

Testando o “Cash-Flow-at-Risk” em empresas têxteis

Fernanda Finotti Cordeiro Perobelli
Professora da UFJF

Flávia Vital Januszki
Bolsista PROBIC/FAPEMIG
e Mestre em Administração pela UFMG

Leandro Josias Sathler Berbert
Bolsista PIBIC/CNPq
e Mestre em Administração pelo COPPEAD/UFRJ

Danilo Soares Pacheco de Medeiros
Bolsista BIC e Graduado em Administração pela UFJF

Luiz Guilherme da Silva Probst
Bolsista PIBIC/CNPq
e Graduado em Administração pela UFJF

Palavras-chave

gerenciamento de riscos, instituições não financeiras, setor têxtil, dados em painel, séries temporais.

Classificação JEL

G32, C15,
C22, C23.

Keywords

risk management, non-financial institutions, textile sector, panel data, time-series models.

JEL Classification G32, C15,
C22, C23.

Resumo

A despeito da relevância, para uma empresa, de mensurar a probabilidade do fluxo de caixa, numa data futura, atingir valores que a impeçam de honrar compromissos ou firmar projetos de investimento ou financiamento, discussões sobre métodos capazes de fornecer tal probabilidade são incipientes. Pretendendo contribuir para tal discussão, este artigo apresenta métodos alternativos para verificação do fluxo de caixa em risco baseados na métrica Cash-Flow-at-Risk (C-FaR). Ilustrativamente, uma aplicação no segmento têxtil é realizada, sendo apresentados dois métodos para estimação dos fatores de risco relevantes do fluxo: setorial (painel) e individual (séries temporais), com simulação de choques inesperados sobre as previsões a partir da série do fator (nível) e da série de erros de previsão do fator (erro), além de um procedimento ingênuo, em que a distribuição do fluxo de caixa é acessada sem que se identifiquem explicitamente seus fatores de risco, pelo bootstrap da série de valores históricos de seus componentes (receitas, custos e despesas). Os resultados encontrados revelam que, na amostra, o melhor método estimou fatores de risco por empresa (ênfase de série de tempo) e simulou choques a partir dos erros de previsão dos fatores de risco.

Abstract

Despite the relevance for companies in general of measuring the probability that its cash flow on a certain future date might reach values that would make it impossible for the company to honor its commitments, make investments or choose a more reliable capital structure, discussions on methods capable of indicating such probability are in their early days. Considering this scenario, this paper proposes different methods of measuring cash flow-at-risk based on the RiskMetrics Cash-Flow-at-Risk metric. As a practical example, an application to the textile sector is presented and two methods for risk factor identification were analyzed: sector relationships (panel) and individual relationships (time series). Secondly, factor simulations were made by: 1) original factor series (level) and 2) factor forecast error series (error). Plus, as a naive procedure, original cash flow component series are bootstrapped (and no risk factor is identified), in order to verify if a naive procedure would perform better than complex ones. Results show that, for the sample, the best method took risk factors by company (time series approach) and simulated shocks by forecast errors (error approach).

1_ Introdução

O gerenciamento de riscos de mercado, crédito, operacionais ou legais é um assunto que assume papel relevante e definitivo no ambiente das instituições financeiras. Mais recentemente, o assunto vem ganhando espaço também no âmbito de instituições não financeiras. Para essas, é igualmente importante saber o risco de não pagamento inerente aos financiamentos concedidos a seus clientes (risco de crédito); o risco advindo de falhas humanas dentro da organização (risco operacional); o risco de ser acionada legalmente por seus *stakeholders* (funcionários, credores, concorrentes, clientes e comunidade) e de grande importância para o gerenciamento de seu fluxo de caixa e para a tomada de decisões corporativas, e os riscos de mercado, aqui entendidos como variação nos preços formados no âmbito do mercado financeiro (juros, câmbio, *commodities*, etc.) e flutuação na demanda do mercado consumidor e na oferta dos insumos utilizados no processo produtivo, capazes de afetar sua capacidade financeira e solvência.

Entre os benefícios advindos da implantação de sistemas de medição e gerenciamento de riscos de mercado no âmbito das instituições não financeiras, destacam-se como os mais diretos:

o controle dos fluxos de caixa necessários ao cumprimento dos compromissos assumidos pela empresa, que incluem o pagamento de fornecedores, despesas operacionais e financeiras, amortização de empréstimos, e dos investimentos programados; a redução da volatilidade desses fluxos e, conseqüentemente, da probabilidade de a empresa deixar de honrar compromissos futuros. Benefícios adicionais incluem o aumento da transparência aos investidores, a rápida assimilação de novas fontes de riscos de mercado pelos gestores e a tomada de decisões de investimento e financiamento considerando diversos cenários futuros, com as probabilidades de ocorrência associadas.

A despeito da importância crescente do assunto, discussões acerca de métodos capazes de avaliar, de forma abrangente, a probabilidade de uma empresa gerar certo fluxo de caixa numa data futura ainda são incipientes. Considerando a existência dessa lacuna e a importância do tema para as empresas, este artigo apresenta, com base em uma aplicação dos conceitos a empresas do setor têxtil, métodos alternativos para verificação do fluxo de caixa em risco baseados na métrica *Cash-Flow-at-Risk* (C-FaR). São analisados dois métodos para iden-

tificação dos fatores de risco e respectivas exposições (betas) dos componentes do fluxo de caixa (receitas, custos e despesas) das empresas da amostra a esses fatores: a estimação de relações setoriais (utilizando a metodologia de dados em painel) e a estimação de relações individuais (usando a metodologia de séries temporais).

Valendo-se da identificação dos fatores de risco pelos dois métodos e das respectivas exposições (betas) dos componentes do fluxo de caixa a esses fatores, o comportamento futuro de tais fatores é simulado também de duas maneiras. Tomando-se por base a previsão do valor futuro do fator, obtida tendo em vista um modelo de série de tempo univariado, utiliza-se:

- 1) a série original do fator (simulação em nível do fator de risco) para gerar a distribuição de valores futuros do fator de risco e
- 2) a série de erros do fator (simulação do erro do fator de risco), levantados de acordo com o modelo de previsão do fator, para gerar a distribuição de possíveis valores futuros ao redor da previsão pontual.

Adicionalmente, um terceiro procedimento de geração de valores futuros de fluxo de caixa é testado: o *bootstrap* da série de valores históricos dos componentes do fluxo de caixa (receitas, custos e despesas), de forma a gerar a distribuição do fluxo de caixa em risco futuro sem o conhecimento prévio de seus fatores de risco. Esse terceiro trata-se de um procedimento simplificado em relação aos anteriores, cujo objetivo é verificar se um método mais parcimonioso e não sujeito ao “risco de modelo”, ou seja, ao risco de se identificar equivocadamente os fatores de risco e a exposição dos componentes do fluxo de caixa da empresa a eles, apresentaria performance melhor ou comparável a métodos estatisticamente mais sofisticados para o setor em análise.

2_ Referencial teórico

O uso de sistemas quantitativos para a medição de riscos de mercado começou a se difundir entre instituições financeiras a partir de 1994, com o lançamento do documento *RiskMetrics* pelo JP Morgan, que trazia, entre outras coisas, a metodologia de cálculo do *Value-at-Risk* (VaR). Dois anos se passaram até

que a Securities and Exchange Commission (SEC), por pressão de órgãos reguladores, propusesse em 28 de dezembro de 1995 uma regra que exigia das companhias americanas informações quantitativas sobre riscos de mercado (Linsmeier e Pearson, 1997).

Tal regulação, aliada a um cenário de volatilidade crescente, como a proporcionada pela crise asiática em outubro de 1997 e pela crise russa em agosto de 1998, serviu como incentivo para que muitas empresas americanas passassem a tentar adaptar o instrumento de controle de riscos de mercado até então utilizado apenas por instituições financeiras (VaR) às suas necessidades. Contudo, apesar de simples, intuitivo e aceito pelo mercado e pelas instituições reguladoras, tentativas mais robustas de adaptação do VaR ao ambiente corporativo foram revelando certas deficiências dessa medida em relação ao controle de todos os riscos de mercado a que estão expostas empresas não financeiras. Tais deficiências fizeram com que novas medidas de risco de mercado fossem ganhando espaço no âmbito dessas empresas.

Tentativas rudimentares de verificação dos impactos de oscilação nos preços de mercado sobre o fluxo de caixa das empresas são atribuídas a Vermeulen

(1994), Shapiro e Titman (1999) e Bauman, Saratore e Liddle (1999). Esses autores, entretanto, não chegaram a sugerir um modelo completo, tratando a questão apenas de forma geral. Provavelmente, um dos trabalhos pioneiros e mais detalhados no cálculo do fluxo de caixa em risco foi o desenvolvido por Hayt e Song (1995), que propunha uma medida de sensibilidade dos fluxos de caixa a fatores de risco. Tal medida buscava relacionar a probabilidade de a empresa atingir determinado nível de fluxo de caixa que a impedisse de honrar seus compromissos e programações de investimentos, com mudanças em preços financeiros em determinado período de tempo. Posteriormente, o trabalho de Stulz e Williamson (1997) também mencionou a possibilidade de utilizar a simulação para a obtenção da distribuição esperada dos fluxos de caixa futuros.

Entretanto, o refinamento da medição de fluxos de caixa em risco só ocorreu em 1999, com a elaboração do *CorporateMetrics Technical Document* (RiskMetrics Group, 1999). O foco desse documento estava nos potenciais impactos de mudanças nas taxas de mercado sobre os resultados financeiros da empresa em um intervalo de tempo t . Entre as medidas de risco propostas e analisadas pelo *Corpo-*

rateMetrics, estava o *Cash-Flow-at-Risk* (C-FaR). A metodologia empregada para o cálculo dessa medida tomava emprestados conceitos utilizados para o cálculo do VaR, adaptando-os ao ambiente corporativo, e estendia a tradicional técnica de análise de sensibilidade além de uns poucos cenários extremos, considerando um amplo conjunto de cenários simulados.

Para a elaboração do método proposto, seria necessário estimar relações econométricas entre os fatores de risco e a variável de interesse (fluxo de caixa). Depois de determinadas essas relações, passar-se-ia à investigação do modelo capaz de descrever o comportamento dos fatores de risco. Para tal, o documento determinava não apenas que fosse construído um modelo capaz de descrever tão corretamente quanto possível a evolução dos fatores de risco, mas que também fosse consistente com teorias econômicas relevantes. A sugestão do documento era a utilização dos chamados Vetores Autorregressivos (*Vector Autoregressive Model* ou VAR), nos quais o valor de cada variável dependeria não só de seus valores passados, mas dos valores passados de todas as outras variáveis do sistema, o que permitiria a previsão conjunta da média condicional dos fatores de risco.

Em 2000, o modelo desenvolvido pela consultoria National Economic Research Associates (NERA) abandonou o enfoque de séries de tempo e *bottom-up* (da identificação do comportamento dos fatores de risco para o fluxo de caixa em risco), predominante nos modelos anteriormente apresentados, propondo uma modelagem tipo *top-down* (da observação agregada do fluxo de caixa de um conjunto de empresas para o fluxo de caixa em risco de cada uma delas). A medida proposta pela NERA – denominada *Comparable Cash-Flow-at-Risk* (C-FaR) – seria obtida segundo a distribuição de probabilidades de fluxos de caixa observados diretamente e não mais via distribuição dos fatores de risco (Stein *et al.*, 2001).

