre as extremidades -1 e +1. No entanto, se ajustarmos esta variável pelos desvios-padrão dos retornos do ativo i a carteira de mercado k , teremos:

$$\rho_{ik} \frac{\sigma_k}{\sigma_i} = \frac{\sigma_{ik}}{\sigma_i \sigma_k} \times \frac{\sigma_k}{\sigma_i} = \frac{\sigma_{ik}}{\sigma_i \sigma_i} = \frac{\sigma_{ik}}{\sigma_i^2} = \beta_{ik} \quad (3)$$

Essa importante medida de sensibilidade corresponde, em termos de representatividade à inclinação ou beta da ação que mensura o risco de um ativo em relação à carteira de mercado. O procedimento padrão para se estimá-la, é por meio de análise de regressão dos retornos das ações (R_i) sobre os retornos de mercado (R_m) contida na equação do Capital Assets Pricing Model (CAPM). A expressão formal do modelo pode ser explorada na equação logo a seguir:

$$R_i = \alpha_i + \beta \times R_m + \varepsilon \quad (4)$$

Onde: α_i = interseção da regressão; β = inclinação da regressão = $\frac{\sigma_{ik}}{\sigma_i^2}$; ε = o erro da reta estimada.

É importante observar que além do CAPM apresentado em Sharpe (1964) existem outros modelos de equilíbrio para o mercado financeiro, tal como o Arbitrage Pricing Model (APT) apresentado em Ross (1976). Este é construído sob a hipótese de que os ativos devem ser precificado impedido as possibilidades de arbitragem no mercado. Consideram-se também várias fontes de risco do mercado, com betas relativos para cada uma dessas fontes como medidas da expectativa de retorno. Isto é:

$$R_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^{i=k} \beta_{ji} \times R_{ji} + \varepsilon \quad (5)$$

Onde: β_{ji} = Beta do investimento relativo do fator j; R_{ji} = Prêmio de risco para o fator j; ε = o erro da estimativa.

No APT a estimativa de retorno é resultado da conjugação da taxa livre de risco, do prêmio de risco de cada fator. De fato, ao se afastar da construção de carteiras eficientes, Ross (1976) calculou as relações entre taxas esperadas de retorno que anulariam lucros sem riscos por qualquer investidor nos mercados financeiros, em condições de eficiência. Isso gerou uma teoria de risco e retorno bastante semelhante ao CAPM (Bodie, Z. et al., 2000).

É praxe, em alguns casos, a partir da formulação padrão do CAPM, incorporar variáveis adicionais para que reflitam outras categorias de riscos. Por exemplo, as características dos mercados emergentes tais como prêmio de risco país e o prêmio de risco cambial. No caso do setor elétrico, objeto de nossa análise, por exemplo, existe a questão do risco regulatório que advém das relações estabelecidas e determinadas por meio de critérios que a princípio classificariamos como exógenos, tendo em vista o interesse público-privado. Sob essas condições, geralmente o sistema de preço se tornaria mais complexo, visto que tais questões não estariam apenas no âmbito de aplicação metodológica, mas também sob as diferentes expectativas de cada agente (empresas, acionistas e ente regulador).

Todavia, mesmo diante de algumas complexidades e peculiaridades percorridas em análise de investimentos, a partir do desenvolvimento do CAPM foi-se atribuindo a consideração conjunta do risco e do retorno. Assim, diante das inúmeras possibilidades de aplicação desse modelo, duas se destacam de maneira bastante consolidadas (Bruni, 1998): as aplicações nas decisões de investimento e a avaliação de performances de fundos mútuos de investimento. Das quais, neste texto será motivo de discussão apenas a segunda.

Aplicação do CAPM em Análise de *Performance* de Fundos de Investimento

Como foi citado, a segunda hipótese de aplicação do modelo de precificação de ativos financeiros consiste na avaliação da *performance* obtida por gestores de portfólio, onde risco e retorno são considerados de forma conjunta. Nestes termos, as análises de investimentos poderiam ser complementadas com alguns índices financeiros. Dentre os principais, existem aqueles que se baseiam diretamente no modelo CAPM (como o índice de Jensen) ou nas idéias formadoras do modelo (como índices de Sharpe e Treynor). A rigor, esses índices fornecem uma explicação simples e intuitiva entre retorno de um portfólio e o seu nível de risco. Eis os três índices tradicionais de avaliação de carteiras - por unidade de análise -, segundo Copeland & Weston (1992):

QUADRO 1 Índices de avaliação de carteira

Índice	Fórmula
SHARPE (ou razão recompensa – variabilidade)	$\frac{R_{jt} - R_{ft}}{\sigma_j}$

TREYNOR (análise de fundos)	$\frac{R_{jt} - R_{ft}}{\beta_j}$
JENSEN (ou índice de performance anormal)	$(R_{jt} - R_{ft}) - \beta_j (R_{mt} - R_{ft})$

Fonte: adaptado de Copeland & Weston (1992).

Uma vez que tais possibilidades de análises em torno do CAPM são apresentadas, antes de prosseguirmos em nosso caso, caberia ainda observar que alguns autores têm se utilizado da abordagem do CAPM para apresentar escalas de classificação setorial. Dentre os quais poderíamos citar: Damodaran (2002), Copeland (2000), Damodaran (2002a) e Kassai (2006). Observe a Tabela 9 em anexo, isso trará maior clareza à exposição a seguir.

