

Cash Flow-at-Risk e a Teoria de Precificação por Arbitragem aplicados ao Gerenciamento de Risco de Empresas do Setor Elétrico Brasileiro.

Cash Flow-at-Risk and the Arbitrage Price Theory applied to the risk management of the Brazilian electric sector's companies.

Charles Ulises De Montreuil Carmona¹

Marcos Roberto Gois de Oliveira²

Resumo: Este trabalho desenvolve e aplica um modelo de gerenciamento de risco a empresas do setor elétrico brasileiro, bem como uma sistemática para previsão de variáveis de interesse. O atual ambiente no qual as empresas do setor elétrico estão inseridas incorpora dificuldades extras no mercado brasileiro, dificuldades estas pouco relevantes antes da implementação do complexo sistema regulatório brasileiro. Além dos fatores de risco já existentes e inerentes ao setor elétricos, como as condições de mercado e indicadores microeconômicos foram considerados variáveis tais como: inflação, taxa de juros, de câmbio, preço de energia no mercado aberto. O trabalho considera os fatores de risco (micro e macroeconômicos) para elaboração de um sistema de gerenciamento de risco baseado no Cash flow-at-risk – Cfar da margem Ebitda para o período do primeiro trimestre de 1999 ao terceiro trimestre de 2007 e nove empresas brasileiras do setor elétrico. Os resultados demonstraram que as variáveis mais relevantes para a amostra em estudo foi o Produto Interno Bruto e o preço de energia elétrica, entre as variáveis microeconômicas a mais relevante foi a rentabilidade sobre o patrimônio. Quanto ao risco, observou-se um resultado compatível com o nível de significância de 5%.

Palavras chaves: Setor elétrico, *Cash flow-at-risk*, margem Ebitda.

JEL: C15, G32, L79.

Abstract: *This work develops and applies a model of risk management of the Brazilian electric sector's companies, as well as a systematic for forecast of interest variable. The current environment in which the electric sector's companies are inserted incorporates extra difficulties in the Brazilian market, difficulties these little excellent before the implementation of the complex Brazilian regulatory system. Beyond the existing and inherent factors of electric risk already to the sector, as the microeconomic conditions of market and pointers changeable such had been considered as: inflation, tax of interests, exchange, price of energy in the open market. The work considers the factors of risk for elaboration of a system of risk management based on the Cash flow-at-risk - Cfar of the Ebitda edge for the period of the first trimester of 1999 to the third trimester of 2007 and nine Brazilian companies of the electric sector.*

¹ Doutor em Engenharia de Produção pela PUC-RJ, professor do Propad da UFPE. carmona@ufpe.br Av. dos Economistas s/n - Cidade Universitária, 50670-901 – Recife/ PE - Brasil

² Doutor em Economia pelo Pimes, professor do Propad e do PPGCC da UFPE, mrgois@hotmail.com Av. dos Economistas s/n - Cidade Universitária, 50670-901 – Recife/ PE – Brasil

The results had demonstrated that the variable most excellent for the sample in study were the Gross domestic product and the price of electric energy, enter the microeconomic 0 variable most excellent were the yield on the patrimony. How much to the risk, a compatible result with the level of significance of 5% was observed.

Words keys: *Electric sector, Cash flow-at-risk, Ebitda edge.*

JEL: *C15, G32, L79.*

1. O Mercado do Setor de Energia Brasileiro

O setor de energia elétrica brasileiro experimentou profundas mudanças na década de 1990 com as privatizações das distribuidoras e a permissão para a participação da iniciativa privada na ampliação da capacidade instalada, por licitações. Nesse âmbito, pode-se dizer que o papel do Estado mudou de uma ação direta e intervencionista para agente regulador.

A regulamentação do setor de energia brasileiro focou, principalmente, os setores chamados monopólios naturais, onde se enquadram as distribuidoras de energia. Estes movimentos resultam em inovações regulatórias que acabariam por se difundir como regulação tarifária por Preço Teto (*price cap*). Outras inovações foram as privatizações, seguidas ou não de separação entre as diferentes atividades (desverticalizações), antes exercidas pelo monopolista de serviços públicos, e a introdução de concorrência onde antes havia monopólio protegido por concessão pública, juntamente com a exigência de livre acesso pelas firmas entrantes à infra-estrutura de transporte e distribuição de energia.

O novo modelo regulatório do setor elétrico brasileiro introduz o conceito de dois mercados diferentes para a comercialização de energia: o denominado de *pool*, no qual os preços e os contratos serão regulados, e o ambiente competitivo.

As distribuidoras para atender clientes cativos devem negociar dentro do *pool* de energia. Os preços de geração serão ajustados anualmente por um índice de inflação. Cada geradora vendendo no *pool* assinará um contrato de suprimento com todas as distribuidoras dentro do sistema, proporcional à participação das distribuidoras no *pool*. Para contratar energia, geradores e distribuidores participarão dos leilões organizados pelo Ministério das Minas e Energia (MME) e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

No ambiente competitivo, as geradoras (incluindo as estatais) poderão vender energia a consumidores livres (em geral entidades que demandam mais de 3MW por ano) e aos comercializadores de energia por meio de contratos bilaterais com reduzida supervisão regulatória. As geradoras podem escolher operar em ambos os ambientes (regulados ou não), desde que sigam as regras de comercialização estabelecidas para cada mercado. No modelo anterior, mesmo o mercado regulado apresentava um viés competitivo, pois era permitido às distribuidoras adquirir energia livremente a partir da redução dos contratos iniciais.

A formação do preço da energia negociada no MAE (Preço do Mercado Atacadista de Energia Elétrica) se faz pela inter-relação dos dados utilizados pelo ONS para otimização da operação do Sistema e dos dados informados pelos Agentes. Os referidos dados são então processados através de modelos de otimização para obtenção do custo marginal de operação (CMO). Este preço será determinado para cada um dos submercados, caracterizados como

regiões geoeletricas que não apresentam significativas restrições de transmissão, fazendo com que o preço seja único dentro de cada uma dessas regiões.

O novo ambiente, no qual estão inseridas as empresas de energia, proporciona novas oportunidades e também as expõe a novos riscos. Alguns destes podem ser deslocados com as operações normais e outros podem estar no núcleo do risco que deve ser retido ou absorvido pelos proprietários do negócio. Fora desse núcleo, que vai além do controle dos gestores, pode ser apropriadamente transferido com a utilização de derivativos.

Capturar este risco é o objetivo deste trabalho. O método adotado foi o *Cash Flow at Risk (CFaR)* descrito na seção seguinte.

2. Cash-Flow-at-Risk

Essa pode ser considerada a medida de desempenho das empresas do setor de Energia Elétrica. É mais adequado utilizar, no cálculo do Valor no Risco (*VaR*), uma medida que indique o risco de não alcançar as utilidades esperadas. Essa forma de mensurar o risco de uma empresa é conhecida como *Cash-Flow-at-Risk (CFaR)*. A diferença é que no cálculo tradicional do *VaR* é calculado o menor valor do portfólio, já no *CFaR* é calculado o pior lucro a obter com um x% de probabilidade num período t dias.

O cálculo de *CFaR* requer identificar quais são os fatores que afetam o lucro das empresas. Para as empresas do setor de energia elétrica, os principais fatores poderiam ser o preço *spot* da eletricidade, o ambiente macroeconômico, a energia efetivamente produzida, os custos de geração (tecnologia de geração), a disponibilidade de geração e a quantidade de energia comprometida através dos contratos.

O preço *spot* da eletricidade e a energia produzida determinam os ingressos para um período k de uma empresa elétrica que não possuem contrato de fornecimento. O preço *spot* e a energia são, teoricamente, variáveis exógenas para a empresa de geração, independente de qual seja o modelo de organização do mercado elétrico no qual opere, devido ao valor que se obtém a partir de mecanismos de mercado, como ocorrem em sistemas que operam através de um mercado atacadista de eletricidade, ou através da utilização de um programa de otimização, da operação do sistema elétrico, como é o caso dos sistemas elétricos do Chile.

