

# A MENSURAÇÃO DE *VALUE AT RISK* DE INSTRUMENTOS PREFIXADOS: HÁ DIFERENÇAS RELEVANTES ENTRE RISCOS DE CONTRATOS DE JUROS FUTUROS E TÍTULOS SOBERANOS PREFIXADOS?

Lorenzo da Cruz Piccoli<sup>1</sup>, Oscar Claudino Galli<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente estudo buscou auxiliar a compreensão da escolha de fatores de risco em carteiras de investimento. Mais especificamente, buscou-se auxiliar o processo de decisão entre poucos fatores de risco, o que implica em um menor custo operacional, e muitos fatores de risco, o que implica em uma maior precisão do modelo. Para isso, foi simulada uma operação comum no mercado de fundos de investimento, a qual consiste na construção de uma “LFT sintética” através de LTNs e de DIs futuros. Percebeu-se que em carteiras nas quais não há outro fator de risco dominante que não as taxas de juros, por exemplo, em carteiras de fundos referenciados em CDI, a construção de uma curva específica para LTNs e de outra para DIs pode resultar em diferenças relevantes na mensuração de riscos de mercado. Por outro lado, caso haja outro fator de risco dominante, como uma posição prefixada sem *hedge*, a construção de duas curvas diferentes não trará o benefício de uma maior precisão ao modelo. Constatou-se, também, que em estratégias de *hedge* por *duration* o risco pode ser aumentado em relação ao *hedge* por vértices. Esse risco aumenta ao ponto de a diferença de risco entre as duas curvas praticamente desaparecer.

**Palavras-chave:** *Value at Risk*, Fatores de Risco, Carteiras de Investimento, Instrumentos prefixados.

<sup>1</sup> Bolsista do CNPq – Brasil. Mestrando do PPGA/UFRGS. E-mail: lcpiccoli@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor do PPGA/UFRGS. E-mail: ocgalli@ea.ufrgs.br

## 1 INTRODUÇÃO

A mensuração do risco de mercado é importante para que a alta administração – seja de fundos de investimento, fundos de pensão, ou de empresas – possa estar ciente da exposição ao risco assumida pelos operadores. Através da metodologia de *Value at Risk*, é possível realizar uma previsão do nível de risco que a carteira terá em condições normais de mercado, isto é, dentro do intervalo de confiança utilizado para o cálculo do valor em risco da carteira. Dessa forma é possível estabelecer limites de posição por operador em cada área da instituição. Assim, é possível uma comparação entre as áreas a fim de se identificar aquelas com um maior potencial de retorno por unidade de risco, isto é, identificar as áreas com uma maior relação entre risco e retorno para que seja destinado mais capital às áreas mais produtivas (SAUNDERS, 2000).

Em se tratando de uma carteira de renda fixa, é necessário que se observem as rentabilidades diárias dos seus ativos, a qual seria constante se não houvesse as oscilações de mercado dos mesmos. Dessa forma, o *Value at Risk* de um fundo de renda fixa não deve ser tratado como uma perda patrimonial absoluta; deve, contudo, indicar uma redução na sua rentabilidade diária (devido às oscilações de mercado) que, dependendo do caso, pode representar uma perda patrimonial ou não. Ocorrerá a perda patrimonial se o VAR for maior que a rentabilidade da "curva" dos títulos, isto é, do que o rendimento do fundo se não existissem as oscilações (marcações) de mercado. No caso de ocorrer um VAR menor que a rentabilidade dos títulos sem marcação, não ocorrerá uma perda patrimonial, e sim, uma redução na rentabilidade do fundo. Dessa forma, para que esse indicador de risco seja melhor compreendido, é preciso que se compare o seu resultado com a rentabilidade do fundo.

Na implantação do modelo delta-normal ou paramétrico de *Value at Risk*, os seguintes passos devem ser considerados: a especificação de uma lista de fatores de risco; o mapeamento da exposição linear de todos os instrumentos da carteira nesses fatores de risco; a alocação dessas exposições para todos os instrumentos; a estimação da matriz de covariância dos fatores de risco; e, por fim, o cálculo do risco total da carteira. Além disso, através de técnicas de *backtesting* é possível realizar a validação do modelo, ou seja, verificar se as previsões do modelo estão adequadas à realidade dos mercados (JORION, 2003). O presente trabalho enfatiza o primeiro passo, visto que se os fatores de risco não forem bem especificados, todo o restante do processo estará prejudicado.