Por exemplo, na tabela, se considerássemos os cruzamentos entre o *return on equity* (ROE) o beta – em Damodaran (2002)-, não seria possível, obter significância estatística, apesar da correlação positiva de (0,2988). Em relação ao índice de endividamento, a correlação foi de (-0,40) demonstrando a existência do risco de alavancagem financeira para aquele grupo setorial. Note-se que, o seguimento de energia é mais conservador, com o menor *beta* dessa escala. É importante ressaltar que em países como EUA, as informações sobre os níveis de risco são mais regularmente publicadas, além disso, para o mercado americano é atribuída maior liquidez dos títulos. Nestes termos, poder-se-ia também atribuir maior sensibilidade sobre seus índices e coeficientes. Copeland et al. (2000) apresentou seus critérios distintos em termos de período e fonte de pesquisa (enquanto, Damodaran utilizou dados de 1994, estes adotaram informação de 1981 da Wilshire Associates). Outro ponto importante refere-se aos betas alavancados destacados na pesquisa de Copeland et al. (2000). Esses betas, na verdade, estariam refletindo o risco daquelas ações, incluindo o risco financeiro implícito na alavancagem, de acordo com cada estrutura de capital a preços de mercado.

Note-se, entretanto, que os dados não são coincidentes em ambas as análises com mudanças de posições em relação à primeira escala. Isso evidencia a flexibilidade (ou subjetividade) de cada critério, além da volatilidade desse risco. Nestes termos, em casos de índices muitos diferentes, ou até conflitantes, esses autores orientam que se escolha o mais confiável ou, então se calcule uma média entre eles. Apesar de não demonstrarem-, quando se utilizam betas intra-setoriais ou betas de índices deve-se, também, tomar o mesmo cuidado sobre as discrepâncias. Note-se, desse modo, que apesar de ser útil para aproximar ao nível de risco de uma empresa, esse tipo de análise representa uma média setorial. Seria importante também condicioná-lo ao seu grau de dispersão. Veja a ilustração no gráfico 1, onde apresentaremos uma escala de risco intrasetorial formada pelo conjunto de empresas do setor de energia com maior volume de negociação na BOVESPA de 10/02/2006 a 22/02/2007 disponíveis no portal Risktech:

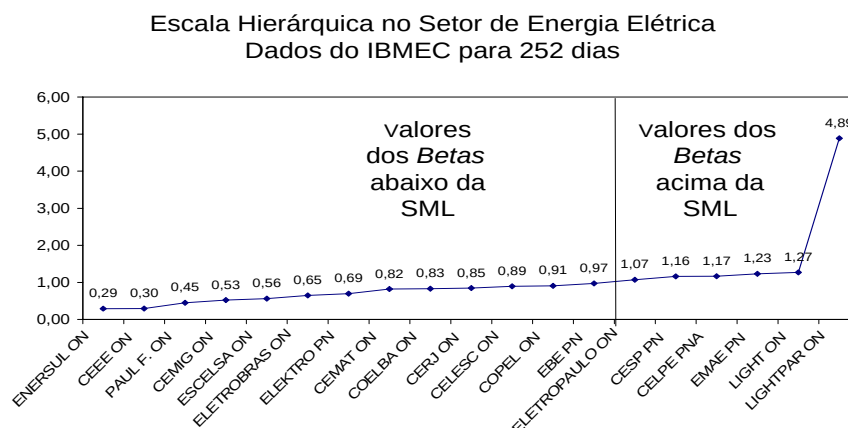


GRÁFICO 1 Escala hierárquica no setor de energia elétrica.

Sob tais resultados é possível perceber dois níveis de risco: daquelas empresas do setor elétrico que se encontram abaixo da Security Marketing Line (SML), em contraste com aquelas que apresentaram níveis de riscos maiores do que a carteira de mercado. Note-se que cerca de [70%] das empresas de energia apresentaram betas abaixo da SML. De fato isso se assemelha aos valores nas escalas apresentadas anteriormente por Damodaran (2002) e Copeland et al. (2000), ou seja, realçaria uma expectativa de risco, para o setor elétrico, menor do que a média de mercado. Em complemento a estes resultados, por meio de uma análise mais recente, Damodaran (2002a) apresentou novos betas setoriais das empresas americanas (Tabela 9). Além de maior detalhamento pela inserção de novos segmentos, em sua análise foram destacadas duas categorias de risco: betas alavancados e não-alavancados. Logo, preferimos simplificar e adaptá-la para a análise conjunta das referências já encontradas.

Cabe observar, que geralmente, em economias mais estáveis, conforme argumenta Kassai (2006), as empresas preferencialmente financiam-se com capitais de terceiro e uma menor parcela de capital próprio. No caso do setor de energia elétrica, existe uma estrutura sugerida pelo agente regulador de setor (aprox. 34%). Pode-se dizer que há uma estrutura de risco condicionada aos parâmetros comportamentais do setor. Por outro lado, os betas se tornariam diferentes devido ao estabelecimento de hipóteses mais subjetivas utilizadas na obtenção do risco pelo modelo CAPM, ou principalmente quando uma empresa ou analista optar por outras medidas correlatas de risco.

A despeito disso, em uma pesquisa com amostra de mil empresas brasileiras, situadas em diversos setores - em sua maioria de capital fechado -, Kassai (2006) calculou os coeficientes angulares segundo o conceito de risco total, e obteve uma escala de risco diferenciada dos autores anteriores. Nesta escala, os setores foram dispostos de acordo com uma escala decrescente medida por seus respectivos níveis de risco (Tabela 9). O índice determinante desse *ranking* é denominado índice de risco total (ITR), que resumidamente representa o risco total das empresas de um mercado. Ele se difere do *beta* de mercado, devido à exclusão da parcela de diversificação, ou melhor, do risco não-sistemático.

Em termos mais restritos, sobre os parâmetros metodológicos a serem observados e os resultados diferenciados de cada autor, temos que incluir a complexidade dessa análise, pois,

trata-se de teorias adaptadas para as estimativas de risco - *proxies*. Assim, uma limitação a ser enfrentada, conforme argumentos de Kassai (2006), é que no Brasil o grau de subjetividade é explícito, e ainda não se tem um padrão para esse tipo de abordagem. Ou seja, a noção de preços é recente, desde a estabilização da economia e dos níveis inflacionários.