Douglas A. Lecocp, em 2003, em seu artigo intitulado: "*Cash Flow at risk Models: Principles, application and a Case Study*", apresentado na Convenção do *Institute of Actuaries* na Austrália, faz uma apresentação do conceito *CFaR*, indicando o coração desta metodologia como a identificação dos efeitos gerados tanto pela concentração como pela diversificação dos fatores de risco de mercado na mesma base em que as decisões são feitas.

Utilizando a EBITDA como a métrica, ele faz um modelo no qual a metodologia na escolha dos fatores de risco em que a empresa está exposta é dada pela experiência do CFO.

O objetivo principal do trabalho era analisar duas estratégias de proteção contra os riscos de mercado que podem afetar o fluxo de caixa a partir do *CFaR*, em uma pequena empresa mineradora Australiana (denominada ABC).

Os fatores de risco que afetaram a variabilidade do fluxo de caixa da empresa ABC destacados pelo CFO da empresa eram: taxa de câmbio entre dólar Americano e Dólar Australiano; taxa de câmbio entre Rúpia Indonésia e Dólar Australiano; preço da *commoditie* Ouro; preço da *commoditie* Cobre.

Feita a matriz de variância-covariância, foram estimadas pelo CFO tanto algumas operações da empresa para o próximo ano como as taxas de câmbio, taxas de juros e o preço

das *commodities*. Estas estimações agrupadas no balanço da empresa fornecem uma estimação da Margem EBITDA, a qual foi usada para o cálculo do CFaR.

O trabalho de Lecocq (2003) deixou evidente a importância do CFaR na administração de risco, pois a partir de sua aplicação os resultados foram observados em termos do volume de perda e pôde-se compreender como o CFaR auxilia na tomada de decisão.

2.1 A Análise MUST no Cálculo do Fluxo de Caixa em Risco

A análise MUST foi proposta no trabalho de Oxelheim e Whilborg (1997). Os autores utilizaram como base o modelo multifatorial desenvolvido por Ross (1976), denominado Arbitrage Pricing Theory (APT), o qual, aplicado em instituições não financeiras com o objetivo de qualificar e quantificar as exposições apresentadas pelo fluxo de caixa das empresas foi batizado de análise MUST.

A análise MUST como dito anteriormente é uma das etapas da metodologia desenvolvida pelos autores para o cálculo do CFaR. Ela fornece as informações sobre os impactos individuais das exposições, gerando uma gama de informações aos administradores de risco, omitidas pelas metodologias apresentadas, tanto pelo CorporateMetrics, como por Suly (2001) e constrói a base para o cálculo do CFaR condicional aos fatores de risco.

2.2 O Modelo Multifatorial e a Análise MUST

O APT é um modelo construído como uma alternativa ao *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966). O APT evidencia que os retornos de um ativo não são apenas relacionados com um único fator de risco e sim com uma variedade de fatores industriais e de mercado (ROSS, 2002).

O modelo é desenvolvido com a afirmação de que o retorno pode ser dividido em duas partes. Retornos esperados \bar{R} ; e retornos inesperados U : o primeiro absorve a parte esperada das informações e o segundo a parte inesperada ou a surpresa.

$$R = \bar{R} + U$$

Logo, a variável que reflete o risco no modelo é justamente a parte não antecipada das informações, refletidas logicamente na variável U . Como mostra Markowitz (1956), o risco pode ser derivado em dois componentes: um caracterizado por afetar um grande conjunto de ativos, definido como risco sistemático, e outro inerente a um ativo específico, definido como risco não sistemático.

Dessa forma, a variável U agora é uma função de duas outras variáveis que representam o risco sistemático m e o risco não sistemático e .

$$R = \bar{R} + m + e$$

Tendo definido os componentes que formam o retorno, existe a necessidade de mensurá-los. Para capturar a influência do risco sistemático são utilizados os coeficientes betas em uma regressão múltipla, entre o retorno do ativo e os fatores de risco. Para n fatores de risco ter-se-ia a seguinte equação:

$$R = \bar{R} + B_1 F_1 + B_2 F_2 + \dots + B_n F_n + e$$

O modelo proposto por Ross (1976) ganhou rapidamente reconhecimento e muitos outros trabalhos foram feitos utilizando a estrutura desenvolvida. Embora os trabalhos utilizem o APT, o foco deles volta-se na determinação dos fatores que mais influenciavam os retornos e o ajustamento do modelo aos retornos.

O trabalho de Ross (1976), na modelagem do APT apresentada acima, forma a base que Oxelheim e Whilborg (1997) utilizam na construção de uma nova alternativa metodológica para o cálculo de exposições macroeconômicas no fluxo de caixa de corporações. Os autores buscam calcular as exposições a partir de uma regressão multivariada, com o fluxo de caixa sendo a variável dependente e o conjunto de exposições, as variáveis independentes, como mostrado na equação abaixo.

$$FC_t - E_{t-1}|FC_t| = \beta_0 + \beta_1(F_{1,t} - E_{t-1}|F_t|) + \dots + \beta_n(F_{n,t} - E_{t-1}|F_n|) + \varepsilon_t$$

Na equação acima FC_t representa o fluxo de caixa no período t; $E_{t-1}|FC_t|$ é a expectativa do fluxo de caixa em t gerada em t-1 e sua relação $FC_t - E_{t-1}|FC_t|$ é a parte inesperada no valor do fluxo de caixa; β_0 , a constante; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ são os coeficientes estimados dos n fatores de risco que representam o impacto das variações não previstas individuais de cada fator nas variações não previstas no fluxo de caixa e $F_{1,t}, F_{2,t}, \dots, F_{n,t}$ são os n fatores de risco que a empresa não financeira apresenta exposição no período t; $E_{t-1}|F_t|$ é a expectativa do valor do fator em t gerado em t-1 e sua relação $F_{1,t} - E_{t-1}|F_t|$ representa a parte inesperada no valor do fator no período t e ε_t são os erros que seguem $N(0,1)$.

Utilizando a regressão multivariada é eliminada a possibilidade de superestimarão das exposições da empresa, devido a sua interdependência, entretanto é necessário assumir que a interdependência não seja nem muito alta, causando multicolineariade, nem muito baixa, possibilitando o cálculo das exposições separadamente.

Com relação à linearidade, condição imposta pelo modelo, os autores asseguram ser uma excelente aproximação em curto e médio prazo com mudanças macroeconômicas moderadas.

Embora a necessidade de assegurar algumas hipóteses, os autores evidenciam que a análise MUST pode trazer muitos benefícios para os administradores de risco: a identificação das exposições que têm maior influência sobre o fluxo de caixa da empresa, determinar de forma quantitativa o efeito da exposição e possibilitar informações sobre estratégias de *hedge*.

Todos estes benefícios citados acima são gerados pelos coeficientes estimados da análise MUST que mostram o impacto da exposição de cada específico fator no fluxo de caixa da empresa.

Além desses benefícios gerados especificamente pela análise MUST, a sua união com técnicas de simulação, como proposto por Andrén, Jankensgard e Oxelheim (2005), agrega ao cálculo do CFaR, tanto risco condicional aos fatores de mercado, quanto o risco independente, oferecendo uma alternativa metodológica para sanar a necessidade destacada por Suly (2001).

2.3 A Metodologia apresentada por Andrén, Jankensgard e Oxelheim para o cálculo do CFaR

Sugerindo um modelo que calcula o *Cashflow-at-Risk* independente e o *CashFlow-at-Risk* condicional, as exposições macroeconômicas e de mercado, Andrén, Jankensgard e Oxelheim (2005) inserem no cálculo do *CashFlow-at-Risk* o *Exposure-based CFaR*.

Como apontam AJO (2005), o *Exposure-based CFaR* busca aprimorar o cálculo do CFaR, pois leva em consideração toda a variabilidade do fluxo de caixa, com a agregação do CFaR condicional e o CFaR independente e cria as informações necessárias sobre as exposições para os administradores de risco tomarem suas decisões. Estes dois pontos apresentados por AJO (2005) buscam sanar algumas necessidades metodológicas apresentadas no *CorporateMetrics* e no trabalho de Suly (2001), como indicado anteriormente.