No mercado brasileiro, a RiskControl, em parceria com a Consultoria Tendências, desenvolveu um modelo que considerava cenários probabilísticos para os fatores de risco construídos com base na integração de metodologias estatísticas e modelos macroeconômicos estruturais (LaRoque *et al.*, 2003). Os modelos econômicos estruturais fazem uso da estrutura sugerida pela teoria macroeconômica na formulação de suas previsões. As relações podem ser expressas por equações, estimadas via modelos econométricos, que se articulam. Assim,

é possível captar as interações relevantes entre as variáveis de interesse.

Para inserir incerteza no modelo, a RiskControl/Tendências propunha que as séries de variáveis exógenas fossem decompostas em tendência e resíduo. Estimadas as tendências das séries, a volatilidade condicional de cada uma delas seria avaliada (estimada) usando-se as diferenças entre os valores assumidos pela série e sua tendência (resíduo). Entendida a dinâmica da volatilidade individual de cada uma das variáveis exógenas, seria preciso verificar a dinâmica de covariância entre elas. De acordo com a RiskControl/Tendências, essas seriam mais bem estimadas pela tendência das séries, e não pelos resíduos. Avaliadas as volatilidades e as covariâncias, a simulação das trajetórias conjuntas assumidas pelas variáveis exógenas seria obtida via Simulação de Monte Carlo. Quanto às endógenas, se a incerteza em relação às exógenas já estivesse corretamente modelada, bastaria substituir os valores simulados para as exógenas nas equações das endógenas.

Ainda no mercado brasileiro, Varranda Neto (2004) buscou mensurar o fluxo de caixa em risco da empresa geradora de energia AES Tietê S/A. As variáveis macroeconômicas capazes de impactar a

receita, segundo os resultados encontrados no estudo, foram consideradas aleatórias, sendo simuladas por Monte Carlo tomando-se por base um modelo simplificado, do tipo Movimento Browniano Geométrico. Esse enfoque difere dos propostos pelos autores anteriores, que buscavam estruturar a previsão de tais fatores segundo os modelos de séries de tempo. Os diferentes cenários gerados para as variáveis macroeconômicas resultavam em diferentes cenários possíveis para o fluxo de caixa estudado no trabalho, gerando a distribuição de probabilidades de tal fluxo e permitindo o cálculo das estatísticas de interesse.

Por fim, Perobelli e Securato (2005) desenvolveram um modelo para medição do fluxo de caixa em risco de empresas distribuidoras de energia elétrica que combinou a metodologia de dados em painel (para identificação dos fatores de risco relevantes e da exposição das empresas da amostra a eles) com a técnica de vetores autorregressivos para estimação do comportamento futuro dos fatores de risco previamente identificados na metodologia de painel, conforme sugerido pelo *CorporateMetrics*. A metodologia de dados em painel, apesar de contribuir para o aumento de dados na estimação, gera betas setoriais, ou seja, não permite

que sejam verificadas as exposições individuais de cada empresa da amostra ao fator de risco em análise.

Por essa razão, este trabalho propõe que se analisem conjuntamente os resultados obtidos para o fluxo de caixa em risco calculado com base em betas setoriais (estimados via modelos de dados em painel) e de acordo com betas individuais (estimados segundo a série temporal dos componentes do fluxo de caixa de cada empresa da amostra).

3_ Modelo teórico para “Cash-Flow-At-Risk”

Este tópico apresenta um modelo teórico para a mensuração do fluxo de caixa em risco das empresas, aqui entendido como a probabilidade de a empresa não dispor de recursos para honrar seus compromissos em determinadas datas futuras (vértices do fluxo) ou, estatisticamente, como o percentil associado à estatística de ordem zero da distribuição do fluxo de caixa da empresa. Ressalte-se que tal modelo teórico combina as principais contribuições já dadas sobre o assunto – em especial, as fornecidas pelo *CorporateMetrics Technical Document* – com pontos ainda não suficientemente explorados na literatura.

Metodologicamente, para a construção do modelo devem ser considerados os pontos seguintes:

1. escolha das variáveis de estudo, subdividindo-as em variáveis dependentes (componentes do fluxo de caixa) e candidatas a variáveis independentes (possíveis fatores de risco macroeconômicos e próprios da empresa capazes de afetar o negócio, a serem testados no item 3);
2. definição dos vértices temporais em que tais variáveis serão observadas e o horizonte temporal de previsão (número de passos à frente);
3. estimação da relação estatística existente entre a variável dependente e as candidatas a variáveis independentes, buscando identificar os fatores de risco relevantes (entre macroeconômicos e próprios da empresa);
4. sugestão de um tratamento para o gerenciamento dos fatores de risco próprios e previsão, via métodos econométricos uni ou multivariados, do comportamento médio esperado dos fatores de risco macroeconômicos de interesse, bem como de sua matriz

de variância-covariância (a ser utilizada na simulação de choques inesperados sobre tal previsão, detalhada no item 5);

5. simulação de choques inesperados para os fatores de risco macroeconômicos no horizonte de previsão, gerando diversos cenários de risco possíveis (além da própria previsão realizada no item 4). Na geração desses cenários, deve-se tomar o cuidado de manter a mesma estrutura de variância-covariância observada entre as séries históricas dos fatores de risco;
6. inserção dos valores gerados nas simulações dos fatores de risco (item 5) na equação que relaciona o comportamento de tais fatores ao comportamento das variáveis dependentes (componentes do fluxo de caixa: receitas, custos e despesas), montagem da distribuição simulada da variável dependente de interesse com base em seus componentes (fluxo de caixa) e determinação da estatística de interesse de tal distribuição.

Cada um dos seis passos do modelo teórico será descrito em detalhes nos subitens a seguir.

3.1 Escolha das variáveis do estudo

Para a formulação do modelo, é preciso definir a variável de interesse (variável dependente), assim como selecionar candidatas a variáveis independentes – fatores de risco macroeconômicos e próprios do negócio, que sejam potencialmente capazes de alterar o comportamento da variável dependente ao longo do tempo.

Considerando-se que o modelo baseia-se na mensuração do fluxo de caixa em risco, as variáveis de interesse propostas neste trabalho são os componentes do fluxo de caixa da empresa (FC), observados em certas datas de pagamento futuras, ou vértices do fluxo.

As candidatas a variáveis independentes são fatores potencialmente capazes de provocar oscilações nos componentes do fluxo de caixa das empresas, ou fatores de risco. Tais fatores de risco podem ser macroeconômicos (nível de taxas de juros, câmbio, inflação, risco-país, produção nacional) – capazes de afetar, em maior ou menor grau, todas as empresas da economia – e fatores de

risco próprios do negócio (nível de endividamento, mercado atendido, investimentos programados, *etc.*).

A consideração no modelo de características próprias da empresa como candidatas a fatores de risco tem como objetivo dar-lhe flexibilidade. Enquanto as oscilações nos fatores de risco macroeconômicos não podem ser determinadas *a priori* pela empresa, mas apenas estimadas e protegidas por instrumentos financeiros caso seus potenciais efeitos sobre o fluxo de caixa assim o justifiquem, a identificação prévia de fatores de risco gerenciáveis permite à empresa verificar, por exemplo, quais seriam os impactos em seu fluxo de caixa em determinada data se, além de haver choques inesperados nos fatores de risco macroeconômicos, ela decidisse alterar sua estrutura operacional e financeira via aumento de *market share*, novos investimentos, aumento de endividamento, substituição de dívida em moeda estrangeira por dívida em moeda nacional, *etc.*

3.2_ Vértices de observação e horizonte de previsão

Com relação aos vértices de medição, datas em que se observam as variáveis dependentes e independentes, este estudo

propõe a utilização de vértices trimestrais. Dessa forma, tal como na estimação do VaR, em que se assume que pagamentos e recebimentos não ocorram todos os dias, mas apenas em determinadas datas, neste modelo os componentes do fluxo de caixa da empresa apenas são observados a cada trimestre, vértices que concentram (hipoteticamente) todos os pagamentos e recebimentos futuros. Ressalte-se que a divulgação pelas empresas de dados contábeis em base trimestral é a responsável por tal escolha. Obviamente, essa restrição é relevante apenas ao pesquisador externo. Caso o estudo esteja sendo conduzido com informações privadas, os vértices podem ser mensais ou obedecer às datas constantes no *budget plan* elaborado pela empresa.

Da mesma forma, o horizonte de previsão – número de passos à frente em que os fluxos são observados – fica a critério do pesquisador e da empresa interessada. Ressalte-se, porém, que, quanto mais longo for o prazo, menor a confiabilidade das estatísticas geradas. Nada impede, entretanto, que as estimativas geradas sejam periodicamente revistas, de modo a se atualizar constantemente a estimação pela consideração de novas observações passadas.

3.3_ Identificação dos fatores de risco macroeconômicos e próprios relevantes

Enquanto a metodologia do VaR exige a identificação de um número reduzido de fatores de risco primitivos que repliquem, de forma linear e determinística, as oscilações no valor de mercado dos ativos originais, identidades semelhantes não são facilmente obtidas para o cálculo do fluxo de caixa em risco. No caso do fluxo de caixa em risco, o mais próximo da replicação determinística utilizada pelo VaR a que se chega é via estimação de equações que relacionem as oscilações nos componentes do fluxo de caixa da empresa (variáveis dependentes) a oscilações nos fatores de risco (variáveis independentes).

Para a estimação dessas equações, este estudo propõe dois procedimentos:

- i. estimação de relações setoriais (utilizando a metodologia de dados em painel);
- ii. estimação de relações individuais (utilizando a metodologia de séries temporais).

Sobre o primeiro método, considerando-se que, no Brasil, as empresas apenas divulgam informações contábeis, necessárias ao cálculo do fluxo de caixa, em base trimestral, tal procedimento visa aumentar o volume de dados na es-

timização, principalmente para o analista externo à empresa. Por outro lado, a estimação dos fatores de risco via dados em painel possui a desvantagem de gerar relações comuns a todas as empresas pertencentes à amostra.

Assim, caso as empresas sejam influenciadas por fatores de risco díspares, a estimação em painel ficará comprometida. De forma a testar essa possibilidade, a pesquisa também propõe a determinação dos fatores de risco de uma única empresa, com estimação em série de tempo. Para tanto, foram testados os seguintes métodos de estimação: Amortecimento Exponencial, Box & Jenkins e Regressão Dinâmica. Já no método de dados em painel, foram testadas as especificações de efeitos aleatórios e fixos, além de ter sido empregado também o método de GMM-Sys ou Painel Dinâmico sempre que a variável dependente defasada se fazia relevante, seguindo modelo proposto por Blundell e Bond (1998).¹

3.4_ Tratamento dos fatores de risco próprios e estimação do comportamento médio esperado dos fatores de risco macroeconômicos

Realizada a estimação via dados em painel e em séries de tempo e identificados os fatores de risco relevantes entre os candidatos pré-selecionados, o próximo

¹ Em decorrência de limitações de espaço e por considerar que esses métodos são consagrados na literatura da área, os autores não discorrerão sobre eles. Para detalhes, ver Enders (1995) e Blundell e Bond (1998).

passo do modelo é estimar o comportamento médio esperado desses fatores ao longo do tempo.