Apesar disso, um dos principais atributos do beta, é sua possibilidade de utilização em escalas de riscos setoriais que sirvam como parâmetro para a aproximação do custo de capital das empresas brasileiras, ou mais especificamente, do custo do capital próprio, k_e . Sua utilidade, diante das limitações inerentes aos métodos de avaliação de uma variável tão subjetiva, permite que se iniciem análises mais profundas ou específicas de um negócio, como é o caso do setor de energia elétrica. Enfim, é com base nessas aferições e da importância científica existente em se abordar o tema do risco, que iremos sugerir nossa proposta de análise logo a seguir.

Análise comparativa de índices: resultados da avaliação de risco do setor elétrico

As escalas de risco são metodologias bastante simples para classificar empresas ou setores. Todavia, questões mais específicas do tipo comportamento e/ou estratégias de risco são as principais lacunas nesse tipo de análise. Desse modo, utilizaremos de uma abordagem mais robusta que permitirá além da classificação, a avaliação do desempenho dos índices setoriais e intersetoriais, tomando como referência o índice de eficiência energética. Isso corresponde à análise representativa de classes de risco.

Portanto, em nossa primeira tarefa será estimar o beta da proxy de mercado por meio da regressão do CAPM. Logo em seguida, buscaremos verificar o comportamento padrão de risco do conjunto das empresas que compõe cada índice setorial. Em síntese, nossa maior preocupação será mostrar a associação risco-retorno por diferentes classes de risco. Considera-se, nesse sentido, como classe de risco, os principais índices de carteira teórica presentes na avaliação de mercado acionário incluso na base de dados da BOVESPA (a rigor, nossos dados foram extraídos por meio da capitalização bursátil). Implicitamente, para exploração de nossos propósitos, estaremos apreendendo ao caso especial em que o beta de todos os títulos, quando ponderado pela proporção entre o valor de mercado de cada título e o da carteira é igual a 1. Isto é:

$$\sum_{i=1}^N X_i \beta_i = 1.$$

Para análise de desempenho, examinaremos inicialmente a variação do retorno do Índice de Energia Elétrica (IEE), que será nosso índice de referência, em comparação ao retorno da carteira de mercado. De forma semelhante, avaliaremos o nível de sensibilidade com outras classes. Quanto ao processo de aprendizado destacaremos as diferentes possibilidades correlações geradas por esse tipo de abordagem. É importante ressaltar que, para esse tipo de abordagem, considera-se que o mercado já esteja refletindo todas as variações dos preços dos títulos, como também o impacto da distribuição dos proventos. Assim, sob tal conjectura, reduzirá a necessidade de estabelecer alguns pressupostos.

Para a *proxy* da carteira de mercado, foram consideradas três possibilidades. Em suma, apesar de o mercado utilizar em sua maioria o índice BOVESPA, é possível utilizar no cálculo do CAPM outras *proxies* de acordo com grau de subjetividade e limitações de cada análise. Admitimos a partir daí que, tanto o IBrX 50 quanto o IBrX, seriam bons substitutos devido à existência de algumas premissas interessantes em torno desses índices. Por exemplo, o IBrX 50 é

um índice que mede o retorno total de uma carteira teórica composta por 50 ações selecionadas entre as mais negociadas na BOVESPA - em termos de liquidez -, e ponderadas na carteira pelo valor de mercado das ações disponíveis à negociação (i.e. são títulos de alta negociabilidade). Um outro índice mais amplo, o IBrX100, é composto por 100 papéis escolhidos em relação de ações classificadas em ordem decrescente por liquidez, de acordo com seu índice de negociabilidade com média dos últimos 12 meses. Note-se que, se assumirmos o beta como a medida adequada de sensibilidade, nos dois casos, estaremos comparando o desempenho do setor de energia elétrica em relação ao desempenho dos títulos de maior “liquidez”. Isso é possível, pois, nossa análise irá partir não apenas de um título individual, mas, em vez disso, consideraremos um portfólio de risco de comportamento agregado do segmento econômico considerado, o IEE. Na época dessa pesquisa, as empresas que compunham esse índice, num universo de 50 empresas negociadas na bolsa, eram apenas 13. Se incluíssemos também as empresas não negociadas, esse número seria inexpressivo em termos numéricos (0,81%). Mas, por outro lado, tais empresas representariam mais de 80% da produção de energia elétrica, o que tornaria este índice relevante para nossas aferições. A rigor, os valores de IEE serão comparados em termos de risco - e retorno médio -, com os seguintes índices ou categorias de risco, Quadro 2:

QUADRO 2 Índices e tipos dos principais papéis negociados na BOVESPA

Índice Bovespa, Índice IbrX 50 e Índice IbrX	“Proxy” da Carteira de Mercado
Índice ISE	Investimentos Socialmente Responsáveis
Índice IGC	Ações com Governança Corporativa
Índice ITAG	Tag Along Diferenciado
Índice IVBX-2	Índice Valor Bovespa – 2ª Linha
Índice ITEL	Classe de risco Telecomunicações
Índice INDX	Classe de risco Indústria

Fonte: BOVESPA (2007).