Essa metodologia é formada por duas etapas. A primeira corresponde à estimação do risco de exposição da empresa, onde é utilizada a análise MUST e a segunda à estimação do *exposure based CFaR*.

Logo, o procedimento descrito pelos autores para estimar o *Cash-Flow-at-Risk* pode ser descrito da seguinte forma:

- 1) Estimação do risco de exposição da Empresa
 - a. Identificar as variáveis macroeconômicas e de mercado que se espera ser significativa na performance da empresa.
 - b. Adquirir ou estimar as previsões das variáveis escolhidas.
 - c. Estimar o modelo de exposição.
- 2) Estimação do *Exposure-based CFaR*
 - a. Simular os valores das variáveis macroeconômicas e de mercado por sorteios aleatórios levando em consideração sua matriz de variância covariância.
 - b. Inserir os valores no modelo de exposição para a derivação da distribuição do fluxo de caixa condicional aos riscos, agregando com a distribuição independente criada pela análise dos valores reais do fluxo de caixa.
 - c. Selecionar o nível de confiança e calcular o CFaR.

AJO (2005) aplicam sua metodologia no conglomerado industrial norueguês Nosrk Hydro que tem seus negócios focados em três principais áreas: óleo, com a Hydro Óleo e Energia, alumínio, com a Hydro Alumínio e fertilizantes agrícolas, com a Hydro Agrícola.

O primeiro passo dos autores foi estabelecer o EBITDA do conglomerado como a variável de interesseⁱⁱ para o cálculo do CFaR, pois como destacam AJO (2005), o EBITDA captura o fluxo de caixa comercial, excluindo todos os fluxos financeiros.

Para o cálculo do CFaR do Nosrk Hydro, são executados os passos estabelecidos no processo descrito acima da seguinte forma: primeiro é feita a análise das operações das três empresas que formam o conglomerado, estabelecendo o conjunto de variáveis que o EBITDA de cada empresa pode apresentar exposição.

Estabelecido esse conjunto, é gerada a amostra, calculando o valor não esperado de cada provável fator de risco e executada a análise MUST, a partir da regressão multivariada, como descrita anteriormente.

Com a execução da regressão múltipla são determinados os fatores de risco em que o EBITDA está exposto a partir da observação da significância individual de cada fator, ou

seja, a significância estatística dos betas de cada fator. Os autores estabelecem um nível de significância de 10%, logo, os fatores de risco que apresentam um nível de significância de até 10% são considerados fatores que o EBITDA apresenta uma exposição relevante.

As equações estimadas formam a base proposta por AJO (2005) para o cálculo do Cash-Flow-at-Risk, pois elas transmitem as informações de cada fator de exposição em seus coeficientes estimados, que podem ser encaradas como as prováveis posições naturais de *hedge* entre os fatores e o impacto de cada fator.

AJO (2005) destacam ainda outro aspecto interessante na análise MUST, a partir dos coeficientes de determinação das regressões, pois eles mostram, de forma coletiva, o quanto o fluxo de caixa de cada empresa está exposto ao risco de mercado e macroeconômico. Embora o R^2 ofereça a explicação de forma quantitativa da exposição da empresa, pode-se averiguar nas equações que os valores apresentados não são elevados, pois na Hydro Óleo e Energia tem-se 55%, na Hydro Alumínio, 56% e na Hydro Agrícola, o maior valor com 82%.

Por último, é interessante notar que a análise MUST calcula o fluxo de caixa em risco, com respeito apenas aos fatores de exposição da empresa, não englobando todos os riscos que a empresa apresenta. Para calcular o risco total, os autores entram na segunda etapa da metodologia, a qual é intensiva em simulações.

Na segunda etapa são calculados tanto o CFaR condicional, quanto o CFaR independente aos fatores de risco. Para o cálculo do fluxo de caixa condicional são simulados os valores dos fatores identificados pela análise MUST e inserida a inter-relação entre eles, a partir da matriz de variância covariância. Repetindo este procedimento diversas vezes, é gerado o fluxo de caixa condicional aos fatores de risco.

O fluxo de caixa independente dos fatores de risco que é concebido pela análise da distribuição do fluxo de caixa real e a simulação de valores que representem a distribuição estabelecida. Logo, os autores analisam como os valores do EBITDA de cada empresa são distribuídos, escolhendo, em seguida, a melhor representação. Estabelecida a distribuição, são simulados diversos valores que irão gerar em seu conjunto a distribuição mais próxima à verdadeira do EBITDA.

O último passo é agregar ambas as distribuições calculadas e escolher o nível de significância desejado, calculando o valor do CFaR. O CFaR do conglomerado nada mais é do que a soma dos valores do CFaR de cada uma das empresas que formam o conglomerado.

Os autores concluem o artigo evidenciando que o uso da análise MUST permite obter a sensibilidade do fluxo de caixa com relação aos fatores de risco e, a partir desta sensibilidade, pode-se determinar os principais fatores que afetam a performance da empresa, melhorando o cálculo do *Cash-Flow-at-Risk* e facilitando as decisões sobre a estratégia de *hedge* a ser seguida.

2.4 O Cálculo do Fluxo de Caixa em Risco no Brasil.

No Brasil, as pesquisas sobre CFaR foram iniciadas com os trabalhos de Perobelli (2004) e Securato e Varanda Neto (2005). Embora tenham surgido apenas em 2005, os trabalhos trazem contribuições relevantes para o cálculo do CfaR, principalmente em empresas do setor elétrico brasileiro.

O excelente trabalho de Perobelli (2004) traz em seu escopo o cálculo do fluxo de caixa em risco a partir de um conjunto de fatores de risco comuns às várias empresas do setor de energia elétrica brasileiro.

O trabalho de Perobelli (2004) mostra uma nova metodologia de cálculo de CfaR, determinando os principais fatores de risco que afetam: os lucros; as despesas operacionais e as despesas financeiras nas empresas do setor de energia elétrica brasileiro com a utilização da análise *cross-section*.

A análise *cross-section* desenvolvida no trabalho cria um ponto de partida para a determinação dos fatores de risco em uma empresa específica, pois fornecendo os fatores que afetam um conjunto significativo de empresas no setor, ela estabelece um grupo de fatores que podem nortear as pesquisas na determinação dos fatores de risco em cada empresa.

Entretanto, com o uso dessa técnica, é reprimida a análise individual de cada empresa, não fornecendo informações específicas tanto das exposições como suas inter-relações que poderiam ser utilizadas pelos administradores de risco.

O trabalho de Securato e Varanda Neto (2005) faz o cálculo do CFaR para a empresa de energia elétrica AES Tietê. A metodologia apresentada no trabalho pode ser dividida em duas partes: a primeira analisa as operações da empresa e identifica os fatores, utilizando a metodologia pró-forma, como descrita no *CorporateMetrics*, para estabelecer as relações entre as contas e os fatores de risco e a segunda é intensiva em simulações, pois os valores dos fatores são simulados e inseridos nas contas do fluxo de caixa, respeitando suas inter-relações e as relações estabelecidas pelo método pró-forma.

Securato e Varanda Neto (2005) oferecem uma alternativa para a metodologia proposta pelo *CorporateMetrics*, com a utilização do processo estocástico *browniano* e a distribuição uniforme para a simulação dos valores dos fatores de risco em t+1, possibilitando a geração de uma maior quantidade de cenários.

Entretanto, como os próprios autores evidenciam, a utilização de uma distribuição uniforme é uma simplificação muito forte, pois os valores simulados não passarão do limite dos máximos e mínimos estabelecidos e não fornecem informações suficientes sobre os impactos dos fatores de risco e suas inter-relações.

3. Metodologia

3.1 Análise dos Dados e Variáveis:

Esta seção tem a finalidade de apresentar as variáveis de interesse e as empresas objeto de estudo, bem como determinar quais os critérios para seleção de tais empresas e variáveis, e o resultado da seleção. Inicialmente são apresentadas as empresas e, em seguida, as variáveis utilizadas.