Ressalte-se que, por sua característica mais estável, os fatores de risco próprios da empresa não têm seu comportamento futuro projetado neste modelo. Espera-se que, numa situação real, a empresa tenha ciência dos valores futuros a serem assumidos por tais fatores (nível de endividamento, contratação ou amortização de dívidas em moeda nacional ou estrangeira, novos investimentos, venda de ativos, novos aportes de capital e transferência de recursos para os acionistas) via planejamento periódico. Na modelagem, os valores futuros a serem assumidos pelos fatores de risco próprios não são considerados. Nada impede, entretanto, que, no caso de uma pesquisa interna, realizada com informações estratégicas, esses valores esperados sejam fornecidos pela empresa, de acordo com seu planejamento.

Portanto, o foco neste passo está na estimação dos valores futuros dos fatores de risco macroeconômicos. Neste trabalho, a estimação é feita via modelos clássicos de série de tempo: Amortecimento Exponencial, Box & Jenkins e Regressão Dinâmica, estimados no *software* ForecastPro.

3.5_ Simulação de choques inesperados que geram cenários para os fatores de risco macroeconômicos

Escolhido e estimado o modelo para previsão dos valores mais prováveis (médios) dos fatores de risco macroeconômicos, a simulação da distribuição de probabilidade de cada fator será realizada por Monte Carlo, a partir do sorteio de N choques aleatórios, a serem filtrados pela matriz de variância-covariância dos fatores via fatoração de Cholesky. Depois de filtrados, os valores simulados para os fatores de risco são inseridos na equação das variáveis de interesse, dando origem às distribuições dessas variáveis. Tal procedimento encontra-se completamente automatizado no *software* Crystal Ball.

Utilizando-se a técnica de geração de números aleatórios (Simulação de Monte Carlo) automatizada no Crystal Ball, chega-se a 1.000 valores prováveis para cada variável aleatória, que serão empregados nas fórmulas que relacionam essas variáveis àquelas de interesse (componentes do fluxo de caixa), viabilizando a construção da distribuição de probabilidades da variável de interesse (FC).

Nesta pesquisa, tal procedimento de simulação será realizado de duas maneiras. Tomando-se como base a previ-

são do valor futuro do fator de risco, obtida com base em um modelo de série de tempo univariado, utiliza-se:

- i. a série de valores históricos do fator (simulação em nível do fator de risco) para gerar a distribuição de valores futuros do fator;
- ii. a série de erros do fator (simulação do erro do fator de risco), levantados tomando-se por base o modelo de previsão do fator, para gerar a distribuição de possíveis valores futuros ao redor da previsão pontual.

Adicionalmente, um terceiro procedimento de geração de valores futuros de fluxo de caixa é testado: o *bootstrap* da série de valores históricos dos componentes do fluxo de caixa (sem que os fatores de risco sejam identificados), de forma a gerar a distribuição do fluxo de caixa em risco futuro segundo os valores históricos de seus componentes simulados.

3.6_ Inserção dos valores simulados na equação do fluxo de caixa e determinação da estatística de interesse

Estimados os valores mais prováveis (média) para cada fator de risco macroe-

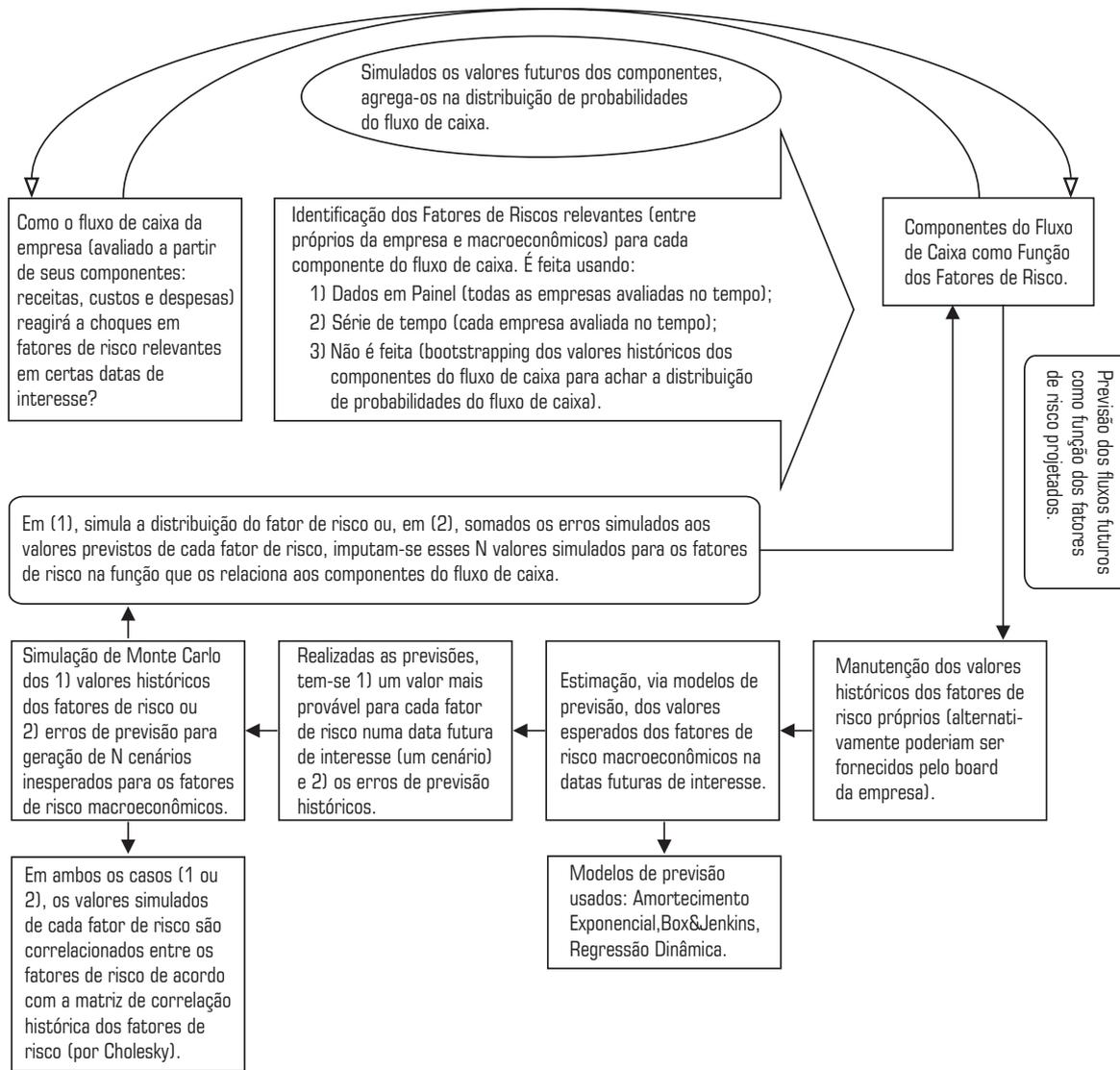
conômico, em cada data futura de interesse e estressados tais valores pela consideração de N possíveis choques aleatórios, os N potenciais valores futuros de cada fator de risco são inseridos nas equações que relacionam esses fatores aos componentes do fluxo de caixa (FC) da empresa. Esses componentes, por sua vez, são agregados para formar a variável de interesse do estudo (FC). Torna-se importante destacar, conforme já mencionado, que, nesse passo, os fatores de risco próprio são mantidos constantes (iguais ao último valor observado) ou deverão ser fornecidos pela empresa.

Encontra-se, dessa forma, uma distribuição empírica para o fluxo de caixa da empresa, em cada data futura de interesse. A partir dessa distribuição, é possível estimar a área sob $FC < 0$, em cada data futura de interesse. Tal área é considerada neste estudo como igual à probabilidade de a empresa, na data futura, não dispor de recursos para honrar seus compromissos.

Esquemáticamente, todo o procedimento descrito está sumarizado na Figura 1.

Explorados todos os passos do modelo teórico, passa-se à análise dos procedimentos empíricos de construção dos métodos propostos.

Figura 1_ Fluxograma de procedimentos teóricos adotados no trabalho



Fonte: Elaboração própria.

4_ Procedimentos empíricos para “Cash-Flow-at-Risk”

Exposta a metodologia teórica para a estimação do fluxo de caixa em risco, este tópico destina-se à análise empírica dos procedimentos de estimação propostos com base em uma aplicação empírica a empresas pertencentes ao setor têxtil brasileiro.

4.1_ Amostra de trabalho e dados coletados

A aplicação empírica considera como variáveis dependentes os componentes do fluxo de caixa (FC) das empresas, observados três períodos à frente ($j = 3$), em vértices trimestrais. Para tanto, trabalham-se com os dados disponíveis do 1º trimestre de 1995 até o 4º trimestre de 2005, reservando-se os do 1º, 2º e 3º trimestres de 2006 para procedimentos de *backtesting* (comparação fora da amostra de estimação).

Inicialmente foram selecionadas 16 empresas do setor têxtil para compor a amostra de trabalho. Dessas, após análise das particularidades de cada empresa e algumas mudanças ocorridas em algumas delas, foram selecionadas sete empresas (Buettner, Cedro, Coteminas, Industrial Cataguases, Santanense, Tece-lagem São José e Vicunha).

Valendo-se da análise dos demonstrativos contábeis dessas empresas, extraíram-se, em base trimestral, desde o 1º trimestre de 1995 (ou desde quando disponível), as seguintes informações:

I Demonstração do Resultado do Exercício (DRE)

- i. receita líquida trimestral
(em R\$) – RECL
- ii. custo dos produtos vendidos
(em R\$) – CMV
- iii. despesas operacionais
(em R\$) – DESPOP
- iv. despesas financeiras líquidas
(em R\$) – DESPFIN
- v. receitas financeiras líquidas
(em R\$) – RECFIN
- vi. resultado financeiro líquido
(em R\$) – RESULFIN

II Relatório Anual ou Comentário de Desempenho do Trimestre

- vii. vendas para o mercado externo
(em % das vendas totais) – ME
- viii. estoque de dívida em moeda nacional (em R\$) – DIVNAC
- ix. estoque de dívida em moeda estrangeira (em R\$) – DIVEST
- x. derivativos cambiais (variável binária) – HEDGECAMBIAL
- xi. derivativos de juros (variável binária) – HEDGEJUROS

Ressalta-se que as informações acima se referem às empresas controladoras, expressas em moeda do período, sem qualquer indexação ou correção monetária. Além das informações específicas das empresas, levantaram-se, tendo em vista diversas bases de dados, as seguintes informações macroeconômicas:

- xii. Produto Interno Bruto (variação no trimestre) – PIBBRASIL.
Fonte: Banco Central do Brasil.
- xiii. Produto Interno Bruto – Setor Industrial (variação no trimestre) – PIBIND.
Fonte: Banco Central do Brasil.
- xiv. Exportação – Setor Têxtil (variação no trimestre) – EXPTEXTIL.
Fonte: Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEADATA).
- xv. Importação – Setor Têxtil (variação no trimestre) – IMPTEXTIL.
Fonte: Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEADATA).
- xvi. Indicador da Produção Industrial (variação no trimestre) – PRODIND.
Fonte: IBGE.
- xvii. Índice Geral de Preços Amplo (taxa acumulada no trimestre) – IPCA. Fonte: IBGE.
- xviii. Preço do Algodão em Pluma (variação no trimestre) – PRECOALG. Fonte: ABIT.
- xiv. Taxa de Juros de Longo Prazo (taxa acumulada no trimestre) – TJLP. Fonte: Economática.
- xx. Taxa Básica de Juros Brasileira (taxa acumulada no trimestre) – SELIC. Fonte: Economática.
- xxi. Variação da Taxa de Câmbio R\$/US\$ (variação no trimestre) – PTAX. Fonte: Economática.
- xxii. Variação da Taxa de Câmbio R\$/Euro (variação no trimestre) – EURO. Fonte: Economática.
- xxiii. Preço de Fechamento do Título da Dívida Externa Brasileira (variação do preço de fechamento no trimestre) – CBOND.
Fonte: Economática.
- xxiv. Índice de Preços ao Consumidor ou Consumer Price Index – USA (taxa acumulada no trimestre) – CPIUSA.
Fonte: Economática.
- xxv. Taxa Básica de Juros Americana (taxa acumulada no ano, por trimestre) – TNOTEAA.
Fonte: Economática.
- xxvi. Salário Real e Nominal – Indústria (variação no trimestre) – SALARIONOM/SALARIOREAL.
Fonte: IBGE.

xxvii. Nível de Emprego – Indústria
(variação no trimestre) –
EMPREGO. Fonte: IBGE.