Cabe ressaltar que o IEE fornece a idéia de portfólio de comportamento, ou classe específica, portanto, representando a indústria de energia elétrica. No que concerne aos outros índices, uma idéia seria equipará os resultados ao conceito. Sobre tal aspecto, podemos notar que o IGC representa categorias de empresas com bons níveis de governança corporativa. Essas, geralmente são negociadas no novo mercado ou estão classificadas no nível 1 e 2 da BOVESPA. Um outro exemplo seria o índice *Tag Along* que é composto por empresas que dão maiores garantias aos acionistas minoritários mediante o pagamento de um prêmio equivalente à diferença entre o valor de mercado das ações e o valor pago por ação integrante do bloco de controle. Com isso presume-se menor risco para esse tipo de investimento. Nos propósitos desta análise, os dados serão ajustados pela equação do CAPM para medir como o risco de mercado estaria afetando o conjunto de empresas que compõe o IEE. Do mesmo modo, que iremos comparar com outras classes de riscos, tal como havíamos nos orientado inicialmente. Logo, o quadro a seguir apresenta uma descrição formal do nosso método de comparação, Quadro 3:

QUADRO 3 Índices utilizados na equação de regressão do CAPM

Índice	Período
IEE versus IBOVESPA, IbrX 50 e IbrX 100	Jan./1998 a Dez/2006
ISE versus IBOVESPA; IEE versus IBOVESPA	Nov./2005 a Dez/2006
IGC versus IBOVESPA; IEE versus IBOVESPA	Jun./ 2001 a Dez/2006

ITAG versus IBOVESPA; IEE versus IBOVESPA	Dez./2002 a Dez/2006
IVBX-2 versus IBOVESPA; IEE versus IBOVESPA	Jan./2001 a Dez/2006
ITEL versus IBOVESPA; IEE versus IBOVESPA	Jan./2002 a Dez/2006
INDX versus IBOVESPA; IEE versus IBOVESPA	Jan./2000 a Dez/2006

Fonte: dados da pesquisa

Essencialmente, as avaliações seguiram o período disponível na base de dados da BOVESPA. Considerando as especificidades de cada índice, foram então realizadas análises entre o risco-retorno das diferentes classes, tendo como base o IEE. Quanto ao tipo de correlação, optamos por uma comparação que levasse em conta o tamanho de cada série específica. Ou seja, o IEE obedeceria ao período de cada índice examinado. Eis os principais passos em nosso método por nível de procedimento:

(1) Cálculo do retorno esperado mensal tanto dos índices quanto da carteira de mercado a partir da formulação genérica: $E(R_{jt}) = E\left[\frac{(P_{j,t} - P_{j,t-1})}{P_{j,t-1}}\right]$. (2) Aplicação do modelo CAPM para aproximação do risco: $R(I_j) = \alpha + \beta(R_M) + e_j$. Onde, $R(I_j)$ = retorno do portfólio; $\beta(R_M)$ = retorno de Mercado Ajustado pelo Risco, α = parâmetro alfa. Por sua vez, e_j é a representação do erro aleatório do modelo em cada período “t” de tempo, com a sua premissa clássica $N(0, \sigma^2)$. (3) Cálculo dos retornos em duas unidades monetárias: Real (R\$) e Dólar (USD). Isso faz sentido, devido à possibilidade de contágio das sobrevalorizações (subdesvalorização) cambiais. Cabe ressaltar que o setor de energia elétrica também dependente de transferências de recursos externos. (4) Comparação dos índices específicos e setoriais com o IEE em relação ao mercado e as possíveis posições de risco: $\beta_j = 1$, quando o ativo replica o mercado; $\beta_j > 1$, para ativos mais agressivos e $\beta_j < 1$, para situações mais conservadoras. (5) Aplicação das medidas de avaliação no contexto de retorno e risco: (a) Índice de Sharpe, o (b) Índice de Treynor. (6) Aplicação do indicador de ajuste para que o beta reflita o risco total (IRT): $\beta_{TOTAL} = \beta_j / \sqrt{R^2}$. Por último, o cálculo do retorno em excesso por parcela de risco sistemático: $R_W = [E(R_j) - R_f] / R^2$.

Isso posto, apresentaremos logo a seguir as nossas análises. Eis os principais resultados:

TABELA 1 Retorno médio dos índices setoriais e específicos em relação ao IEE

	Retorno Médio Mensal em % - R\$	Retorno Médio Mensal em % - US\$	Retorno Médio IEE em % - R\$	Retorno Médio IEE em % - US\$
IBOVESPA	2,098%	1,877%	1,302%	1,27%
IBrX 50	2,122%	1,941%	1,302%	1,27%
IbrX 100	2,149%	1,841%	1,302%	1,27%
ITEL	1,265%	1,862%	2,23%	3,01%
INDX	2,166%	2,200%	1,71%	1,96%
IVBX-2	1,951%	2,212%	1,64%	2,05%
ISE	6,791%	7,723%	2,77%	3,27%
ITAG	4,766%	5,858%	3,74%	4,93%
IGC	4,349%	4,868%	2,14%	2,78%

Fonte: dados da pesquisa

Note-se que, na tabela 1 a posição de cada retorno evidencia uma escala de rentabilidade que sustentaria algumas argumentações sobre a existência fatores que levariam setores a ocupar determinadas posições em um *ranking*. Por exemplo, a rentabilidade do segmento de energia elétrica foi inferior ao industrial, ao passo que seu desempenho superou o de telecomunicações. É possível também perceber um comportamento cíclico entre os retornos setoriais e específicos. Desse modo, para os índices IGC, ITAG e ISE cujas séries são mais recentes, devido a certa combinação de fatores econômicos que influenciaram a economia, estes obtiveram melhor *performance* de retorno. Comparativamente, o IEE seguiu a mesma tendência quando o examinamos em períodos idênticos da série. Sobre a correlação com os ativos reais, é possível que os resultados esperados sejam inferiores à reta característica, há vista o IEE ter *performedo* abaixo da carteira de mercado para todas as três aproximações. Em seguida iremos mensurar a sensibilidade do retorno de cada *portfolio* com a carteira de mercado. Normalmente, a medida mais apropriada para esse tipo de análise é o coeficiente *beta*. A Tabela 2 mostra o resumo dessa estimativa a partir da estatística de regressão:

TABELA 2 Beta médio dos índices setoriais e específicos em relação ao IEE

	Beta (R\$)	Teste F*/ valor p**	Beta (USD)	Teste F*/ valor p**	Beta IEE – R\$	Teste F*/ valor p**	Beta IEE – USD	Teste F*/ valor p**
IBrX 50					0,91687	120,6 (0.000)	1,0342	296,3 (0.000)
IbrX 100					0,89456	97,3 (0.000)	1,1459	313,4 (0.000)
IBOV			IBOV		1,07378	172,5 (0.000)	1,1496	425,0 (0.000)
ITEL	0,8196	54,3 (0.000)	0,9411	183,6 (0.000)	1,1795	65,1 (0.000)	1,2111	187,8 (0.000)
INDX	0,7957	128,2 (0.000)	0,8440	367,2 (0.000)	1,0246	73,8 (0.000)	1,1225	213,5 (0.000)
IVBX-2	0,8374	186,1 (0.000)	0,9131	365,1 (0.000)	1,0841	63,8 (0.000)	1,1506	195,7 (0.000)
ISE	1,2175	3,1 (0.1082)	0,7701	2,62 (0.1364)	0,5113	7,06 (0.02)	0,7867	23,6 (0.000)
ITAG	0,8607	72,33 (0.000)	0,8889	129,8 (0.000)	0,4459	10,8 0.00343	1,01465	28,03 (0.000)
IGC	1,1169	98,6 (0.000)	1,0632	226,8 (0.000)	1,1375	75,0 (0.000)	1,1699	209,3 (0.000)

Fonte: dados da pesquisa. *Valor crítico da distribuição F variou de 3,92 a 4,75 de acordo com os graus de liberdade de cada estatística. **Nível de significância 0,05.

Note-se inicialmente, que em relação aos dois índices utilizados IBrX 50 e IBrX 100 o IEE apresentou um caráter mais conservador, pois, a rigor, sua volatilidade foi menor do que o mercado, (0,91687) e (0,89456) respectivamente. A tendência é que no momento de alta as variações se mantenham abaixo do mercado. Enquanto que, as variações negativas sejam inferiores ao mercado no momento de baixa. Todavia, para o índice BOVESPA, esta relação foi o inverso. Já em comparação a alguns índices, o IEE se manteve mais agressivo, são eles: ITEL, INDX, IVBX-2 e IGC. Por outro lado, o mesmo índice se manteve próximo ao índice de governança corporativa (IGC) com tendência à inversão de risco, quando calculados com a utilização de retornos em dólar.

Note-se, que essa trajetória de inversão, também ocorreu mais contundentemente quando o IEE foi comparado ao ITAG. Logo, para os retornos em moeda nacional o risco relativo foi bastante conservador, pois permaneceu bem abaixo de 1, enquanto que em dólar a volatilidade média dos retornos se aproximou da carteira de mercado. Enfim, devido a tais variações, inerentes a oscilação cambial, é possível sugerir uma forte influência desse tipo de risco para apuração do *beta* de mercado. Do outro lado, para betas acima de 1 existiria uma tendência de se buscar retornos superiores aos do mercado, em que pese auferir retornos ainda menores do que o mercado no momento de baixa generalizada das cotações. Assim, tendo em vista esses resultados, pelo menos no período observado, o IEE obteve um comportamento acima da *proxy* tradicionalmente utilizada, o IBOVESPA.

TABELA 3 Estatística “R-quadrado”

	r^2 dados em R\$	r^2 dados em USD	r^2 IEE – R\$	r^2 IEE – USD
IBrX 50			0,5347	0,7384
IBrX100			0,4811	0,7491
	IBOVESPA	IBOVESPA	0,6216	0,8019
ITEL	0,4926	0,7706	0,5389	0,7703
INDX	0,6158	0,8198	0,7255	0,4799
IVBX-2	0,7324	0,843	0,4843	0,7422
ISE	0,2373	0,2077	0,4140	0,7031
ITAG	0,7667	0,8607	0,3597	0,5717
IGC	0,6102	0,7854	0,5404	0,7686

Fonte: dados da pesquisa.

No que tange ao coeficiente de determinação (r^2), sua principal importância consiste na mensuração da parcela sistemática do risco. Em termos práticos, o seu valor seria dado pela razão entre o risco diversificável e o risco total da carteira. Por exemplo, se uma carteira replicasse exatamente o mercado, seu r^2 seria igual a 1. Em função disso, o seu saldo ($1-r^2$) será atribuído ao risco específico da empresa. No caso dos indicadores calculados na tabela 3, poder-se-á evidenciar dois tipos de comportamento: o de caráter conservador quando o r -quadrado aproxima de 1, ou o de caráter mais agressivo, quando r^2 aproxima de 0. Assim, em termos comparativos, nota-se que o setor de energia foi bem próximo ITEL. Enquanto que, por exemplo, em comparação com o ITAG, o IEE refletiu um comportamento mais decisivo no sentido de buscar ampliação dos seus retornos, ainda que corra risco maior pela presença mais contundente de riscos não-sistemáticos. Por outro lado, poderíamos também argumentar sobre os limites de diversificação do setor, principalmente em relação à última coluna da Tabela 3, quando esta variável, o r^2 , foi calculada considerando o efeito cambial. Logo, isto estaria refletindo diretamente no custo do capital.

É importante lembrar que, como indicador convencional, o r^2 proporciona uma medida da precisão de ajuste da regressão. Já em finanças, ele forneceria uma estimativa de risco (σ^2) da empresa ou portfólio que pode ser atribuído ao risco de mercado. Neste aspecto, ressaltamos que o período escolhido da série deverá influenciar significativamente em seus resultados.