3.1.1 As Empresas

O foco do estudo são as empresas de energia localizadas em qualquer parte do território nacional no ano de 2007, desde que disponha publicamente os seus resultados financeiros. A pesquisa propunha avaliar o risco de 47 empresas.

Das 47 empresas listadas no apêndice 1, apenas para 26 foram obtidos dados para iniciar a análise. A fonte de informações principal foi a base de dados Econômica, que reúne dados quantitativos da análise fundamentalista e da técnica das empresas que abriram seu capital na bolsa de valores de São Paulo.

Da lista de 26 empresas, 9 não permitiram estimar a margem EBITDA e o CfaR, por não possuir a base de dados completa para o período do primeiro trimestre de 1999 (1999.1) ao terceiro trimestre de 2007 (2007.3).

O período de 1999.1 a 2004.4 foi utilizado para o cálculo das correlações, estimações e seleção das variáveis. Já o período de 2005.1 a 2007.3 foi usado para verificação dos resultados.

A Celesc não possuía as informações atualizadas dos três últimos trimestres e a Enersul e Escelsa, a partir de 2005.3; a Cemig apresentou inconsistência nas informações a partir de 2005.1; a CPFL Geradora só disponha de informações a partir de 2000.4, não permitindo, desta forma, estimações confiáveis; já com a Eletrobrás, a F. Cataguazes e a Rio Grande Energia não foi possível estimar regressões lineares múltiplas para os seus dados de forma a contento; a Light tinha dois problemas, ausência de algumas informações a partir de 2006.1 e inconsistência de outras informações.

3.1.2 As Variáveis

As variáveis utilizadas foram divididas em dois grupos: variáveis macroeconômicas e microeconômicas. O objetivo de tal divisão é avaliar o impacto do ambiente macroeconômico e o interno de cada empresa em relação à variável dependente, neste caso a margem EBITDA.

Foi analisada cada empresa de forma separada, algumas variáveis microeconômicas foram excluídas em algumas empresas em função de inexistência ou inconsistências destas variáveis. No apêndice 2 estão apresentadas as listas de variáveis utilizadas.

3.2 Métodos:

Esta pesquisa possui as seguintes etapas:

1. Em primeiro lugar será necessário realizar uma revisão teórica sobre os principais mecanismos do Novo Mercado Brasileiro de energia elétricaⁱⁱⁱ;
2. Determinar os fatores de risco do setor de energia elétrica^{iv} para cada empresa, para isto será utilizado em primeira instância 42 variáveis (como inflação, taxa de juros, taxa de câmbio, retorno sobre o capital próprio, índice de dívida, margem de EBITDA, custo de capital, alavancagem financeira; listadas no apêndice 2) que representam o ambiente microeconômico e macroeconômico do setor de energia elétrica brasileiro. Apenas os fatores de risco relevantes, para cada empresa individualmente, serão utilizados nas estimações.
3. Determinar e avaliar as melhores técnicas de administração de risco para empresas não financeiras. Neste ponto, será examinada a técnica do CFaR (Cash flow-at-Risk) para empresas de energia^v. Também será considerado que tais companhias sempre focarão primariamente suas estratégias na minimização da variabilidade do fluxo de caixa, vindo, em segundo lugar, a minimização dos lucros contábeis^{vi}.
4. Projetar trajetórias de Fluxo de Caixa por meio de modelos de simulação, com o objetivo de examinar o planejamento financeiro de curto-prazo das empresas:

$$F_{t+1} = F_t e^{\left[\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} \varepsilon \right]}$$

5. Integrar os resultados obtidos e recomendar ações para evitar a possibilidade de perdas estimadas na etapa anterior^{vii}, dependendo da evolução dos fatores de risco.

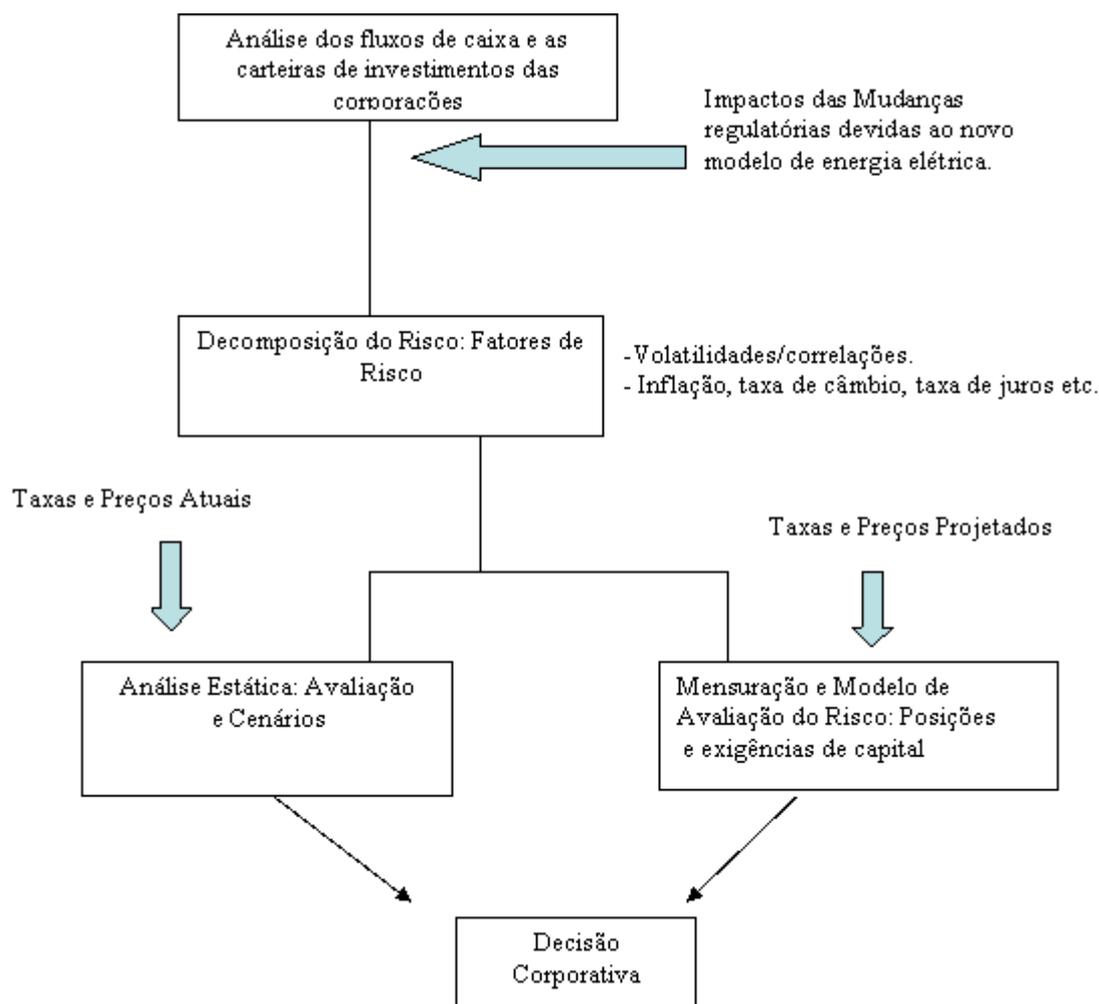


Figura 1: Esquema da Proposta de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Risco das Corporações Brasileiras de Energia Elétrica.

Fonte: Elaboração própria.

4. Análise dos resultados

O primeiro passo no trabalho foi avaliar a correlação entre as variáveis para cada uma das 17 empresas estudadas. A partir da matriz de correlação foi criado um primeiro critério de seleção das variáveis. Só poderiam fazer parte da regressão múltipla as variáveis que tivessem uma correlação superior a 0,2 em relação à variável dependente (EBITDA). Além disso, por meio da técnica de *stepwise*, foram retiradas variáveis independentes que tivessem correlações altas entre si, de forma a tornar o modelo mais parcimonioso.