Algumas das informações retrocitadas foram utilizadas na construção da variável dependente do modelo (fluxo de caixa), conforme detalhado no próximo item. As demais foram testadas como variáveis independentes, portanto, passíveis de determinar oscilação nos fluxos de caixa das empresas.

4.2_ Determinação do fluxo de caixa de cada empresa i , na data j

De forma a viabilizar a obtenção do fluxo de caixa para todas as empresas do setor têxtil constantes da amostra, nos 44 trimestres considerados (entre 1T/95 e 4T/05), optou-se por adotar o modelo de Geração de Caixa Bruta, no qual Fluxo de Caixa é dado por receita líquida, menos custo do produto vendido, menos despesas operacionais, mais resultado financeiro líquido. Trata-se de uma simplificação do conceito de Fluxo de Caixa Líquido do Acionista, que inclui, além das variáveis supracitadas (relacionadas ao resultado da empresa no exercício), a Variação do Capital de Giro (Variação nas Contas Estoques, Clientes e Fornecedores), a Variação do Ativo Imobilizado e a Variação dos Emprês-

timos e Financiamentos. Tais variações, normalmente, são advindas de decisões de longo prazo tomadas pela empresa com base na consideração de suas estratégias gerenciais. A variável assim criada, para cada empresa i , em cada data j , é denominada, simplificada, Fluxo de Caixa (FC).

Em relação aos vértices do fluxo (datas de interesse), destaca-se que a existência de dados em base trimestral, menor desagregação possível de informações públicas, foi responsável pela escolha dos vértices trimestrais de pagamento nessa aplicação. Portanto, os vértices do fluxo foram sempre março, julho, setembro e dezembro de cada ano. Obviamente, essa escolha é determinada por estar fora da empresa. Caso o estudo seja conduzido com informações privadas, tais vértices podem ser mensais, ou obedecer às datas constantes no *budget plan* elaborado pela empresa.

4.3_ Escolha dos candidatos a fatores de risco

A escolha dos candidatos a variáveis independentes limitou-se pela disponibilidade de dados existentes e pela necessidade de se chegar a resultados parcimoniosos, que permitissem a estimação do comportamento futuro dos fatores de risco,

bem como das inter-relações entre eles. Assim, a opção foi considerar as seguintes variáveis como explicativas:

- i. vendas para o mercado externo em percentual das vendas totais (ME);
- ii. estoque de dívida em moeda estrangeira e nacional (DIVEST e DIVNAC);
- iii. PIB Brasil, PIB Industrial, Produção Industrial, Exportações e Importações Têxteis, Nível de Emprego na Indústria (PIBBRASIL, PIBIND, PRODIND, EXPTEXTIL, IMPTEXTIL, EMPREGO);
- iv. Índice Geral de Preços Amplo (IPCA);
- v. Taxa de Juros de Longo Prazo e Taxa Básica de Juros Brasileira (TJLP e SELIC);
- vi. Variação da Taxa de Câmbio R\$/US\$ e R\$/Euro (PTAX e EURO);
- vii. Preço de Fechamento do Título da Dívida Externa Brasileira (CBOND);
- viii. Consumer Price Index/USA e Taxa Básica de Juros Americana (CPIUSA e TNOTEAA);
- ix. Salário Real e Nominal – Indústria (SALARIOREAL e SALARIONOM);
- x. Variável binária que indica se a empresa possui derivativos de juros e câmbio (HEDGEJUROS e HEDGECAMBIO);

- xi. Preço do Algodão em Pluma (PRECOALG).

As variáveis PIBBRASIL, PIBIND, PRODIND, EXPTEXTIL, IMPTEXTIL e EMPREGO foram incluídas como *proxies* para nível de atividade na economia; IPCA, como *proxy* para inflação; TJLP e SELIC, como *proxies* para taxas de juros, que limitam o consumo das famílias, ao mesmo tempo em que indexam uma parte do endividamento das empresas; PTAX e EURO, para câmbio; CBOND, CPIUSA e TNOTEAA, como *proxies* para atração de capital estrangeiro; SALARIOREAL, SALARIONOM e PRECOALG foram incluídos por representarem importantes custos para as empresas da amostra. Adicionalmente, criaram-se duas variáveis *dummy* para representar o hedge de juros e de câmbio (HEDGEJUROS e HEDGECAMBIO), que assumiram valor 1 quando a empresa declarou possuir algum instrumento de proteção de seus fluxos, além de *dummies* de trimestre (TD1, TD2, TD3 e TD4).

É importante ressaltar que a escolha, *a priori*, do conjunto de potenciais variáveis explicativas não obedeceu a nenhum critério estatístico, mas, ao contrário, foi empreendida tomando-se por base apenas o estudo do setor. Obviamente, ao escolher um conjunto tão res-

trito de variáveis, deixa-se de fora um vasto campo de pesquisa. Nesse sentido, é importante esclarecer que algumas variáveis adicionais necessitariam ser incluídas (preços de outros insumos além do algodão e dos salários, preços dos produtos produzidos, estatísticas de comércio exterior), e, se não o foram, foi devido unicamente a restrições nas bases de dados consultadas.

4.4_ Identificação dos fatores de risco relevantes: estimação em painel

Para a estimação da equação determinante dos fatores de risco do FC, adotou-se como primeiro procedimento estimar, via painel, os fatores de risco de cada componente do FC separadamente, quais sejam: Receita Líquida (RECL), Custo da Mercadoria Vendida (CMV), Despesas Operacionais (DESPOP), Resultado Financeiro (RESULFIN). Ao final da estimação, as contas componentes do Fluxo de Caixa foram novamente somadas, de modo a restaurar a variável de interesse (FC).

Considerando que a aplicação realizada utilizou unicamente informações públicas (de fora da empresa) e que as empresas apenas divulgam informações contábeis em base trimestral, a opção pe-

la estimação em painel aumentou consideravelmente o volume de informações disponíveis. Caso a opção fosse por trabalhar com uma única empresa observada desde 1995, haveria 44 trimestres para estimação e três para *backtesting*. Ao trabalhar com sete empresas, foram 308 dados para estimação e 21 para *backtesting*.

A seguir, apresentam-se nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 os resultados da estimação via dados em painel, realizada no *software* STATA 8.0. Ressalta-se que as equações de previsão, montadas com base nos *outputs* expostos nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 e que serviram de base para as simulações dos componentes do fluxo de caixa e montagem da distribuição de probabilidades de tal fluxo, podem ser visualizadas ao final do item 4.7 – Simulações.

4.5_ Identificação dos fatores de risco relevantes: estimação via séries de tempo

Para identificação dos fatores de risco via modelos de séries de tempo, os procedimentos utilizados foram os mesmos descritos na estimação via dados em painel, exceto pela diferença evidente de nessa estimação ter-se considerado apenas os dados relativos a cada empresa. Neste artigo, por limitação de espaço, os

**Tabela 1_ Estimação dos fatores de risco das “Receitas Líquidas” (Painel)
Estimação por Painel Dinâmico, GMM Sistêmico em 1 passo**

	Coefficiente	Erro	t	P > t 	[Intervalo de confiança de 90%]	
recl_1	0.9717704	0.0352581	27.56	0.000	0.9032576	1.040283
divnac	-0.0296506	0.007104	-4.17	0.006	-0.0434551	-0.0158461
divest	0.1383061	0.0632565	2.19	0.071	0.0153874	0.2612248
precoalg	163.7036	51.75853	3.16	0.019	63.12749	264.2798
td2	17708.65	8716.317	2.03	0.088	771.2741	34646.02
td3	13846.74	7076.687	1.96	0.098	95.46059	27598.02
_cons	-6496.563	2986.239	-2.18	0.073	-12299.36	-693.7621

Teste de Hansen para sobreidentificação: $\chi^2(195) = 0.00$ Prob > $\chi^2 = 1.000$

Teste de Arellano-Bond para AR(1) em primeira diferença: $z = -1.42$ Pr > $z = 0.154$

Teste de Arellano-Bond para AR(2) em primeira diferença: $z = -0.62$ Pr > $z = 0.536$

Fonte: Elaboração própria, com base no STATA 8.0.

**Tabela 2_ Estimação dos fatores de risco do “Custo Mercadorias Vendidas” (Painel)
Estimação por Painel Dinâmico, GMM Sistêmico em 1 passo**

	Coefficiente	Erro	t	P > t 	[Intervalo de confiança de 90%]	
cmv_1	1.02299	0.009464	108.09	0.000	1.0046	1.041381
td1	-2865.167	1410.946	-2.03	0.089	-5606.89	-123.4438

Teste de Hansen para sobreidentificação: $\chi^2(285) = 5.40$ Prob > $\chi^2 = 1.000$

Teste de Arellano-Bond para AR(1) em primeira diferença: $z = -1.54$ Pr > $z = 0.124$

Teste de Arellano-Bond para AR(2) em primeira diferença: $z = -1.02$ Pr > $z = 0.308$

Fonte: Elaboração própria, com base no STATA 8.0.

**Tabela 3_ Estimação dos fatores de risco das “Despesas Operacionais” (Painel)
Estimação por Painel Dinâmico, GMM Sistêmico em 1 passo**

	Coefficiente	Erro	t	P > t 	[Intervalo de confiança de 90%]	
despop_1	0.8063812	0.0845436	9.54	0.000	0.6420978	0.9706645
me	7247.961	3718.215	1.95	0.099	22.79779	14473.12
divnac	0.0191035	0.0073054	2.61	0.040	0.0049079	0.0332992

Teste de Hansen para sobreidentificação: $\chi^2(146) = 2.92$ Prob > $\chi^2 = 1.000$

Teste de Arellano-Bond para AR(1) em primeira diferença: $z = -1.27$ Pr > $z = 0.205$

Teste de Arellano-Bond para AR(2) em primeira diferença: $z = 1.28$ Pr > $z = 0.200$

Fonte: Elaboração própria, com base no STATA 8.0.

**Tabela 4_ Estimação dos fatores de risco do “Resultado Financeiro” (Painel)
Estimação por Painel Dinâmico, GMM Sistemico em 1 passo**

	Coefficiente	Erro	t	P > t 	[Intervalo de confiança de 90%]	
resulfin_1	0.3257451	0.0137554	23.68	0.000	0.2980273	0.3534629
divnac	-0.0528187	0.0020068	-26.32	0.000	-0.0568625	-0.0487748
divest	-0.0269964	0.0036564	-7.38	0.001	-0.0343643	-0.0196286
hedgecambial	1222.578	446.7227	2.74	0.041	322.4096	2122.745

Teste de Hansen para sobreidentificação: $\chi^2(127) = 2.36$ Prob > $\chi^2 = 1.000$

Teste de Arellano-Bond para AR(1) em primeira diferença: $z = -1.03$ Pr > $z = 0.305$

Teste de Arellano-Bond para AR(2) em primeira diferença: $z = -1.05$ Pr > $z = 0.295$

Fonte: Elaboração própria, com base no STATA 8.0.

resultados serão reportados apenas para a empresa Inds. Cataguases. Essa empresa foi escolhida por ter apresentado os melhores resultados na estimação em painel, passando, portanto, a ser utilizada como base de comparação para os três métodos analisados.² Dessa maneira, houve 32 trimestres para estimação e três para *backtesting* considerados na análise, uma vez que a empresa em questão apresentava dados a partir de 1998.