TABELA 4 Desvio padrão dos retornos dos índices setoriais e específicos

σ dos retornos – R\$	σ dos retornos – USD	σ	σ
-----------------------------	-----------------------------	----------	----------

			IEE – R\$	IEE – USD
IBOVESPA	0,086	0,123	0,117	0,158
IBrX 50	0,094	0,131		
IBrX 100	0,091	0,119		
ITEL	0,077	0,115	0,104	0,146
INDX	0,068	0,097	0,101	0,138
IVBX-2	0,060	0,106	0,102	0,142
ISE	0,146	0,165	0,046	0,080
ITAG	0,065	0,085	0,097	0,124
IGC	0,094	0,129	0,101	0,142

Fonte: dados da pesquisa.

Na Tabela 4, estão relacionadas as volatilidades absolutas (σ) de cada classe de risco. Estes dados são aproximações suficientes para cálculo do índice de Sharpe, conforme observamos na Tabela 5.

TABELA 5 Índice de Sharpe (IS)

Taxa livre de Risco Poupança: 0,59% a.m.	Índice de Sharpe Para retornos em - R\$	Índice de Sharpe para retornos em - USD	IS IEE-R\$	IS IEE -USD
IBOVESPA	0,175	0,105	0,061	0,043
IBrX 50	0,163	0,103		
IBrX 100	0,171	0,105		
ITEL	0,088	0,111	0,158	0,166
INDX	0,232	0,166	0,111	0,099
IVBX-2	0,225	0,153	0,103	0,103
ISE	0,425	0,432	0,474	0,335
ITAG	0,642	0,620	0,325	0,350
IGC	0,400	0,332	0,153	0,155

Fonte: dados da pesquisa.

O índice de Sharpe se presta basicamente a análise de investidores individuais, sob a premissa, portanto, de que as pessoas investem em apenas um fundo (portfolio). No período analisado, o IEE manteve desempenho bem inferior ao mercado. Ou seja, em comparação carteira de mercado, as três *proxies*, o IEE apresentou remuneração pior por unidade de risco. Dentre os índices setoriais e específicos, pudemos perceber que houve maior absorção dos riscos não-sistemáticos quando comparado ao ITEL. No entanto, isso não foi possível em relação aos outros índices. Desse modo, os resultados sugerem que o segmento de energia tem sido conservador na dimensão dos retornos, e ao menos no período observado, seu desempenho apresentou tal indicativo. Observe logo a seguir a Tabela 6.

TABELA 6 Índice de Treynor (IT)

Taxa livre de Risco 0,59% a.m.	Índice de Treynor para Retornos em - R\$	Índice de Treynor para retornos em - USD	IT IEE – R\$	IT IEE –USD
IBrX 50			0,0079983	0,0059647
IBrX 100			0,0066634	0,0059455
	IBOVESPA	IBOVESPA	0,0078037	0,006609

ITEL	0,00827843	0,0135533	0,0139339	0,0200107
INDX	0,01985045	0,0191173	0,0109653	0,0122361
IVBX-2	0,01629448	0,017802	0,0097177	0,0127195
ISE	0,05096099	0,0926698	0,0427049	0,0341108
ITAG	0,04855931	0,0593036	0,0707221	0,0428079
IGC	0,03368699	0,0402699	0,0136571	0,0187495

Fonte: dados da pesquisa

Em geral, o índice de Treynor interessa apenas as instituições financeiras aos quais negociam inúmeros fundos simultâneos. Nestes termos, a operacionalização simultânea de vários fundos acaba por representar uma “rediversificação” a qual elimina os riscos não-sistemáticos. Cada beta individual representa o risco trazido pelo fundo (*portfolio*) para a instituição, ou na composição da carteira de mercado. No caso do IEE, não surpreendente seus resultados apresentarem a mesma tendência do índice de Sharpe, assim, à primeira vista todos indicadores tiveram melhores performances que o IEE, significando que os mesmos estariam remunerando de forma superior cada unidade de risco sistemático. Todavia, seriam exceções os seguintes índices: ITEL, ITAG e IGC. Em tese, imagina-se que os gestores dessas empresas estariam menos preocupados em remunerar seus investidores por esse tipo de risco.

TABELA 7 Beta total dos índices setoriais e específicos em relação ao IEE

	$\beta_{total} - R\$$	$\beta_{total} - USD$	Beta Total IEE - R\$	Beta Total IEE - USD
IBrX 50			1,290	1,324
IBrX 100			1,362	1,284
	IBOVESPA	IBOVESPA	1,254	1,204
ITEL	1,168	1,072	1,607	1,380
INDX	1,014	0,932	1,203	1,620
IVBX-2	0,978	0,994	1,558	1,336
ISE	2,499	1,690	0,795	0,938
ITAG	0,983	0,958	0,743	1,342
IGC	1,430	1,200	1,547	1,334

Fonte: dados da pesquisa.

Em nossa próxima análise, iremos considerar o caso específico da dificuldade de diversificação das empresas de capital fechado. A diferença fundamental para os investimentos de risco desse tipo de empresa seria dada pelo custo patrimonial estimado por meio de um beta ajustado, o IRT. Uma questão-chave corresponde à adequada mensuração e validação desse valor. Esta relação tem sido também examinada por Damodaran (2002c) do qual sugere que esse beta estaria entre o beta de mercado e o total, e dependeria do grau de diversificação do investidor em capital de risco. Pressupõe-se, nesse sentido, que para os investimentos que se encontram diversificados entre as empresas de um mesmo setor, ter-se-ão, conseqüentemente seu custo do patrimônio mais elevado do que o estimado por meio do mercado. No caso do segmento de energia elétrica, tem demonstrado ser menos diversificado do que os outros segmentos. Assim, nessas circunstâncias, é razoável pensar que os retornos necessários para se atingir o *break-even-point* em seus investimentos, deverão ser maiores do que os projetados pelo modelo de mercado.