Também só foram mantidas as variáveis estaticamente significantes e buscou-se um R^2 superior a 0,45. As variáveis selecionadas (na verdade o código das variáveis, no anexo a equivalência código – variável), o coeficiente de ajustamento médio e o F estatístico médio estão na tabela a seguir. Também se apresenta a equação formal adotada.

$$\text{Variation of Cash Flow (percentage)} = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \varepsilon$$

X_1 representa o conjunto de variáveis macroeconômicas (quando couber) e X_2 , as microeconômicas.

Tabela 1: Variáveis selecionadas R^2 e $F_{k-1,24-k}$ estatístico.

Empresa	R médio	F médio	Variáveis macroeconômicas	Variáveis microeconômicas
AES SUL	0,6662	4,9681	6 7	[9 20 26 27 30 34]
AES TIETÊ	0,7924	10,2828	7	[21 25 30 35 36 39]
AMPLA ENERGIA	0,6048	5,5928		[9 10 32 36 37 39]
BAND. ENERGIA	0,625	5,0502	2 5	[22 24 31 35 39]
CEEE-GT	0,4125	5,8079		[36 37 39]
CELPE	0,5264	14,461		[31 42]
CEMAR	0,5082	27,722		[34]
CESP	0,5518	2,2068	[2 4 5]	[14 23 24 25 26 31 39]
COELBA	0,6131	9,7821		[21 33 39 42]
COELCE	0,64	8,4198	[5]	[34 37 39 42]
ELEKTRO	0,7541	9,9358	[2 3 5]	[11 20 22 26]
ELETROPAULO	0,8987	22,3128	[3 7]	[11 12 14 24 25 39]
EMAE	0,865	23,3671	2	[11 15 27 29 31 39]
GER PARANAP	0,4996	5,7242	7	[14 30 35]
PAUL F LUZ	0,6772	7,778	7	[31 34 35 36 39]
TRACTEBEL	0,671	6,168		[12 14 21 32 33 37 39]
TRANS PAULISTA	0,869	37,4093	[3 5]	[15 32 39]

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que o R^2 médio mínimo foi de aproximadamente 0,50 da Geradora Paranapanema e da Cemar, enquanto que o máximo foi de aproximadamente 0,90 da Eletropaulo. Houve uma variação média de 10% nos coeficientes de cada empresa (em relação às 11 estimações realizadas para cada empresa, uma para cada trimestre calculado). O F estatístico médio só foi inferior ao F crítico para a Cesp ($F_{14,9}$ deveria ser superior a 3,00 e foi de apenas 2,20). Para todos os demais casos, o F calculado foi superior ao F crítico.

Houve uma variação significativa no número de variáveis explicativas entre as empresas, desde uma variável, como é o caso da Cemar, a dez variáveis, no caso da Cesp.

Entre as variáveis macroeconômicas, as com maiores impactos foram os preços da energia elétrica e produto interno bruto (PIB), cada uma em cinco empresas, no entanto, para nenhuma das empresas as duas variáveis apareceram simultaneamente. Deve ser ressaltado que, em seis empresas, nenhuma das variáveis macroeconômicas teve impacto sobre a variável dependente.

A taxa Selic trimestral também foi relevante para quatro empresas, ocorrendo, na maioria dos casos, simultaneamente com o PIB. Observa-se, também, uma correlação pequena entre estas variáveis. Resta ainda analisar o sinal e a intensidade dos parâmetros calculados para cada variável e em particular a taxa Selic, o PIB e o preço de energia.

A variável rentabilidade por patrimônio, principal variável microeconômica, apareceu como relevante para 12 das 17 empresas estudadas, demonstrando a relevância e importância de tal variável na previsão da margem EBITDA. Tal resultado sugere a possibilidade de construção de um sistema integrado de avaliação do *CFaR* das empresas de energia.

Outras variáveis importantes foram as margens líquidas e o LAIR (com impacto em cinco empresas). As margens brutas e operacionais impactaram quatro empresas. Demonstrando a relevância de tais variáveis e indicadores.

De posse da informação sobre as variáveis relevantes, o passo seguinte foi estimar os parâmetros e calcular o *CFaR*. Algumas empresas não apresentaram resultados satisfatórios, razão de tal resultado foi a baixa capacidade dos estimadores de mínimos quadrados e também do modelo de regressão linear múltipla de capturar mudanças de comportamento de alguns dos indicadores. Assim sendo, foram excluídas tais empresas, as restantes então indicadas em negrito na tabela anterior.

Para apenas nove empresas a regressão linear múltipla forneceu bons resultados. Na tabela a seguir estão os parâmetros médios calculados para cada empresa da tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros da regressão linear múltipla.

Empresas	Variáveis	Sinal	Beta médio	t-stat médio	Empresas	Variáveis	Sinal	Beta médio	t-stat médio
AES SUL	Constante	'neg'	-1,93E+01	-1,0516	ELEKTRO	Constante	'neg'	-1,79E+01	-1,3214
	6	'pos'	6,25E-02	0,0668		2	'neg'	-9,80E-01	-0,4683
	7	'pos'	1,05E-02	0,5551		3	'pos'	4,27E+00	0,4231
	9	'neg'	-2,40E-04	-0,2108		5	'pos'	8,41E-05	3,2289
	20	'pos'	1,20E+00	1,1268		11	'neg'	-1,17E-05	-0,8638
	26	'pos'	5,02E+01	0,8928		20	'pos'	7,33E-03	-0,0194
	27	'pos'	2,45E+00	0,1105		22	'neg'	-6,93E-02	-0,2724
	30	'neg'	-3,45E-06	-0,2581		36	'pos'	6,09E-02	1,4785
	34	'pos'	5,40E-01	2,7900		ELETROPAULO	Constante	'pos'	1,25E+01
CELPE	Constante	'pos'	9,93E+00	7,5888	3		'pos'	8,44E+00	-0,6348
	31	'pos'	5,85E-08	3,4794	7		'neg'	-2,19E-03	0,4245
	42	'pos'	2,62E+00	3,8613	11		'neg'	-8,09E-06	0,2997
CEMAR	Constante	'pos'	1,88E+01	2,1958	12		'pos'	8,34E-02	1,1906
	34	'neg'	-2,65E-01	8,0245	14		'neg'	-2,38E-02	-1,1217
COELBA	Constante	'pos'	1,39E+01	3,1972	24		'neg'	-1,82E-01	0,1607
	21	'pos'	8,71E-02	1,1432	25	'pos'	3,44E-08	1,3695	
	33	'pos'	1,11E+01	0,2395	39	'pos'	1,91E-01	2,8882	
	39	'pos'	1,39E+00	2,5704	GER PARANAP	Constante	'neg'	-1,03E+02	-1,2238
	42	'pos'	9,57E-01	1,1213		7	'neg'	-2,19E-02	-1,7859
COELCE	Constante	'pos'	4,31E+00	0,9838		14	'pos'	2,14E-01	1,8123
	5	'pos'	4,58E-07	-0,3972		30	'pos'	3,84E-05	1,7138
	34	'pos'	2,47E-02	1,1839		35	'pos'	1,30E-01	2,0104
	37	'pos'	6,93E-01	1,6574	TRANS PAULISTA	Constante	'neg'	-4,11E+00	-0,3602
	39	'pos'	4,31E-01	-0,6267		3	'pos'	4,07E+00	1,1951
42	'pos'	1,61E+00	1,0348	5		'neg'	-1,68E-05	-0,5025	
				15		'neg'	-1,96E-01	-0,3621	
				32		'neg'	-8,34E+01	-0,3058	
				39	'pos'	1,53E+01	8,0932		

Fonte: Elaboração própria.

A análise do sinal de cada parâmetro mostra que as distribuidoras tendem a ter um sinal positivo em relação ao preço da energia e com as geradoras o sinal é positivo. No tocante ao PIB, como esperado, o sinal indica que aumento do PIB implica em aumento na margem EBITDA. Com relação à taxa Selic, duas empresas possuem sinal positivo e duas, negativo, possivelmente este fenômeno está associado ao perfil de dívida de cada empresa.