A seguir, apresentam-se nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 os resultados da estimação via série de tempo para a empresa analisada, realizada no *software* STATA 8.0. Novamente, as equações de previsão, montadas segundo os *outputs* expostos nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 e que serviram de base para as simulações dos componentes do fluxo de caixa e montagem da

distribuição de probabilidades de tal fluxo, podem ser visualizadas ao final do item 4.7 – Simulações.

4.6_ Estimação do comportamento médio esperado dos fatores de risco macroeconômicos

Realizada a estimação em painel e em série de tempo e identificados os fatores de riscos relevantes entre os disponíveis, procedeu-se à estimação do comportamento futuro dos fatores de risco macroeconômicos. Os fatores de riscos relevantes encontrados nos modelos de regressão em painel, bem como os encontrados nos modelos individuais, foram previstos por modelos de séries temporais,³ com exceção da DIVNAC, DIVEST, ME, HEDGECAMBIAL e das DUMMIES (TD2, TD3, DUMMY02 e

² Os resultados relativos às demais empresas da amostra podem ser disponibilizados mediante solicitação aos autores.

³ Os *outputs* do *software* Forecast Pro referentes à previsão das séries macroeconômicas podem ser disponibilizados mediante solicitação aos autores.

**Tabela 5_ Estimação dos fatores de risco das “Receitas Líquidas” (Individual)
Modelo de previsão para RECL**

	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística t	Significância
precoalg	38.600110	14.241232	2.710447	0.988833
pibbind	229.714338	20.387266	11.267540	1.000000
cbond	-84.912826	24.819858	-3.421165	0.998126

Fonte: Elaboração própria, com base no FPW.

Obs.: Tamanho da amostra = 32; R-quadrado = 0.915; MAPE = 0.08983; Ljung-Box (18) = 28.14; P = 0.94.

**Tabela 6_ Estimação dos fatores de risco do “CMV” (Individual)
Modelo de previsão para CMV**

	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística t	Significância
precoalg	33.251793	8.748060	3.801047	0.999285
pibbind	224.996666	31.828043	7.069133	1.000000
pibbind[-1]	-116.841336	34.097531	-3.426680	0.998093

Fonte: Elaboração própria, com base no FPW.

Obs.: Tamanho da amostra = 31; R-quadrado = 0.9225; MAPE = 0.07473; Ljung-Box (18) = 23.01; P = 0.8097

**Tabela 7_ Estimação dos fatores de risco das “Despesas Operacionais” (Individual)
Modelo de previsão DESPOT**

	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística t	Significância
cbond	-12.747575	5.546673	-2.298238	0.970774
precoalg	18.755913	3.767565	4.978259	0.999971
selic	28.418587	3.540959	8.025676	1.000000
dummy04	4897.455522	780.806490	6.272304	0.999999

Fonte: Elaboração própria, com base no FPW.

Obs.: Tamanho da amostra = 32; R-quadrado = 0.9139; MAPE = 0.1138; Ljung-Box (18) = 17.27; P = 0.4951.

Tabela 8 _ Estimação dos fatores de risco do “Resultado Financeiro” (Individual)
Modelo de previsão para RESULTFIN

	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística t	Significância
exptextil	18.639526	6.737792	2.766415	0.990075
prodind	109.490440	6.792380	16.119598	1.000000
tnote	-27.180637	6.769413	-4.015214	0.999597
dummy02	-3072.388898	864.211464	-3.555136	0.998635

Fonte: Elaboração própria, com base no FPW.

Obs.: Tamanho da amostra = 32; R-quadrado = 0.5357; MAPE = 0.1138; Ljung-Box (18) = 21.81; P = 0.7593.

DUMMY04). As variáveis referentes ao nível de dívida nacional e estrangeira contraído pela empresa (DIVNAC e DIVEST), o percentual de mercado atendido (ME) e o fato de adotar ou não *hedge* cambial (HEDGECAMBIAL) foram consideradas no trabalho como *proxies* de risco próprio, por serem decididas e acompanhadas pela empresa, estando menos sujeitas a influências externas. Nesse sentido, foram consideradas como passíveis de gerenciamento. Dado o acesso restrito a informações gerenciais neste trabalho, adotou-se o último valor histórico das variáveis DIVNAC, DIVEST, ME e HEDGECAMBIAL nas previsões (referente ao quarto trimestre de 2005), optando-se por não estimar ou simular o comportamento futuro dessas variáveis.

Quanto às *dummies* indicativas de trimestres-calendário, no caso o segun-

do e terceiro trimestres (TD2 e TD3), essas assumiram valor 1 caso os trimestres projetados fossem o segundo e o terceiro e zero em caso contrário. Quanto às *dummies* referentes a trimestres de racionamento (DUMMY02 e DUMMY04), essas foram consideradas nas previsões como iguais a zero, por não haver previsões consistentes quanto à data de um racionamento com as proporções do verificado em 2001.

4.7 _ Simulações

Conforme anteriormente descrito, depois da estimação das médias para os fatores de risco três passos à frente ($j = 3$), passou-se à simulação da distribuição futura de tais fatores, em cada um dos três trimestres. Para tanto, adotaram-se dois procedimentos: simulação de 1.000 choques aleatórios extraídos da distribui-

ção escolhida pelo *software* Crystal Ball a partir da distribuição dos valores históricos do fator e simulação de 1.000 choques aleatórios extraídos da distribuição dos erros do fator (neste caso, a serem somados à previsão pontual do fator de risco).

Posteriormente, os valores estimados dos fatores de risco foram inseridos nas equações das variáveis RECL, CMV, DESPOP, RESULTFIN, dando origem às distribuições dessas contas. Da mesma forma, simulados os valores de todas as contas, essas foram somadas (a cada simulação) para dar origem à variável FC.

Algumas informações importantes a respeito do método de simulação do fator de risco com base na distribuição dos valores históricos do fator (simulação em nível):

- i. os valores pontuais assumidos pelas variáveis macroeconômicas na simulação são os valores projetados pelos modelos de séries de tempo escolhidos para essas variáveis;
- ii. valores adicionais para as variáveis macroeconômicas foram simulados com base na melhor distribuição teórica encontrada pelo Crystal

Ball, escolhida segundo a série histórica do fator em nível. Essas variáveis na simulação são, na verdade, hiperparâmetros (a cada simulação, os valores simulados alimentam conjuntamente todas as equações de interesse:

RECL, CMV, DESPOP, RESULTFIN e FC);

- iii. nas simulações dos hiperparâmetros, os valores simulados são correlacionados valendo-se da matriz de correlação das variáveis macroeconômicas em nível;
- iv. as variáveis dependentes defasadas não são correlacionadas nem simuladas, sendo consideradas valores fixos. Cabe ressaltar que a previsão da variável dependente do trimestre anterior será multiplicada pelo beta da variável dependente defasada e será um insumo para a projeção seguinte, mantendo ainda seu caráter fixo;
- v. variáveis de controle da empresa foram consideradas fixas: dívida nacional, dívida estrangeira, mercado atendido e ter ou não *hedge* cambial;

- vi. em adição às variáveis independentes, soma-se a cada equação de previsão de interesse (RECL, CMV, DESPOP e RESULFIN) o valor do erro da variável dependente. Cabe ressaltar que o erro também é uma variável aleatória que segue uma distribuição determinada pela sua série histórica. Os valores pontuais do erro, utilizados como base na simulação, foram os valores médios dos erros históricos;
- vii. o erro da variável dependente defasada só foi correlacionado com as variáveis macroeconômicas em nível quando o valor da correlação entre eles foi superior a 0,30.

Algumas informações importantes a respeito do método de simulação dos fatores de risco com base na distribuição do erro do fator (simulação do erro):

- i. as variáveis macroeconômicas são as projeções dessas variáveis acrescidas de seus erros, que são simulados conforme distribuição da série do próprio erro do modelo para o fator;
- ii. todos os erros das variáveis macroeconômicas foram correlacionados entre si, conforme correlação histórica observada entre eles;
- iii. na simulação, os valores pontuais dos erros foram estimados por meio da média desses erros;
- iv. tudo o mais é igual à simulação em nível.

Além das simulações realizadas valendo-se de modelos, empregou-se também a simulação do tipo *bootstrap*, em que os quatro componentes do FC (RECL, CMV, DESPOP e RESULFIN) foram simulados tendo em vista sua distribuição de valores históricos apenas (sem determinação de seus valores futuros com base em modelos que os relacionavam a fatores de riscos). A matriz de correlação histórica entre as quatro contas foi usada como filtro nesta simulação, cujo objetivo é servir de modelo ingênuo e base de comparação para os dois procedimentos anteriores, mais sofisticados.

A seguir, as equações de previsão são encontradas com base em dados em painel e de séries de tempo e utilizadas nas simulações em nível e em erro, conforme descrito anteriormente:

$$1_ \text{Equação-base: } FC_t = RECL_t - CMV_t - DESPOP_t + RESFIN_t$$

2_ Equações de cada componente: Estimação em Painel – Simulação em Nível

$$RECL_{\text{PainelNivel},t} = 0,97*RECL_{\text{PainelNivel},t-1} - 0,03*DIVNAC_{4T2006} + 0,14*DIVEST_{4T2006} + 163,70*PRECOALG_t + 17708,65*TD2 + 13846,74*TD3 - 6496,56 + \varepsilon_t$$

$$CMV_{\text{PainelNivel},t} = 1,03*CMV_{\text{PainelNivel},t-1} - 2865,17 + \varepsilon_t$$

$$DESPOP_{\text{PainelNivel},t} = 0,81 * DESPOP_{\text{PainelNivel},t-1} + 7247,96*ME_{4T2006} + 0,019*DIVNAC_{4T2006} + \varepsilon_t$$

$$RESULFIN_{\text{PainelNivel},t} = 0,33*RESULFIN_{\text{PainelNivel},t-1} - 0,05*DIVNAC_{4T2006} - 0,02*DIVEST_{4T2006} + 1222,58*HEDGECAMBIAL_t + \varepsilon_t$$

3_ Equações de cada componente: Estimação em Painel – Simulação do Erro

$$RECL_{\text{PainelErro},t} = 0,97*RECL_{\text{PainelErro},t-1} - 0,03*DIVINAC_{4T2006} + 0,14*DIVEST_{4T2006} + 163,70*(\hat{PRECOALG}_t + \varepsilon_{\text{PRECOALG}}) + 17708,65*TD2 + 13846,74*TD3 - 6496,56 + \varepsilon_t$$

$$CMV_{\text{PainelErro},t} = 1,03*CMV_{\text{PainelErro},t-1} - 2865,17 + \varepsilon_t$$

$$DESPOP_{\text{PainelErro},t} = 0,81*DESPOP_{\text{PainelErro},t-1} + 7247,96*ME_{4T2006} + 0,019*DIVINAC_{4T2006} + \varepsilon_t$$

$$RESULFIN_{\text{PainelErro},t} = 0,33*RESULFIN_{\text{PainelErro},t-1} - 0,05*DIVINAC_{4T2006} - 0,02*DIVEST_{4T2006} + 1222,58*HEDGECAMBIAL_t + \varepsilon_t$$