Com isso em mente, nossa última análise avaliou o prêmio de risco pela parcela do risco sistemático, ou coeficiente de determinação r^2 , conforme apresentado no quadro a seguir:

TABELA 8 Índice de retorno por parcela de risco sistemático

Taxa livre de Risco 0,59% a.m.	Rw (R\$)	Rw (USD)	Rw	
			IEE – R\$	IEE – USD
IBrX 50			0,0148722	0,0091243
IBrX 100			0,0115106	0,0085235
	IBOVESPA	IBOVESPA	0,0133813	0,0092565
ITEL	0,013773853	0,016552	0,0304973	0,0314618
INDX	0,025649562	0,0196816	0,0154859	0,0286205
IVBX-2	0,01863053	0,0192823	0,021753	0,0197184
ISE	0,261462284	0,3435965	0,0527415	0,0381667
ITAG	0,054512847	0,0612467	0,0876703	0,0759752
IGC	0,061660111	0,0545136	0,0287472	0,0285389

Fonte: dados da pesquisa.

É importante ressaltar que, apesar do segmento de Energia Elétrica buscar remunerar a parcela do risco sistemático, seus resultados mostraram mais conservadores do que os outros seguimentos analisados, com exceção do ITEL. Pelo menos, foi o que apresentou durante o período observado. Isso implicaria, por um lado, maior capacidade na obtenção de resultados superiores ao projetado pelo mercado de alguns seguimentos, em relação ao outro. Todavia, é possível que as empresas de energia tenham dificuldade na obtenção de maiores retornos por unidade de risco devido à dificuldade de diversificação de certas categorias de risco, tais como o risco regulatório, cambiais e etc. E, apesar de ser restritiva, nossa hipótese reforça alguns argumentos já citados em pesquisas anteriores sobre a baixa remuneração dos investimentos reais no setor de energia elétrica, todavia, bem menores do que suas ações de mercado (por exemplo, em comparação a Rocha (2006), Unibanco (2001) o leitor, interessado, poderá perceber que, apesar de nossos resultados serem comparativamente baixo para alguns índices, o desempenho de mercado das empresas de energia elétrica é bem maior do que essas análises aqui citadas). A partir dessas considerações, é possível sugerir que a abordagem da replicação de retorno apresente falhas, ou não sabemos aplicar de forma adequada o modelo de precificação de ativo, ou em última análise, a racionalidade em avaliação ainda é bastante limitada. Sugerimos, dessa maneira, estudos complementares a nossa abordagem.

Considerações Finais

Pela abordagem comparativa sugerida nesse trabalho, foi possível perceber que o segmento de energia elétrica tem mantido o risco próximo à média de mercado, com variações devido à escolha da *proxy*. No geral, seus resultados foram maiores do que os índices setoriais ITEL e INDX, e específicos, como o IVBX-2 e o IGC. Todavia, apesar de ter buscado retornos acima da média de mercado, pode-se dizer que esse segmento tem sido conservador na efetivação de tal conjectura, quando comparado em alguns momentos. Isso poderia ser interpretado como uma possível dificuldade na obtenção de maiores retornos devido às imperfeições de caráter regulatório. Ou melhor, as empresas do setor elétrico negociadas no mercado não estariam remunerando adequadamente algumas categorias de riscos inseridas nas expectativas dos acionistas. Por outro lado, acresce o fato de considerar que o conhecimento sobre uma correta

avaliação de risco no setor ainda é impreciso, haja vista o desempenho de mercado ter apresentado maior do que algumas análises recentes.

Referências Bibliográficas

- BLACK, F. Beta and return. **Journal of Portfolio Management**, v. 20, n. 1, p. 8-18, Fall, 1993a.
- BLACK, F. Estimating expected return. **Financial Analysts Journal**, p. 36-38, Sept. 1993b.
- BODIE, Z., KANE, A. & MARCUS, A. J. **Fundamentos de Investimentos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- BRUNI, A. L. **Risco, retorno e equilíbrio**: uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na Bovespa (1988-1996). 1998. Dissertação (Mestrado em Administração) - FEA. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções reais**: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimento. Tradução de Maria José Cyhlar. Rio de Janeiro: Campos, 2001.
- COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas valuation**: calculando e gerenciando o valor das empresas. São Paulo: Makron Books, 2000.
- DAMODARAN, A. **Corporate finance**: theory and practice. New York: J. Wiley, 1997.
- DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos**: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002a.
- DAMODARAN, A. **Finanças corporativas aplicadas**: manual do usuário. Porto Alegre: Bookman, 2002b.
- DAMODARAN, A. **A face oculta da avaliação**. São Paulo: Makron Books, 2002c.
- DAMODARAN, A. **Strategic Risk Taking**. Manuscript, 2008. Acesso em: 2 maio 2008.
- <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>>.
- DIAS, M. A. G. **Opções reais híbridas com aplicações em petróleo**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial). Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio Janeiro.
- Elton, Edwin J., Gruber, Martin J. Brown & Goetzmann, William N. **Moderna Teoria Carteiras e Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2004.
- HULL, J. C. **Options, futures and other derivative securities**. 3.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- KASSAI, J. R.; CORRÊA, L. J. ; NAKAO, A. N. **Escala hierárquica de risco setorial das empresas brasileiras**. FEA/USP. Disponível em:
- <<http://www.eac.fea.usp.br/congressousp/congresso3/trabalho/211.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2006.
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. **American Economic Review**, v. 48, p. 261-297, June 1958.
- ROCHA, K.; CAMACHO, F.; BRAGANÇA, G. **Remuneração de capital das concessionárias de distribuidoras de energia elétrica**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: IPEA, 2006. (Texto de Discussão, 1153).
- ROLL, R. A critique of the asset pricing theory's tests: part i. on past and potential testability of the theory. **Journal of Financial Economics**, p. 129-176, Mar. 1977.
- ROSS, Stephen A. Returns, Risk and Arbitrage. In: **Risk and Return in Finance**, eds, 1. Friend and 3. Bickers. Cambridge, Mass.: Ballinger, 1976.
- SHARPE, W. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **Journal of Finance**, v. XIX, September, 425-42, 1964.
- SHARPE, W. The Sharpe Ratio. **Journal of Portfolio Management**, October, 1994.