Consideram-se fatores de riscos os ativos da carteira bem como as suas características. Dessa forma para uma LFT (Letra Financeira do Tesouro; trata-se de um título cujo risco de crédito é o do governo federal e que tem remuneração indexada à taxa SELIC), por exemplo, existem dois fatores de riscos, os quais são a variação do seu indexador (a SELIC) e a variação do seu prêmio (o qual é uma taxa prefixada e, dependendo do período, pode ser um deságio ou um ágio). Para um contrato de juros futuros (DI futuro), o fator de risco será a própria taxa de juros para o prazo de vencimento do contrato. Para isso, monta-se a estrutura a termo das taxas de juros e verifica-se a volatilidade em cada ponto da curva. Para uma LTN (Letra do Tesouro Nacional; também é um título de risco soberano, mas nesse caso, a sua remuneração é somente prefixada), o fator de risco será a variação das taxas de juros para o prazo de vencimento do título e, também, o risco específico do emissor do título. Como o emissor é o governo federal, o risco é considerado

“soberano” e, em função disso, tende a ser muito próximo a zero. Nesse caso, pode-se dizer que tanto esse título como os contratos de juros futuros representam um único e mesmo fator de risco.

Em carteiras de renda fixa um modelo de um fator de risco pode fornecer uma boa aproximação inicial do risco e para que haja uma maior precisão, outros fatores podem ser adicionados. Essas constatações referem-se ao fato de que as carteiras de renda fixa são compostas essencialmente por taxas de juros, logo, é possível avaliar os riscos da carteira em função dos riscos de taxas de juros. Deve-se decidir entre um modelo com muitos fatores de risco, o que implica em um modelo mais preciso, ou um modelo com menos fatores, mas com um menor custo operacional (JORION, 2003). Dentre os principais fatores que afetam o retorno de um título destacam-se a taxa-base de juros, o prêmio de risco (no caso das LFTs esse prêmio é o deságio ou o ágio negociado) e a estrutura a termo das taxas de juros (FABOZZI, 2000).

Entende-se por taxa-base de juros os retornos negociados de um ativo livre de risco de crédito, isto é, um ativo com risco zero de inadimplência. Segundo Fabozzi (2000), o mercado como um todo considera os títulos emitidos pelo Departamento do Tesouro dos EUA como esse tipo de ativo. Além disso, por ser o maior e mais ativo mercado de títulos, esses bônus oferecem menos problemas de liquidez ou de negociação esporádica. Dessa forma, as taxas dos títulos emitidos pelo Tesouro americano são as taxas-base de juros.

Para os ativos que não são emitidos pelo tesouro dos EUA, o retorno negociado será a taxa-base mais um prêmio de risco, ou *spread*. Se for considerado que a taxa de um bônus do Tesouro for 8,02% para dez anos e um ativo for negociado a 9,02% para o mesmo prazo, pode-se dizer que o *spread* do título é de um ponto percentual.

Em relação à estrutura a termo das taxas de juros, Bodie *et al.* (2000: 304) a define como “o relacionamento gráfico entre o rendimento até o vencimento e o prazo até o vencimento”. Se forem comparados ativos com características semelhantes (sem cupons intermediários de pagamentos, por exemplo) e níveis de riscos igualmente semelhantes, essa estrutura a termo será obviamente muito parecida, o que não acontece se tivermos um ativo com um nível de risco mais elevado. Nesse caso, a curva de rendimentos do ativo mais arriscado será mais elevada, ou seja, para todos os prazos as taxas de juros serão maiores que as do ativo menos arriscado.

A estrutura a termo das taxas de juros poderá ser “ascendente”, “achatada” ou “achatada arqueada”. No caso da curva de rendimento “ascendente”, conforme aumenta o prazo, maior tende a ser a taxa de juros. A estrutura será “achatada” quando os rendimentos forem semelhantes para os diversos prazos de vencimento. Por fim, a curva “achatada arqueada” ocorre quando os rendimentos aumentam para os prazos mais curtos e, a seguir, ocorre uma reversão de tendência na qual as taxas caem para os prazos mais longos (BODIE *et al.*, 2000). Fabozzi (2000) apresenta ainda, um quarto formato o qual ocorre quando as taxas diminuem à medida que aumenta o prazo. Essa curva é chamada de “invertida”.