No tocante às variáveis microeconômicas relevantes, o sinal apresentado está de acordo com o esperado na maioria dos casos. Exemplo, o sinal da margem líquida é positivo.

O cerne deste trabalho em termos de resultados são as projeções da margem EBITDA e os CFaR (90, 95 e 99%). Nas tabelas seguintes estão tais resultados por empresa e por período de estudo, iniciando no primeiro trimestre de 2005 e concluindo no terceiro trimestre de 2007. As empresas foram divididas em tabelas por característica de comportamento, facilitando o entendimento.

O primeiro grupo de empresas é composto por três representantes: Celpe, Coelba e Geradora Paranapanema. Estas empresas têm em comum bons resultados da projeção e

aderência dos resultados (tanto da projeção quanto dos CFaR's), bem como margem EBITDA real e projetada positiva.

A Celpe e a Coelba tiveram bons resultados em todos os períodos, tanto na projeção quanto no CfaR. Entretanto, é oportuno frisar que o comportamento da margem real é relativamente estável para o período em estudo, o que facilita a consistência dos resultados.

Com relação à Geradora Paranapanema, apesar da estabilidade da margem real no período, houve um pico da margem projetada no segundo trimestre de 2006 para mais de 2,5 vezes o real, no entanto se trata de um caso isolado, não havendo contaminação nos períodos subsequentes.

A diferença em termos absolutos médio entre a Margem Ebitda Real e Projetada para a Celpe foi de aproximadamente 3,00; para a Coelba 6,50; e a Geradora Paranapanema 17,00 (se excluir o período 2T2006 tal valor cai para 11).

O comportamento da margem projetada das empresas da Tabela 4 (segundo grupo) apresenta aderência à margem real, com exceção ao período onde a margem real foi negativa e o período subsequente onde a margem projetada foi contaminada pela margem real negativa com consequente subestimação desta. Fenômeno semelhante ocorreu com o CFaR.

A diferença média entre as duas margens das três empresas variou entre 11,00 (AES SUL) a 35,00 (Trans. Paulista). Entretanto, ao se retirar os períodos da Margem Real negativa tal diferença varia de 9,00 (AES SUL) a 12,00 (Eletropaulo).

Tabela 3: Margem Ebitda real e projetada e CFaR (90, 95 e 99%) – grupo 1.

Empresa	Período	Margem Ebitda Real	Margem Ebitda projetado	Cfar 90%	Cfar 95%	Cfar 99%
CELPE	1T2005	21,69	16,53	6,95	4,28	-4,71
	2T2005	23,74	20,72	9,72	8,20	2,87
	3T2005	14,50	17,50	9,81	8,54	4,00
	4T2005	14,87	15,29	10,56	10,04	8,34
	1T2006	16,60	20,00	10,65	9,55	6,28
	2T2006	21,01	22,21	10,65	9,45	5,15
	3T2006	11,43	24,08	10,82	9,49	4,42
	4T2006	16,75	17,50	10,29	9,55	6,73
	1T2007	20,42	21,97	10,44	9,26	5,00
	2T2007	25,77	22,81	11,09	9,80	5,93
COELBA	3T2007	21,10	19,67	14,83	13,97	12,62
	1T2005	48,58	23,76	17,31	15,82	11,62
	2T2005	31,76	32,93	18,43	16,45	9,94
	3T2005	31,17	24,03	15,72	14,12	9,43
	4T2005	29,80	22,97	17,38	16,21	13,68
	1T2006	34,52	30,52	22,56	20,59	14,68
	2T2006	25,64	32,07	27,19	26,03	23,77
	3T2006	32,55	29,38	25,42	24,40	22,17
	4T2006	33,44	30,77	26,57	25,57	23,82
	1T2007	32,94	33,68	28,71	27,59	25,75
GAR PARANAP	2T2007	41,60	30,73	26,57	25,55	23,06
	3T2007	34,97	38,21	32,44	31,15	29,04
	1T2005	38,80	68,40	56,24	45,94	9,91
	2T2005	58,22	57,65	48,42	40,22	12,08
	3T2005	42,75	59,02	26,54	1,97	-88,74
	4T2005	39,51	65,67	36,28	11,83	-72,01
	1T2006	35,89	42,84	23,36	8,72	-46,48
	2T2006	46,47	128,54	110,91	96,53	46,20
	3T2006	31,81	42,36	21,29	3,77	-56,31
	4T2006	37,61	42,39	28,44	17,20	-21,33
	1T2007	42,26	39,88	28,16	19,55	-12,88
	2T2007	42,19	45,49	23,61	5,00	-58,83
	3T2007	34,78	43,38	39,51	38,30	35,96

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4: Margem Ebitda real e projetada e CFaR (90, 95 e 99%) – grupo 2.

Empresa	Período	Margem Ebitda Real	Margem Ebitda projetado	Cfar 90%	Cfar 95%	Cfar 99%
AES SUL	1T2005	8,50	3,19	-12,44	-21,12	-49,04
	2T2005	10,26	12,94	-3,43	-9,40	-38,57
	3T2005	-21,90	12,12	0,22	-1,78	-5,38
	4T2005	6,73	5,24	-5,57	-7,57	-11,55
	1T2006	24,54	-0,23	-9,39	-10,94	-13,70
	2T2006	26,02	10,39	-12,42	-15,65	-27,10
	3T2006	22,40	19,35	-6,55	-10,71	-22,06
	4T2006	27,13	44,68	18,18	13,69	1,84
	1T2007	19,69	26,03	9,64	6,09	-0,20
	2T2007	18,57	21,67	7,31	4,24	-1,04
	3T2007	14,58	21,26	7,22	4,50	-0,45
ELETROPAULO	1T2005	10,59	25,49	10,44	6,08	-5,96
	2T2005	21,87	25,47	8,39	3,32	-11,58
	3T2005	-5,16	14,93	-6,37	-13,69	-37,47
	4T2005	10,41	0,51	-27,38	-49,59	-115,40
	1T2006	17,54	35,04	18,52	12,43	-9,33
	2T2006	22,20	27,22	14,29	9,60	-8,45
	3T2006	13,91	37,27	15,68	11,46	-7,20
	4T2006	16,20	28,06	16,16	14,59	10,50
	1T2007	18,59	30,85	16,82	14,73	8,19
	2T2007	28,95	32,41	19,14	16,53	4,24
	3T2007	20,99	39,71	18,04	14,69	-2,03
TRANS PAULISTA	1T2005	35,87	42,26	27,34	24,42	19,23
	2T2005	41,63	28,68	19,19	17,23	13,76
	3T2005	36,45	40,00	24,91	21,80	17,13
	4T2005	38,32	35,67	23,39	20,85	16,87
	1T2006	34,62	36,11	22,59	19,71	15,23
	2T2006	38,88	23,30	15,99	14,50	12,18
	3T2006	51,58	29,47	19,38	17,43	14,22
	4T2006	-109,44	43,97	29,79	26,89	22,33
	1T2007	51,14	-82,02	-168,57	-208,93	-304,14
	2T2007	56,23	31,51	7,19	2,69	-12,31
	3T2007	71,64	83,14	22,70	15,79	6,10

Fonte: Elaboração própria.

No terceiro grupo de empresas também tem aderência (diferença entre as margens de 8,00 para a Coelce e 10,00 para a Elektro) em relação à margem EBITDA projetada. O que a diferencia das demais empresas é o CFaR. Observa-se que o CFaR foi superestimado em todos os períodos da Coelce e em alguns da Elektro. Tal fato deu-se devido à alta volatilidade das variáveis independentes das regressões das duas empresas.