4_ Equações de cada componente: Estimação em Séries de Tempo – Simulação em Nível

$$RECL_{\text{Individual Nivel},t} = 38,60*PRECOALG_t + 229,71*PIBBIND_t - 84,91*CBOND_t + \varepsilon_t$$

$$CMV_{\text{Individual Nivel},t} = 33,25*PRECOALG_t + 224,99*PIBBIND_t - 116,84*PIBBIND_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$DESPOP_{\text{Individual Nivel},t} = -12,75*CBOND_t + 18,76*PRECOALG_t + 28,42*SELIC_t + 4897,45*DUMMY04 + \varepsilon_t$$

$$RESULFIN_{\text{Individual Nivel},t} = 18,64*EXPTTEXTIL_t + 109,49*PRODIND_t - 27,18*INOTE_t - 3072,38*DUMMY02 + \varepsilon_t$$

5_ Equações de cada componente: Estimação em Séries de Tempo – Simulação em Erro

$$\text{RECL}_{\text{Individual Erro},t} = 38,60 * (\hat{\text{PRECOALG}}_t + \varepsilon_{\text{PRECOALG}}) + 229,71 * (\hat{\text{PIBBIND}}_t + \varepsilon_{\text{PIBBIND}}) - 84,91 * (\text{CBOND}_t + \varepsilon_{\text{CBOND}}) + \varepsilon_t$$

$$\text{CMV}_{\text{Individual Erro},t} = 33,25 * (\hat{\text{PRECOALG}}_t + \varepsilon_{\text{PRECOALG}}) + 224,99 * (\text{PIBBIND}_t + \varepsilon_{\text{PIBBIND}}) - 116,84 * (\hat{\text{PIBBIND}}_{t-1}) + \varepsilon_t$$

$$\text{DESPOP}_{\text{Individual Erro},t} = -12,75 * (\hat{\text{CBOND}}_t + \varepsilon_{\text{CBOND}}) + 18,76 * (\hat{\text{PRECOALG}}_t + \varepsilon_{\text{PRECOALG}}) + 28,42 * (\hat{\text{SELIC}}_t + \varepsilon_{\text{SELIC}}) + 4897,45 * \text{DUMMY04} + \varepsilon_t$$

$$\text{RESULFIN}_{\text{Individual Erro},t} = 18,64 * (\hat{\text{EXPTTEXTIL}}_t + \varepsilon_{\text{EXPTTEXTIL}}) + 109,49 * (\hat{\text{PRODIND}}_t + \varepsilon_{\text{PRODIND}}) - 27,18 * (\hat{\text{TNOTE}}_t + \varepsilon_{\text{TNOTE}}) - 3072,38 * \text{DUMMY02} + \varepsilon_t$$

5_ Resultados

São apresentados na Tabela 9 os resultados das simulações dos valores para fluxo de caixa em cada um dos trimestres utilizados para *backtesting* (1T06, 2T06 e 3T06), segundo os cinco procedimentos testados:

- i. Estimação dos Fatores de Risco usando Painel – Simulação em Nível e Simulação em Erro;
- ii. Estimação dos Fatores de Risco usando Modelos Individuais – Simulação em Nível e Simulação em Erro;
- iii. Simulação via *Bootstrap*.

Ressalta-se que a legenda apresentada nos dados refere-se a:

- i. Base Case: estimativa pontual obtida via Estimativa em Painel ou zModelo Individual;

ii. Mean: valor médio da distribuição empírica de cada conta;

iii. Valor real: valor da conta no trimestre.

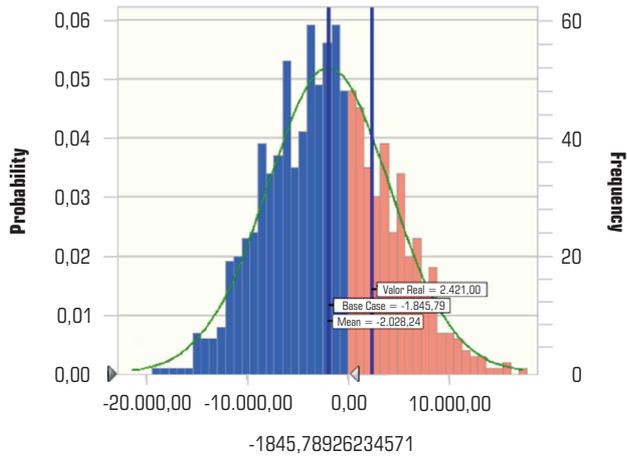
Tomando-se por base a Tabela 9, algumas observações podem ser feitas a respeito dos métodos de estimação do fluxo de caixa em risco:

- i. as distribuições simuladas de FC menos problemáticas, segundo critério “diferença entre a média da distribuição (mean) e o valor real” foram as geradas pelo método “Fatores de Risco usando Modelos Individuais – Simulação em Erro” e “Bootstrap”. Este último apresenta como vantagem adicional ser um método bastante parcimonioso de simulação;

Gráficos 1_ Ilustração Outputs Crystal Ball – Simulação via Painel – Nível

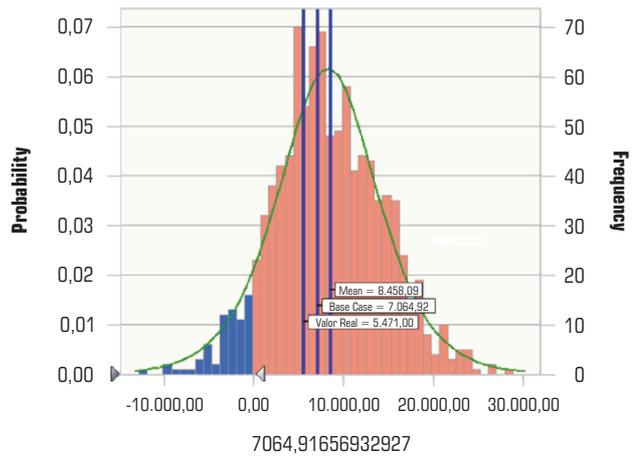
Prob. FC < 0 = 63,4%

Fluxo de caixa 1t2006



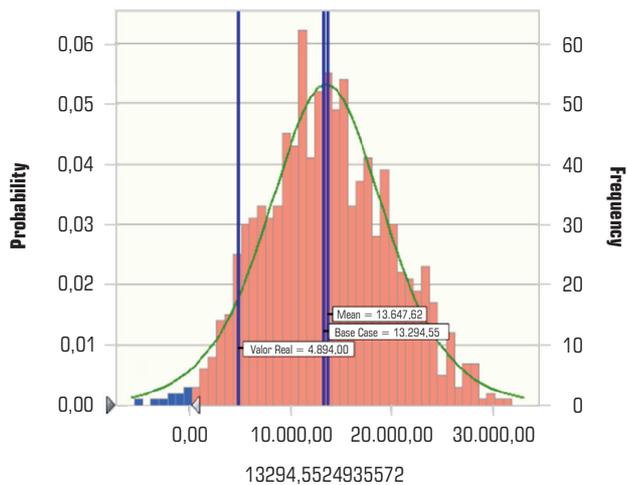
Prob. FC < 0 = 7,7%

Fluxo de caixa 2t2006



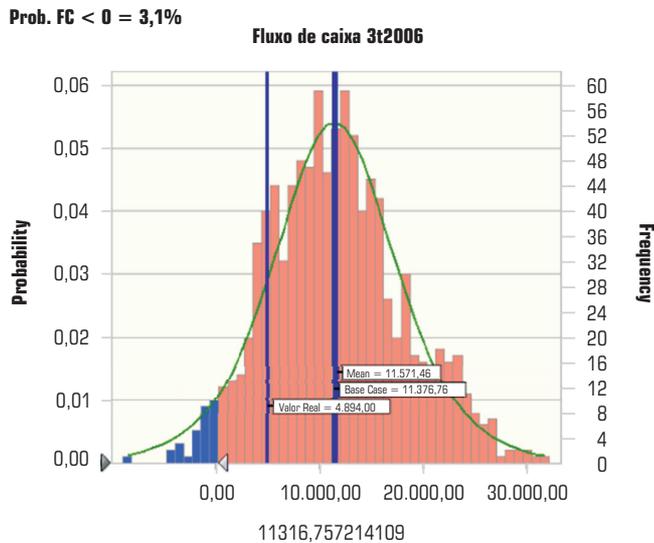
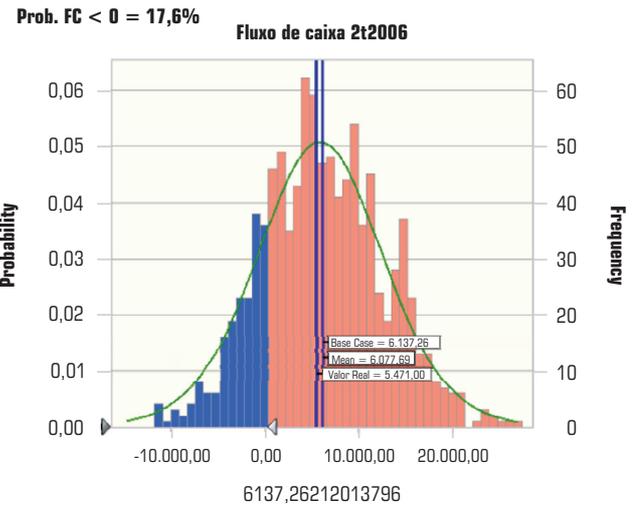
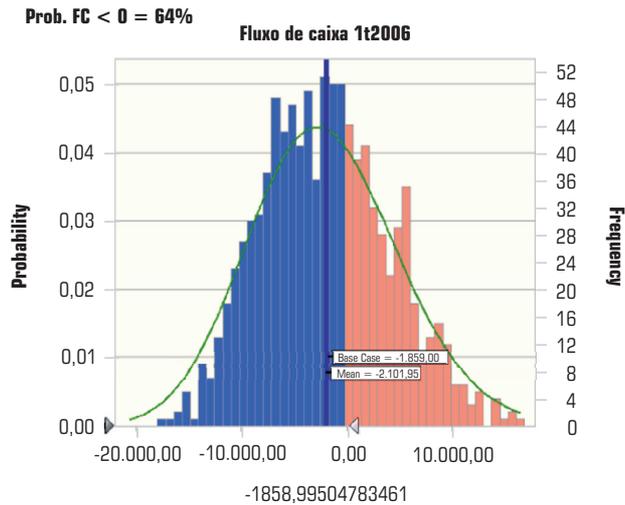
Prob. FC < 0 = 1,2%

Fluxo de caixa 3t2006



Fonte dos gráficos: Crystal Ball.