O presente trabalho busca auxiliar a compreensão de fatores de risco prefixados. Para isso, utilizaram-se títulos emitidos pelo governo federal prefixados tipo cupom zero (Letras do Tesouro Nacional), isto é, que não possuem fluxos intermediários de pagamentos, apenas um vencimento final. Também foram utilizados contratos de derivativos de taxas de juros (contratos de DI's futuros). O objetivo do trabalho é responder às seguintes perguntas: As LTNs e os DI's futuros podem ser considerados um mesmo fator de risco ou são dois fatores distintos? Caso sejam fatores distintos, em quais situações isso ocorre?

A próxima seção apresenta a metodologia empregada. A seção 3 descreve a amostra utilizada para a construção dos vértices. Os resultados são apresentados na seção 4 e a última parte apresenta as considerações finais.

## 2 MÉTODO

A metodologia consiste basicamente em calcular o *Value at Risk* de carteiras teóricas compostas por uma operação comum no mercado de fundos de investimento, a qual é a construção de “LFTs sintéticas” através de títulos prefixados e de contratos de juros futuro. As LFTs (Letras Financeiras do Tesouro) são títulos emitidos pelo governo federal que possuem como indexador a taxa SELIC. São títulos muito comuns na indústria de fundos como um todo e em especial em fundos referenciados em CDI. Tais fundos precisam manter em sua carteira um mínimo de 95% de ativos indexados ao CDI ou ao SELIC (caso das LFTs). Uma das formas mais comuns de construção de “LFT sintética” consiste em comprar um título prefixado (uma LTN, por exemplo) e fazer um *hedge* através de contratos futuros de DI. O resultado é uma operação que gera um rendimento indexado ao CDI e, apesar de este não ser exatamente o mesmo indexador da LFT, os dois indexadores possuem um comportamento muito próximo um do outro.

A construção de uma curva de risco para a LTN e de outra para o DI futuro pode levar a uma maior precisão do modelo de VAR. Mas será que o custo compensa? Apenas no caso de diferenças significativas haverá a necessidade da construção dessas duas curvas. Dessa forma, optou-se por comparar carteiras nas quais não há outro fator de risco dominante (caso comum em fundos referenciados ao CDI) com carteiras nas quais outros fatores de risco pode se sobressair e, conseqüentemente, anular a possível diferença de risco entre as duas curvas.

Curvas são estruturas a termo de taxas de juros as quais são constituídas por diversos vértices (*i.e.* vencimentos). Uma vez que os prazos de vencimentos de carteiras de renda fixa mudam diariamente (já que, se a carteira não for alterada, a cada dia que passa a *duration* dessa carteira é reduzida em um dia), a utilização de determinados vencimentos “padronizados” para o cálculo do risco de mercado das carteiras é recomendável. Dessa forma se determinada instituição utiliza os vértices de, por exemplo, 126 e 252 dias e possui um ativo que vence em 200 dias, parte da posição financeira correspondente a esse ativo será alocada no vértice de 126 dias e parte no vértice de 252 dias.

Assim, foram construídas cinco carteiras teóricas. A primeira foi constituída por três vértices de cada uma das duas curvas montadas (a seguir, será descrita a construção dos vértices). O objetivo desse portfólio era identificar se uma carteira totalmente constituída por LFTs sintéticas pode estar com seu risco subestimado se o mesmo for calculado através de uma única curva de risco. A segunda carteira foi constituída apenas por uma LFT sintética do vértice menos volátil. Dessa forma, se confirmado que há diferença relevante no resultado do VAR, procurar-se-á identificar se essa diferença também ocorre em uma carteira de volatilidade mais baixa. A construção da terceira carteira também parte do pressuposto de que houve uma diferença relevante no resultado do VAR da carteira 1, porém, o objetivo aqui é testar se essa diferença também ocorreria caso a carteira fosse constituída apenas pelo vértice no qual há uma maior correlação entre o DI futuro e a LTN.

As carteiras 4 e 5 apresentam os casos nos quais outro fator de risco pode se sobressair e, desta forma, anular a possível diferença de risco entre a curva DI e a curva LTN. Para isso, a carteira 4 é composta de uma LFT sintética no vértice de vencimento intermediário (constituída

por uma LTN de 252 dias e por um DI futuro de mesmo prazo) e de uma posição sem “trava” no vértice mais longo, isto é, apenas com LTN mas sem o DI. O risco prefixado sem trava tenderia a reduzir o impacto da possível diferença de risco entre as duas curvas.