SHARPE, W. Risk, Market Sensitivity, and Diversification. **Financial Analysts Journal**, January-February, 84-88, 1995.

STULZ, R. M. What's wrong with modern capital budgeting? **Eastern Finance Association**, Miami Beach, April 1999.

TREYNOR, J. L. **Toward a theory of market value of risky assets**. 1961. No press.

TREYNOR, J. & MAZUY, M. Can Mutual Funds Outguess the Market? **Harvard Business Review**, v. 44, 131-136.

UNIBANCO. STERN STEWART & CO. **Curto-circuito na geração de Valor: EVA® das geradoras de energia**. 2001. Acesso em: <<http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br>>. Acesso em: 15 mai. 2007.

YOUNG, S. D.; O'BYRNE S. F. **EVA e gestão baseada em valor: guia prático para implementação**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

TABELA 9 Escala de risco setorial e alternância de posição por método

	Damodaran (2002)				Copeland et al. (2000)	Damodaran (2002a)			Kassai (2006)
<i>Ramo de Atividade</i>	<i>ROE</i>	<i>ROA</i>	<i>D/VM</i>	<i>Beta</i>	<i>Beta</i>	<i>Beta</i>	<i>Beta não- alavancado</i>	<i>D/VM</i>	<i>Beta (IRT)</i>
Comunicação/Propaganda						0,85	0,76	19,74%	2,62
Corretora					1,55	1,19	0,28	502,16	
Farmacêutico	28,40%	20,82%	34%	1,36		1,28	1,21	8,48%	1,05
Hotéis					1,36	1,07	0,89	33,14%	
Químico	18,64%	13,89%	38%	1,34	1,09	0,89	0,78	23,85%	0,28
Software & Correlatos	20,66%	19,31%	9%	1,33		1,30	3,96	1,27%	
Máquinas Elétricas					1,32	0,98	0,92	9,39%	
Serviço e Saúde	14,33%	12,02%	28%	1,32		1,06	0,92	23,61%	
Computador e Equip. Escr.	14,84%	12,14%	30%	1,27		1,33	1,22	14,20%	1,38
Aviação Civil					1,24	1,20	0,75	93,17%	
Eletrônico de Consumo	15,00%	12,60%	27%	1,26					3,11
Entretenimento TV e cinema	23,00%	14,64%	49%	1,25	1,16	0,88	0,69	43,35%	
Bancário e Financeiro	17,09%	13,83%	29%	1,23	1,01	0,72	0,60	31,59%	
Restaurante e Similares	17,51%	13,83%	47%	1,2	1,41	1,06	0,95	18,85%	
Serviços Telefônicos	16,10%	11,38%	32%	1,2		1,08	0,89	34,12%	1,42
Varejista	14,04%	11,38%	33%	1,19	1,16	1,07	0,95	19,13%	1,07
Fumo	32,65%	19,22%	50%	1,11		0,99	0,84	27,75%	0,7
Transportes	12,79%	9,51%	48%	1,1		0,77	0,53	71,16%	1,72
Betas de Consumo Duráveis	17,51%	14,15%	30%	1,08					
Atacadista	16,50%	12,82%	29%	1,08		0,77	0,60	46,13%	0,93
Construção Civil	11,84%	10,09%	35%	1,08	1,32	0,87	0,52	104,0%	1,6
Fabris diversos	16,42%	12,72%	36%	1,07					
Bens de Consumo	28,81%	18,60%	45%	1,06					
Outros Serviços	18,11%	13,34%	39%	1,05					1,8
Prod. Papel e Plásticos	15,48%	11,41%	43%	1,03	0,98	0,84	0,60	61,73%	1,14

Equipamentos	13,89%	11,01%	36%	1,02	1,18				
Automobilismo e Correlatos	18,12%	13,31%	34%	0,99		0,96	0,52	133,9%	1,1
Editorial	17,34%	13,44%	40%	0,99		0,89	0,77	25,08%	
Têxtil e Vestuário	13,45%	11,41%	27%	0,98	1,14	0,79	0,54	70,29%	1,07
Lojas de Alimentos					0,96				1,02
Bebidas	17,55%	12,80%	41%	0,95		0,71	0,62	24,46%	2,24
Móveis	14,73%	12,52%	25%	0,93		0,88	0,75	25,83%	
Serviços públicos									0,89
Seguros	23,62%	18,22%	38%	0,85		0,86	0,78	15,86%	
Produção de Alimentos	17,31%	10,03%	31%	0,85	1,04				
Produção Agrícola	15,28%	11,78%	38%	0,74					
Ferrovias					0,71	1,01	0,83	35,06%	
Imobiliário	19,69%	14,43%	38%	0,69	1,14	0,69	0,40	109,4%	
Mineração	11,07%	9,03%	40%	0,64	0,88	0,80	0,68	28,59%	0,52
Produção e Ref. de Petróleo	13,35%	10,08%	44%	0,59		0,71	0,58	35,91%	
Siderúrgica e Metalúrgica									0,36
Refinação de Metais					0,86	0,81	0,73	16,08%	
Eletricidade e Gás	11,41%	8,25%	58%	0,58	0,73	0,70	0,44	91,49%	
Média	17,47%	13,15%	36,47%	1,04	1,112	0,94	0,83	16,10%	1,236
Desvio Padrão	4,91%	3,02%	9,04%	0,21	0,216	0,18	0,59	86,01%	0,654