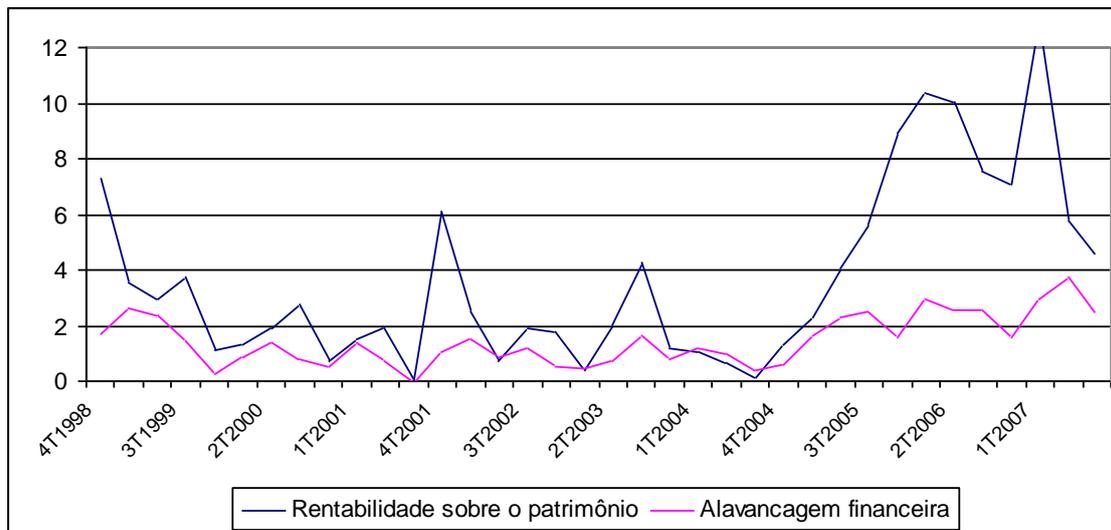
Tabela 5: Margem Ebitda real e projetada e CFaR (90, 95 e 99%) – grupo 3.

Empresa	Período	Margem Ebitda Real	Margem Ebitda projetado	Cfar 90%	Cfar 95%	Cfar 99%
COELCE	1T2005	14,30	11,71	-21,56	-51,93	-156,54
	2T2005	18,07	13,47	-37,53	-83,75	-245,52
	3T2005	19,97	21,75	-63,29	-136,03	-409,89
	4T2005	13,01	24,20	-73,00	-162,22	-474,47
	1T2006	27,67	21,23	-142,80	-278,66	-798,14
	2T2006	30,34	29,06	-150,29	-312,16	-896,71
	3T2006	24,54	30,91	-151,55	-318,69	-922,25
	4T2006	17,16	27,70	-124,13	-261,44	-757,30
	1T2007	34,49	23,31	-108,84	-228,53	-660,75
	2T2007	14,19	36,70	-175,36	-350,19	-1018,67
	3T2007	15,13	24,35	-78,06	-163,88	-481,89
ELEKTRO	1T2005	31,84	37,46	-54,18	-143,86	-452,14
	2T2005	34,80	35,76	29,77	28,27	25,39
	3T2005	32,29	31,13	22,61	20,25	9,22
	4T2005	37,76	24,46	-40,96	-114,51	-371,94
	1T2006	39,94	3,08	-54,34	-103,40	-296,93
	2T2006	35,28	28,10	9,03	-11,64	-83,99
	3T2006	35,62	21,05	-32,48	-87,31	-292,00
	4T2006	36,86	19,83	-28,31	-77,91	-263,07
	1T2007	39,20	33,50	-3,65	-41,02	-180,52
	2T2007	30,91	35,09	18,50	1,75	-61,87
	3T2007	33,47	33,76	-15,73	-70,78	-260,01

Fonte: Elaboração própria.

A figura a seguir demonstra como a rentabilidade sobre o patrimônio e a alavancagem financeira da Coelce apresentaram forte volatilidade no período em estudo, corroborando com os altos valores absolutos do CFaR.

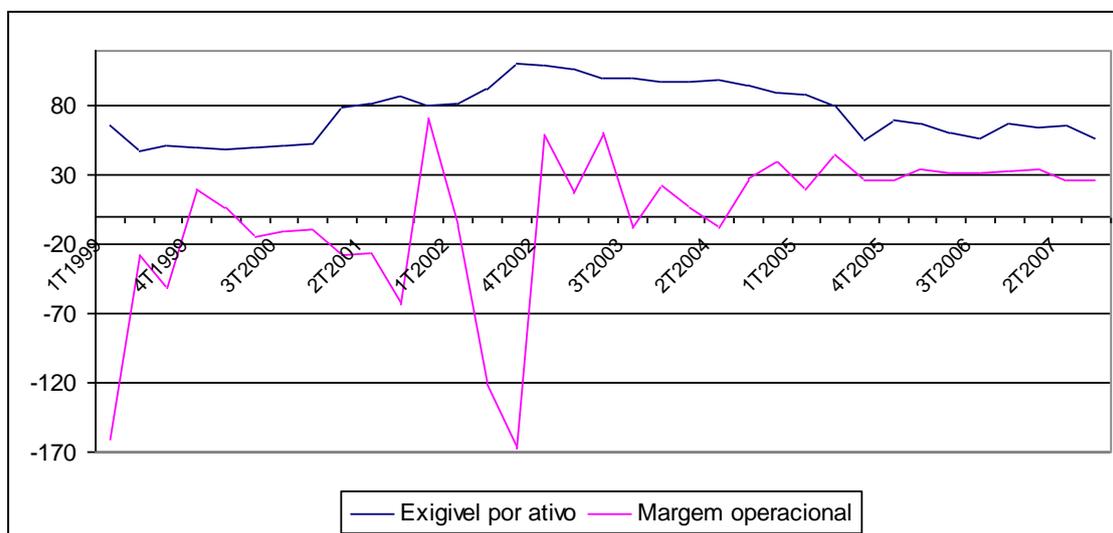
Figura 1: Rentabilidade sobre o patrimônio e alavancagem financeira da Coelce no período de 1T1999 a 3T2007.



Fonte: Elaboração própria.

Assim como a Coelce, a Elektro também tem duas variáveis explicativas com alta volatilidade e transfere esta incerteza ao CFaR da empresa. A figura abaixo mostra a variabilidade do exigível por ativo e da margem operacional da Elektro.

Figura 2: Exigível por ativo e margem operacional da Elektro no período de 1T1999 a 3T2007.



Fonte: Elaboração própria.

Por a Cemar que subestimou tanto a margem Ebitda projetada, quanto o CFaR. Tal resultado é esperado pelo fato da regressão ter apenas uma variável explicativa: o giro sobre o patrimônio líquido. A correlação entre estas variáveis é de apenas -0,13; valor este pouco significativo para captar as variações na margem Ebitda com a variável explicativa. Desta forma, a diferença média entre as duas margens foi de 22,00 aproximadamente.

Tabela 6: Margem Ebitda real e projetada e CFaR (90, 95 e 99%) – grupo 4.

Empresa	Período	Margem Ebitda Real	Margem Ebitda projetado	Cfar 90%	Cfar 95%	Cfar 99%
CEMAR	1T2005	7,92	7,38	3,41	1,80	-1,40
	2T2005	7,16	7,82	4,03	2,52	-0,53
	3T2005	19,45	7,33	3,39	1,82	-1,35
	4T2005	51,53	5,47	0,54	-1,45	-5,34
	1T2006	29,90	7,26	2,56	0,71	-2,97
	2T2006	27,52	3,38	-2,08	-4,11	-8,07
	3T2006	36,64	9,74	7,37	6,55	5,00
	4T2006	38,18	4,74	1,89	0,91	-0,87
	1T2007	33,89	5,03	2,37	1,50	-0,15
	2T2007	37,05	10,26	7,98	7,22	5,77
	3T2007	38,15	13,52	11,75	11,15	10,04

Fonte: Elaboração própria.

Em termo de avaliação da eficiência dos modelos de *CFaR* é possível fazer um teste de Kupiec adaptado à situação de múltiplas carteiras, neste caso, múltiplas empresas. O teste foi realizado de forma conjunta, com o objetivo de testar o modelo geral e não a eficiência de cada modelo e empresa individualmente.

Dos 100 eventos houve 8 violações do *CFaR* 90%, 6 do 95% e 3 do 99%. Todos dentro da região de aceitação do teste de Kupiec com 95% de significância (Jorion, 2003).