Por fim, a carteira 5 foi constituída pelos três vértices de LTN, porém com um *hedge* apenas no vértice intermediário. Essa operação simula um *hedge* por *duration*. Ainda que o vértice intermediário não seja exatamente a *duration* da carteira, essa simulação procura captar os reflexos das diferentes inclinações da estrutura a termo das taxas de juros. A inclinação da curva de juros pode variar com o passar do tempo e, conseqüentemente, a falta de *hedge* nos vértices curto e longo tende a resultar em uma carteira mais arriscada que uma carteira com “trava” nos três vértices. Talvez esse risco adicional elimine a necessidade de construção de um fator de risco “LTN” e outro “DI”, caso eles realmente sejam distintos entre si. Se essa situação ocorrer, haverá indícios de que a trava por *duration* pode aumentar o nível de risco de uma carteira ao ponto de tornar a diferença entre dois fatores de riscos, irrelevante.

Em cada uma das cinco carteiras foi realizado o mapeamento em fatores de risco de duas formas distintas. A primeira, através de vértices tanto de DIs como de LTNs e, a segunda, utilizando-se apenas os vértices de DIs. Dessa forma, procurou-se identificar as situações nas quais há diferenças significativas no nível de risco e aquelas nas quais, esse processo é um custo desnecessário. A primeira forma será chamada de “DI-LTN” e a segunda de “DI”. Dessa forma, haverá as carteiras 1DI-LTN, 1DI, 2DI-LTN, 2DI e assim sucessivamente. A tabela 1 apresenta as carteiras com as suas respectivas posições financeiras. Nota-se que nas carteiras tipo “DI-LTN”, a alocação em contratos de DI tem sinal negativo, já que representam o *hedge* para as LTNs. No caso das carteiras tipo “DI”, utilizou-se apenas uma curva de risco, a qual foi a de DI futuro. A posição financeira, nesse caso, será a soma da posição de LTN e de DI para o mesmo vencimento. Como há diferenças entre as taxas de mercado para as duas curvas, também haverá diferenças nas posições financeiras entre as duas curvas (inclusive para os vértices de mesmo vencimento). Essa característica explica o fato de haver posições negativas em grande parte das carteiras do tipo “DI”.

Em todas as carteiras, a posição financeira foi definida através do Preço Unitário do vértice em 30/06/2008 (última data da amostra) e de um “lote padrão” do referido vértice, isto é, da quantidade de títulos ou de derivativos que representam o padrão de negociação no mercado. Um “lote padrão” de LTN corresponde a 10.000 quantidades e o padrão para DIs futuros são 100 quantidades. Essa diferença de quantidades representa um mesmo valor financeiro final, já que o valor nominal de uma LTN é de R\$ 1.000 e o de um contrato de juros futuro é de R\$ 100.000. Ambos os valores nominais são descontados a valor presente conforme o prazo de vencimento do vértice, através da seguinte fórmula:

$$PU = \frac{PU_n}{(1+i)^{(t/252)}} \quad (1)$$

Onde:

- $PU$  = Preço Unitário;
- $PU_n$  = PU nominal, é o preço do título na data de vencimento;
- $i$  = Taxa de juros anual negociada para o vértice.
- $t$  = Prazo do vértice em dias úteis.

Tabela 1 - Carteiras teóricas

Painel A – Carteira 1			
DI-LTN		DI	
Ativos	Posição	Ativos	Posição
DI1_63	R\$ -9.705.929,28	DI1_63	R\$ -492,15
DI1_252	R\$ -8.736.376,27	DI1_252	R\$ -3.367,98
DI1_504	R\$ -7.513.257,84	DI1_504	R\$ -4.831,05
LTN_63	R\$ 9.705.437,12		
LTN_252	R\$ 8.733.008,29		
LTN_504	R\$ 7.508.426,79		

  

Painel B – Carteira 2			
DI-LTN		DI	
Ativos	Posição	Ativos	Posição
DI1_63	R\$ -9.705.929,28	DI1_63	R\$ -492,15
LTN_63	R\$ 9.705.437,12		

  

Painel C – Carteira 3			
DI-LTN		DI	
Ativos	Posição	Ativos	Posição
DI1_504	R\$ -7.513.257,84	DI1_504	R\$ -4.831,05
LTN_504	R\$ 7.508.426,79		