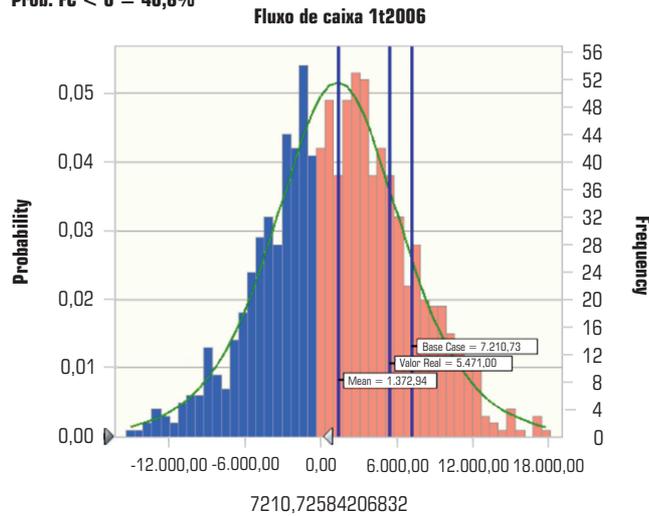
Gráficos 2_ Ilustração Outputs Crystal Ball – Simulação via Painel – Erro



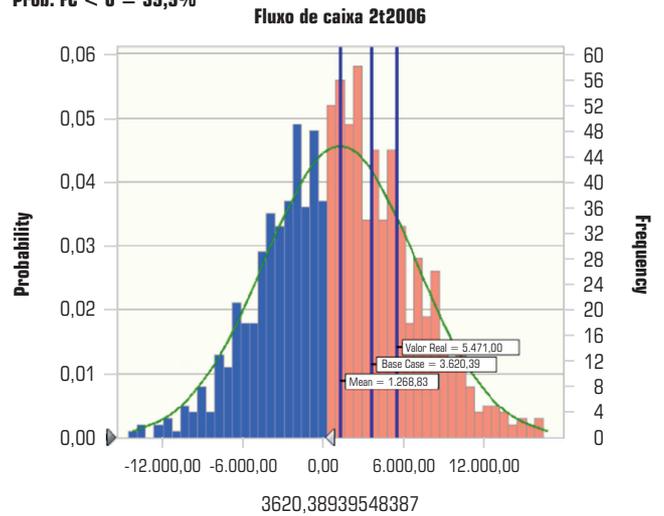
Fonte dos gráficos: Crystal Ball.

Gráficos 3_ Ilustração Outputs Crystal Ball – Simulação Individual – Nível

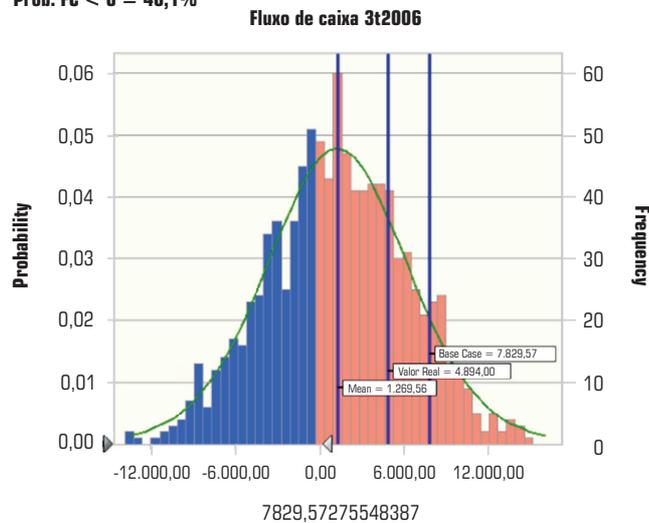
Prob. FC < 0 = 40,8%



Prob. FC < 0 = 39,9%



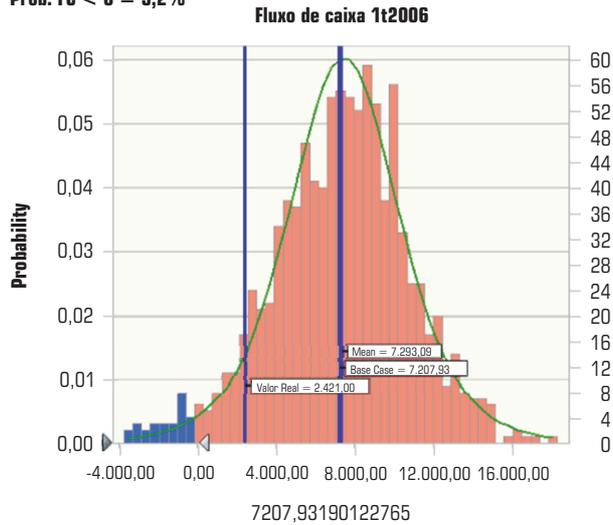
Prob. FC < 0 = 40,1%



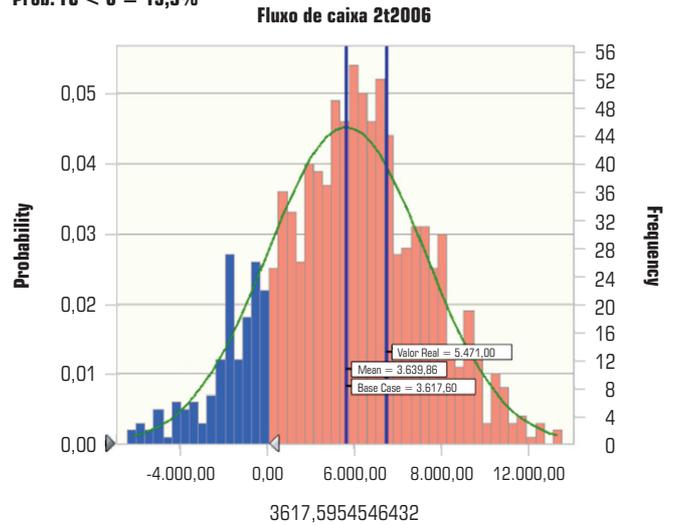
Fonte dos gráficos: Crystal Ball.

Gráficos 4_ Ilustração Outputs Crystal Ball – Simulação Individual – Erro

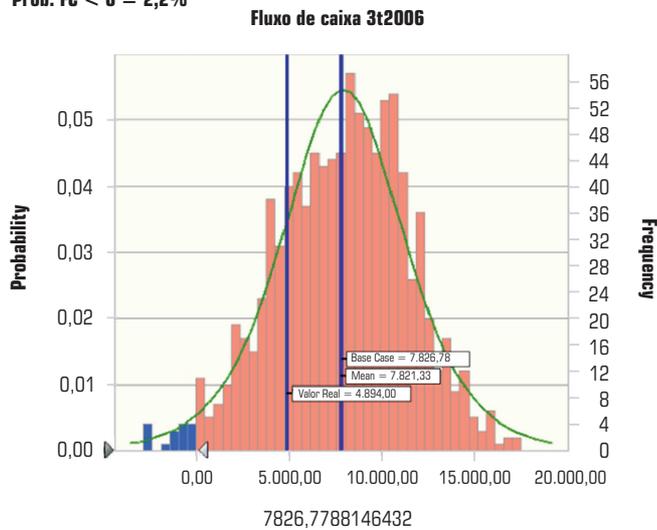
Prob. FC < 0 = 3,2%



Prob. FC < 0 = 15,9%



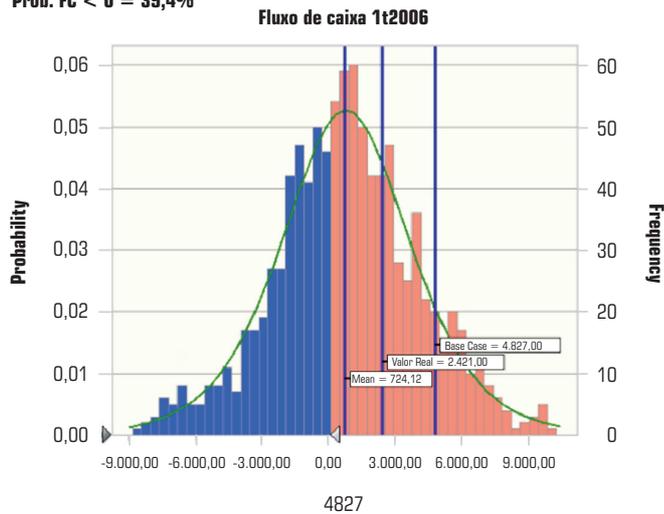
Prob. FC < 0 = 2,2%



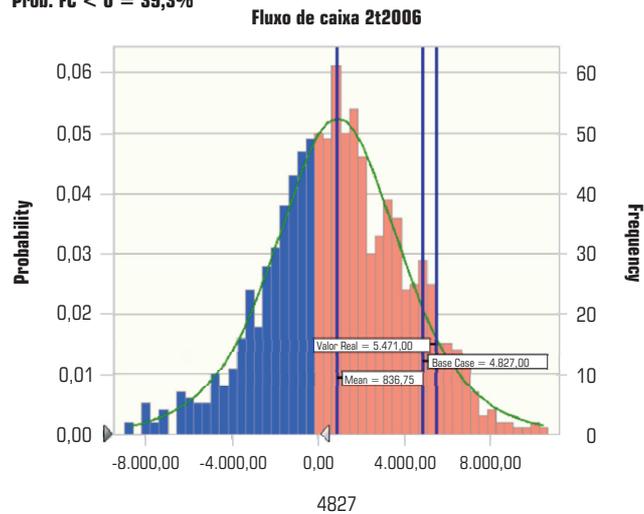
Fonte dos gráficos: Crystal Ball.

Gráficos 5_ Ilustração Outputs Crystal Ball – Simulação via Bootstrap

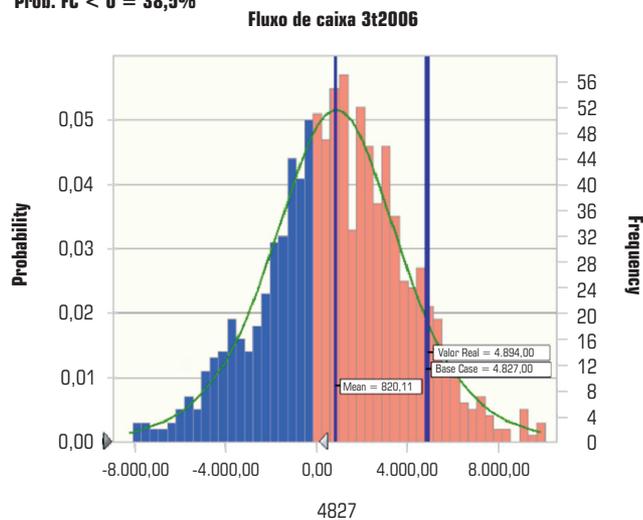
Prob. FC < 0 = 39,4%



Prob. FC < 0 = 39,3%



Prob. FC < 0 = 38,5%



Fonte dos gráficos: Crystal Ball.