5. Conclusões

O atual ambiente no qual as empresas do setor elétrico estão inseridas incorpora dificuldades extras no mercado brasileiro representadas pelo novo ambiente macroeconômico e pela regulamentação recente do setor inserida no modelo por meio de variáveis macroeconômicas e seu impacto sobre o fluxo de caixa, representado pela margem Ebitda.

O modelo *Cash flow-at-risk* tal como utilizado no presente trabalho permite estimar de forma consistente e sistemática o risco ao qual as empresas estão expostas.

Os resultados demonstraram que as variáveis mais relevantes para a amostra em estudo foi o Produto Interno Bruto e o preço de energia elétrica, entre as variáveis microeconômicas a mais relevante foi a rentabilidade sobre o patrimônio. Quanto ao risco, observou-se um resultado compatível com o nível de significância de 5%.

Os resultados em termo de margem Ebitda esperada foram compatíveis em relação às margens reais observadas e os valores do *Cfar* devem ser utilizados pelos gestores em função de uma maior ou menor aversão ao risco e do ambiente no qual a empresa está inserida.

Observar que a crítica ao modelo é a dificuldade em capturar a volatilidade das variáveis utilizadas na estimação da margem Ebitda e do *Cfar*.

Referências

Andrén, N., Hákan J., e Lars O., 2005. "Exposure-based Cash-Flow-at -Risk under Macroeconomic Uncertainty". Working Paper No.635, The Research Institute Of Industrial Economics. Sweden.

Bodnar, G., Gregory H., e Richard M., 1998, "1998 Wharton Survey of Financial Risk Management by US Non-Financial Firms", *Financial Management* 27,70-91.

Bodnar, G., e Günter G., 1998, "Derivatives Usage in Risk Management by US and German Non-Financial Firms", Working Paper, Wharton School.

Chen, N., Richard R., e Stephen A. R., 1986. "Economic Forces and the Stock Market". *The Journal of Business*, Vol. 59, No.3, pp. 383-403.

Chan, K.C., Nai-Fu C., and David A. H., 1985. "An Exploratory Investigation of The Firm Size Effect", *Journal of Financial Economic* 14: 451-471.

Das, Satyajit, 1998. *Risk Management and Financial Derivatives*. McGraw-Hill Companies.

Fama, E. F., e French K. R., 1996. "Multifactor explanations of Asset Pricing Anomalies". *The Journal of Finance*, Vol. LI, No. 1.

Grinblatt, M., e Sheridan T., 1998. *Financial Markets and Corporate Strategy*. Irwin/McGraw-Hill.

Guay, W., e Kothari, S. P. 2003, "How Much Do Firms Hedge with Derivatives?", *Journal of Financial Economics* 70, 423-461.

Haushalter, G. D., 2000. "Financing Policy, Basis Risk and Corporate Hedging: Evidence from Oil and Gas Producers". *The Journal of Finance*, Vol. LV, No.1.

Loderer, C., e Karl P., 2000. "Firms, do you know your currency risk exposure? Survey Results", Working Paper, Social Science Research Network.

Lecocq, D. A., 2003. "Cash Flow at Risk Models: Principles, Application and a Case Study". The Institute of Actuaries in Australia, 2003 Biennial Convention.

Jorion, P., 2003. *Value-at-Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 2/E. The McGraw-Hill Companies, Inc.

Oxelheim, L., e Clas W., 1997. "Managing in the Turbulent World Economy: Corporate Performance and Risk Exposure". New York, NY, John Wiley and Sons.

Perobelli, F., 2004. "Um Modelo para Gerenciamento de Risco Em Instituições Não Financeiras: Aplicação no Setor de Distribuição de Energia Elétrica no Brasil". Tese, Programa de Pós Graduação em Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Ross, S. A., 1976. The arbitrage theory of asset pricing. *Journal of Economic Theory*.

Securato, J., Varanda N., 2005. J., M., "Fluxo de Caixa em Risco em Empresas Não Financeiras". 2º ENEFIN.

Stein, J., Usher, S. E. LaGattuta, D. e Youngen, J. 2000, "A Comparables Approach to Measuring CashFlow-at-Risk for Non-Financial Firms". Working Paper, NERA Seminar.

Stulz, R. 1996 "Rethinking Risk Management" *Journal of Applied Corporate Finance* 9, 8-24.

RiskMetrics (1996). RiskMetrics Group, JP Morgan.

Apêndice 1: Lista de empresas do setor elétrico.

Empresa	Empresa	Empresa	Empresa	Empresa
AES SUL	CELPE	COELCE	EMAE	F CATAGUAZES
AES TIETE	CEMAR	COSERN	ENERSUL	RIO GDE ENER
AMPLA ENERG	CEMAT	CPFL GERAÇÃO	ESCELSA	TRACTEBEL
BANDEIRANTE ENERGIA	CEMIG	ELEKTRO	GER PARANAP	TRAN PAULIST
CEEE-GT	CESP	ELETROBRAS	LIGHT S/A	
CELESC	COELBA	ELETROPAULO	PAUL F LUZ	

Fonte: Elaboração própria.

Apêndice 2: Relação das variáveis utilizadas e código indicativo.

Código	Variável	Código	Variável
1	Margem EBITDA	22	Exigível total/Ativo total
2	Taxa Selic Trimestral acumulada (%)	23	Exigível total/Patrimônio líquido
3	Câmbio médio tri \$	24	Ativo fixo/ Patrimônio líquido
4	Câmbio tri Euro Fechamento	25	Investimentos/Patrimônio líquido
5	PIB Tri (milhões de reais)	26	Liquidez geral
6	IGM-M acumulado trimestral (%)	27	Liquidez corrente
7	Preço Spot Nac Energia (média) (R\$/MWh)	28	Liquidez seca
8	Lucro por ação (LPA) em moeda corrente (R\$)	29	Capital de giro em moeda corrente (R\$)
9	Valor patrimonial por ação (VPA) em moeda corrente (R\$)	30	Capital Employed em moeda corrente (R\$)
10	Vendas/ação em moeda corrente (R\$)	31	LAIR+Despesas financeiras líquidas
11	Dívida total líquida (DivLiq) em moeda corrente (milhares R\$)	32	Giro do ativo
12	Dívida total bruta (DivBr) em moeda corrente (milhares R\$)	33	Giro Patrimônio líquido
13	DivBr/Ativo total	34	Margem bruta
14	DivBr/Patrimônio líquido	35	Margem operacional
15	DivLiq/Patrimônio líquido	36	Margem líquida
16	EBIT/DivBr	37	Rentabilidade do ativo
17	EBIT/DivLiq	38	Rentabilidade patrimonial (final)
18	EBIT/Financiamento bruto	39	Rentabilidade patrimonial (média)
19	EBIT/Financiamento líquido	40	Rentabilidade patrimonial (inicial)
20	Divida de curto prazo/Divida total	41	Equivalência patrimonial / Investimentos em subsidiárias
21	Custo de capital de terceiros (Kd nom)	42	Alavancagem financeira

Fonte: Elaboração própria.

ⁱ Andrés, Jankensgard e Oxelheim.

ⁱⁱ Ou variável alvo.

ⁱⁱⁱ Esta parte considera unicamente aspectos correspondentes à comercialização de energia, os quais estão diretamente associados com o fluxo de caixa das firmas.

^{iv} Serão utilizados modelos tradicionais descritos como modelos multi-fatores e modelos não-lineares. Por exemplo, Chen, Roll e Ross (1986), Chan, Chen e Hsied (1985), Fama e French (1996) e Grinblatt e Titman (1998), assim como métodos numéricos.

^v Existem algumas metodologias clássicas como top-down, Botton-up etc. Ver Stein et alii (2000), RiskMetrics (1996), Stulz (1996) , Oxelheim e Wihlborg (1997) etc.

^{vi} Bodnard e Gebhardt (1998) e Loderer (2000) confirmaram esta suposição.

^{vii} Ver Guay e Kothari (2003), Das (1998) e Haushalter (2000).