  

Painel D – Carteira 4			
DI-LTN		DI	
Ativos	Posição	Ativos	Posição
DI1_252	R\$ -8.736.376,27	DI1_252	R\$ -3.367,98
LTN_252	R\$ 8.733.008,29	DI1_504	R\$ 7.508.426,79
LTN_504	R\$ 7.508.426,79		

  

Painel E – Carteira 5			
DI-LTN		DI	
Ativos	Posição	Ativos	Posição
DI1_252	R\$ -26.209.128,80	DI1_63	R\$ 9.705.437,12
LTN_63	R\$ 9.705.437,12	DI1_252	R\$ -17.476.120,51
LTN_252	R\$ 8.733.008,29	DI1_504	R\$ 7.508.426,79
LTN_504	R\$ 7.508.426,79		

Optou-se, a fim de abranger todas as informações existentes, a utilização de planilhas de Excel para o cálculo do VAR das carteiras. Para tanto, foi utilizada a metodologia de modelo paramétrico descrita em Jorion (2003). Segundo o autor, esse método fornece uma maneira rápida e eficiente para medir o VAR quando as opções não forem um fator dominante de risco. A partir de uma amostra de 694 dias foi calculado o VAR com 99% de confiança para o horizonte de um

dia. Foi utilizada a volatilidade simples dos retornos (obtidos através do logaritmo natural) dos preços calculados para cada vértice.

Apesar de a ANDIMA disponibilizar os vértices já calculados para as LTNs, o mesmo não acontece para os contratos de DI. Além disso, optou-se por atribuir o mesmo tratamento para ambos os fatores (a fim de se evitar uma elevação no risco calculado a qual poderia ser resultante de um tratamento diferenciado de um em relação ao outro título). Dessa forma, a partir do histórico das taxas de CDI de um dia e de 17 vencimentos de LTN e dos mesmos vencimentos de DI futuro, foram construídas as duas curvas de risco.

Para cada curva, foram construídos três vértices que representassem um vencimento curto, um médio e um longo. Dessa forma, procurou-se captar os movimentos na estrutura a termo das taxas de juros, já que dependendo do momento ela pode ser “ascendente”, “achatada”, “achatada arqueada”, ou “invertida” (conforme descrito na introdução). Além disso, utilizaram-se títulos de cupom zero prefixados de emissão do tesouro nacional. No Brasil, esses títulos são as Letras do Tesouro Nacional. Como as LTNs não costumam apresentar vencimento muito superior a dois anos (o prazo máximo da amostra foi de 670 dias úteis, o qual ocorreu no momento do lançamento da LTN de vencimento em 01 de janeiro de 2009 em 04 de maio de 2006), optou-se por construir um vencimento máximo de dois anos. Assim, os vencimentos escolhidos foram de 63, 252 e 504 dias úteis. A fim de comparação, foram construídos vértices de iguais prazos para de contratos de taxas de juros futuros (DIs futuros).

Utilizou-se para a construção dos vértices de LTNs os preços indicativos da ANDIMA, os quais são utilizados para a marcação a mercado em fundos de investimento. Para os DIs, foram utilizados os últimos preços de negociação, os quais também são utilizados para a marcação a mercado nesse tipo de fundo. Os dados históricos de LTNs e de DIs futuros foram obtidos através de uma área de acesso restrito do site da ANDIMA.

Os vértices foram obtidos através de uma interpolação linear entre o vencimento anterior e o posterior ao prazo desejado. Para o vértice de 504 dias foram considerados somente os vencimentos nos meses de janeiro e julho de cada ano, por serem os que possuem mais liquidez no mercado. Para os demais vértices, além destes, foram considerados os vencimentos em abril e outubro de cada ano, exceto nos casos em que não houve cotação para um dos dois títulos (neste caso foi considerado o próximo vencimento líquido, o qual foi utilizado tanto para o vértice do título como para o do derivativo). Dias sem negociação na BM&F, mas com a ocorrência de cotações para LTNs (geralmente vésperas de feriados como natal e ano novo, que são considerados dias úteis, mas nos quais não há a abertura da bolsa) foram excluídos da amostra. Dessa forma, buscou-se evitar possíveis distorções desnecessárias entre as curvas.