Tabela 9 _ Comparativo dos métodos

(continua)

Conta/Método	Valores			Percentual de Erro (%)		
	1T	2T	3T	1T	2T	3T
RECL (Base Case)						
Painel Nível	30.279	41.266	49.130	1,5	12,6	17,9
Painel Erro	30.265	40.351	47.339	1,5	10,1	13,6
Individual Nível	35.524	39.744	43.517	19,1	8,5	4,5
Individual Erro	35.276	39.496	43.516	18,3	7,8	4,5
RECL (Mean)						
Painel Nível	30.513	43.417	49.801	2,3	18,5	19,5
Painel Erro	31.198	40.677	47.873	4,6	11,0	14,9
Individual Nível	25.220	24.897	25.004	-15,5	-32,0	-40,0
Individual Erro	35.383	39.522	43.613	18,6	7,9	4,7
RECL (Real)	29.832	36.637	41.659	0,0	0,0	0,0
CMV (Base Case)						
Painel Nível	24.656	25.201	25.758	18,7	4,1	-3,3
Painel Erro	24.655	26.163	27.706	18,7	8,1	4,1
Individual Nível	21.990	28.385	29.792	5,9	17,2	11,9
Individual Erro	21.906	28.384	29.790	5,5	17,2	11,9
CMV (Mean)						
Painel Nível	25.377	25.300	26.654	22,2	4,5	0,1
Painel Erro	25.136	26.593	28.242	21,1	9,8	6,1
Individual Nível	18,085	18.236	18.394	-12,9	-24,7	-30,9
Individual Erro	21.959	28.438	29.803	5,8	17,5	11,9
CMV (Real)	20.764	24.212	26.627	0,0	0,0	0,0
DESPOP (Base Case)						
Painel Nível	8.331	9.531	10.499	20,5	35,4	19,4
Painel Erro	8.331	8.491	8.619	20,5	20,6	-2,0
Individual Nível	8,081	8,253	8.569	16,8	17,2	-2,5
Individual Erro	8.065	8.253	8.569	16,6	17,3	-2,5

Tabela 9_ Comparativo dos métodos

(conclusão)

Conta/Método	Valores			Percentual de Erro (%)		
	1T	2T	3T	1T	2T	3T
DESPOP (Mean)						
Painel Nível	8.371	9.660	10.517	21,0	37,2	19,6
Painel Erro	8.334	8.595	8.683	20,5	22,1	-1,2
Individual Nível	5.607	5.102	5.161	-18,9	-27,5	-41,3
Individual Erro	8.060	8.181	8.572	16,5	16,2	-2,5
DESPOP (Real)	6.916	7.039	8.791	0,0	0,0	0,0
RESFIN (Mean)						
Painel Nível	862	530	422	220,6	524,0	-131,4
Painel Erro	862	441	303	220,6	418,3	-122,5
Individual Nível	1.757	515	2.673	553,3	505,5	-298,5
Individual Erro	1.656	511	2.669	515,4	500,7	-298,2
RESFIN (Mean)						
Painel Nível	858	505	404	218,8	494,5	-130,0
Painel Erro	873	430	313	224,6	405,5	-123,2
Individual Nível	-282	-253	-387	-204,8	-398,1	-71,3
Individual Erro	1.613	477	2.633	499,6	460,7	-295,4
RESFIN (Real)	269	85	-1.347	0,0	0,0	0,0
FCF (Base Case)						
Painel Nível	-1,846	7,065	13,295	-176,2	29,1	171,6
Painel Erro	-1,859	6,137	11,316	-176,8	12,2	131,2
Individual Nível	7,207	3,620	7,830	197,7	-33,8	60,0
Individual Erro	6,960	3,370	7,827	187,5	-38,4	59,9
FCF (Mean)						
Painel Nível	-2,028	8,458	13,648	-183,8	54,6	178,9
Painel Erro	-2,101	6,078	11,571	-186,8	11,1	136,4
Individual Nível	1,373	1,269	1,270	-43,3	-76,8	-74,0
Individual Erro	7,293	3,640	7,821	201,2	-33,5	59,8
FCF (Mean Bootstrap)	724	837	820	-70,1	-84,7	-83,2
FCF (Real)	2.421	5.471	4.894	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria.

- ii. os melhores resultados de projeção e de simulação encontrados foram os relacionados à conta “Receita Líquida (RECL)”;
- iii. os piores resultados de projeção e de simulação encontrados foram os relacionados à conta “Resultado Financeiro (RESULFIN)”. Para essa variável, o melhor método foi “Fatores de Risco usando Modelos Individuais – Simulação em Nível”. Isso vem confirmar um resultado já esperado: como as decisões financeiras da empresa costumam oscilar segundo oportunidades de mercado, o comportamento dessa conta é bastante imprevisível para o pesquisador externo à empresa;
- iv. como o fluxo de caixa das empresas pertencentes a esse setor é reduzido em valor, mesmo os métodos produzindo bons resultados nas estimações de RECL, CMV e DESPOP, o FC foi prejudicado pelo baixo desempenho dos modelos relacionados ao RESULFIN. Com isso, houve grandes discrepâncias nas probabilidades associadas a $FC < 0$, que variou de 63% a 1%, conforme oscilação nos resultados financeiros.

6_ Observações finais

Froot, Scharfstein e Stein (1994) enfatizam que um programa de gerenciamento de riscos de mercado deve ter como único objetivo assegurar um planejamento acurado dos recursos necessários para os investimentos da empresa e a manutenção de sua atividade produtiva. Como subproduto relevante desse gerenciamento, os autores também destacam a capacidade que as empresas adquirem de avaliar quais riscos devem ser evitados, protegidos por instrumentos financeiros ou simplesmente enfrentados por serem parte integrante de seu negócio.

Indo um pouco mais adiante, o guia para gerenciamento de riscos do JP Morgan e Arthur Andersen (1997) enfatiza que, uma vez que as exposições a risco da empresa estejam identificadas e quantificadas, o próximo passo é trabalhar o perfil de risco da empresa. Essa remodelação passa, por exemplo, por alterações no perfil da dívida, compatibilização dos prazos e dos termos de pagamento e de recebimento e ainda adequação do cronograma de investimentos aos recursos disponíveis.

Visando servir de ferramenta a tal gerenciamento, os métodos de determinação dos fluxos de caixa em risco aqui

propostos, a despeito de terem sido empiricamente construídos de fora da empresa e de prescindirem de informações gerenciais preciosas – especialmente em relação aos valores futuros dos fatores de risco próprios – demonstram ser úteis aos gestores para avaliar o comportamento futuro de seus fatores de risco macroeconômicos e, principalmente, o reflexo de tal comportamento sobre os fluxos de caixa projetados.

Como pode ser percebido pela descrição dos resultados encontrados, para as empresas da amostra de trabalho, a consideração das características próprias de cada empresa (insumos dos métodos de identificação dos fatores de risco por série de tempo e *bootstrap*) levou a resultados mais próximos dos valores reais nos trimestres de *backtesting* do que a consideração das características do setor (insumo da identificação dos fatores de risco por painel de dados). Adicionalmente e pelo mesmo critério, a simulação dos valores futuros dos fatores de risco mais adequada foi a que considerou a previsão pontual (estimada por modelos de séries de tempo) do fator de risco como seu valor mais provável numa data futura e, como cenário alternativo, sensibilizou tal previsão com a simulação dos erros de previsão (em vez de desconsi-

derar a previsão e assumir como prováveis valores futuros do fator de risco seus valores históricos simulados). Com base em tal resultado, pode-se inferir que é útil encontrar bons modelos geradores de valores futuros dos fatores de risco e usá-los na previsão do fluxo de caixa.

Munidos dessas metodologias alternativas, o *budget plan* elaborado pelos gestores é capaz de evoluir de um cenário único para uma distribuição de fluxos futuros, obtida pela consideração de movimentos diversos nas premissas do orçamento elaborado. Com isso, ganha-se um instrumento mais sofisticado de análise de sensibilidade. A sofisticação advém da consistência da previsão da média condicional dos fatores de risco macroeconômicos e dos choques simulados, ao contrário da análise de sensibilidade convencional, que insere choques não correlacionados em diversas variáveis relevantes – quando, na realidade, tais choques são totalmente correlacionados. Por meio dos métodos propostos, é possível inserir no *budget plan* elaborado choques que mantenham a estrutura de correlação histórica entre as variáveis de interesse.

Como limitações inerentes às metodologias empregadas neste trabalho, destacam-se tanto a escolha *a priori* do

escopo de candidatas a variáveis independentes como a parcimônia necessária na decisão de quais fatores de risco macroeconômico considerar na modelagem econométrica. Adicionalmente, não há garantias de que será sempre possível estimar o comportamento futuro dos fatores de risco. Especialmente quando o horizonte de previsão for de prazo mais longo, há restrições à eficácia de tais modelos.

Ainda no que se refere à eficácia dos modelos de séries de tempo e em painel, deve-se mencionar que esses modelos são fortemente baseados em informações passadas, sendo incapazes de prever choques inéditos. Os métodos aqui propostos, contudo, não excluem a possibilidade de que cenários de estresse sejam inseridos pelos gestores em seu *budget plan*, numa abordagem semelhante ao *stress test* empreendido pelas instituições financeiras em adição ao cálculo do VaR.

Referências bibliográficas

- BAUMAN, J.; SARATORE, S.; LIDDLE, W. A practical framework for corporate exposure management. In: BROWN, G.; CHEW, D. (Eds.). *Corporate risk: strategies and management*. London: Risk Publications, 1999.
- BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, v. 87, n. 1, p. 115-143, Nov. 1998.
- ENDERS, W. *Applied econometric time series*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 1995.
- FROOT, K.; SCHARFSTEIN, D.; STEIN, J. A framework for risk management. *Harvard Business Review*, v. 72, n. 6, p. 91-102, 1994.
- HAYT, G.; SONG, S. Handle with sensitivity. *Risk Magazine*, v. 8, n. 9, p. 94-99, 1995.
- JP MORGAN & CO.; ARTHUR ANDERSEN LLP FINANCIAL ENGINEERING LTD. *The JP Morgan/Arthur Andersen Guide to Corporate Risk Management*. London: Risk Publications, 1997.
- LAROQUE, E.; LOWENKRON, A.; AMADEO, E.; JENSEN, J. Cenários probabilísticos: conjugando análise de riscos e projeções macroeconômicas. Documento técnico, 2003. Disponível em: <<http://www.listaderiscos.com.br>>.
- LINSMEIER, T.; PEARSON, N. Risk management disclosure. In: JAMESON, R. (Ed.). *Financial risk and the corporate treasury: new developments in strategy and control*. London: Risk Publications, 1997.
- PEROBELLI, F.; SECURATO, J. Um modelo para gerenciamento de riscos em empresas não-financeiras. *Revista de Administração de Empresas*, v. 4, p. 1-30, 2005.
- RISKMETRICS GROUP. *CorporateMetrics Technical Document*, 1999. Disponível em: <<http://www.riskmetrics.com>>.
- SHAPIRO, A.; TITMAN, S. An integrated approach to corporate risk management. In: BROWN, G.; CHEW, D. (Eds.). *Corporate risk: strategies and management*. London: Risk Publications, 1999.
- STEIN, J.; USHER, S.; LAGATTUTA, D.; YOUNGEN, J. A comparables approach to measuring Cash-Flow-at-Risk for non-financial firms. *Journal of Applied Corporate Finance*, v. 13, n. 4, p. 8-17, Winter 2001.
- STULZ, R.; WILLIAMSON, R. Identifying and quantifying exposures. In: JAMESON, R. (Ed.). *Financial risk and the corporate treasury: new developments in strategy and control*. London: Risk Publications, 1997.
- VARANDA NETO, J. Determinação do valor em risco em empresas não-financeiras – Estudo de Caso de Empresa Geradora de Energia. In: SEMEAD, 8., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo, 2004.
- VERMEULEN, E. *Corporate risk management: A multi-factor approach*. Amsterdam: Thesis Publishers, 1994.

*Essa pesquisa contou com
financiamento do CNPq e da
FAPEMIG em etapas distintas.*

E-mail de contato do autor:

fernandafinotti.perobelli@uff.edu.br
flaviajanuzzi@yahoo.com.br
leandrosathler@yahoo.com.br
dspmedeiros@yahoo.com.br
probst@oi.com.br

**Artigo recebido em novembro de 2008;
aprovado em maio de 2010.**