Por fim, foi realizado o *backtesting* das carteiras, através do qual, busca-se identificar se o número de exceções (*i.e.* número de casos em que a perda realizada foi maior em relação ao previsto pelo modelo) observadas está de acordo com o previsto pelo VAR das carteiras. Como foi utilizado um histórico de retornos de 694 observações, a um nível de confiança de 99%, é esperado que existam cerca de 7 exceções (a 95% são esperadas 35 exceções). Contudo, dificilmente esse número de exceções será idêntico ao previsto e, em função disso, através do teste de Kupiec, pode-se estabelecer um intervalo esperado (*i.e.* regiões de confiança). Como para um nível de significância muito baixo são esperadas poucas exceções, a utilização de uma significância mais elevada (*e.g.* 5%) pode ser recomendável (JORION, 2003). Para 694 observações e para uma significância do VAR de 1%, calculou-se que esse intervalo é de 3 a 12

observações. Foi calculado também o intervalo para um VAR de 5% de significância (o qual também foi calculado com esse nível, embora os resultados estejam omitidos), o qual foi de 25 a 46 exceções esperadas.

### 3 AMOSTRA

A amostra consiste de 17 vencimentos de LTN e o mesmo número de contratos de DI futuro, abrangendo os principais vencimentos entre 01/01/2006 até 01/07/2010 (foram desprezados, conforme mencionado anteriormente, os vencimentos diferentes de janeiro e julho de cada ano, após 01/07/2009). Utilizou-se para a construção dos vértices, também, as taxas históricas do Certificado de Depósito Interfinanceiro de um dia. Para cada vencimento, procurou-se utilizar os dados entre 01/09/2005 e 30/06/2008 (a exceção fica por conta dos vencimentos com início após a data inicial da amostra e com vencimentos anteriores à data final da amostra), o que totaliza um período de 705 dias úteis. Destes, foram excluídos 10 dias, nos quais houve taxa indicativa na ANDIMA, porém, não houve abertura da Bolsa de Mercadorias e Futuros e, conseqüentemente, não houve cotação na BM&F. Resultaram, então, 695 dias. Como nos cálculos de retorno perde-se um dia, para cada vértice há um histórico de 694 dias. No total, para a construção desses dados e considerando-se todos os vencimentos de LTN e de DI futuro, além do CDI de um dia, foram utilizados 6.012 dados.

### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Percebe-se, a partir da tabela 2 uma alta correlação entre os vértices de mesmo prazo. Entre os vértices de 63 dias, a correlação foi de 0,983; entre os de 252, 0,996; e, entre os de 504, 0,998. Poderíamos supor, então, que a separação em dois tipos de títulos é irrelevante. Entretanto a comparação dos resultados dos cálculos de *Value at Risk* disponíveis na tabela 3 não permite tal afirmação. A carteira 1DI-LTN resultou em um VAR de R\$ 3.239,32, ou 0,0125% do PL, enquanto que a carteira 1DI resultou em um VAR de R\$ 28,94, ou 0,0001% do PL. Apesar de que em ambos os casos o valor é muito próximo de zero, é preciso considerar que no caso de uma carteira de renda fixa, o próprio rendimento diário é muito próximo de zero. Se, por exemplo, a carteira rendesse 100% do CDI, esse rendimento em 30/06/2008 seria de 0,0453%. Dessa forma, no caso da carteira 1DI-LTN, a perda esperada corresponde a 27,56% em relação ao CDI, enquanto que na carteira 1DI, a mesma perda é de 0,25%. Se a carteira em questão for a de um fundo referenciado em CDI, há uma diferença significativa que pode estar afetando a volatilidade do fundo e pode não estar sendo captada pelos modelos de *Value at Risk*. Os resultados do *backtesting* (número de exceções, isto é, quantidade de casos em que a perda da carteira em determinado dia foi maior do que foi previsto pelo VAR) das carteiras também estão disponíveis na tabela 3 e, através dela, pode-se perceber que há uma diferença relevante no número de exceções entre as carteiras DI-LTN e DI. No primeiro caso, foram observadas 28 exceções para os cálculos com 95% de confiança, o que está dentro do previsto. Já na carteira 1DI, esse número ficou distante do que era esperado (334 exceções).

Tabela 2 - Matriz de correlações

Ativo	DI1_63	DI1_252	DI1_504	LTN_63	LTN_252	LTN_504
DI1_63	1,000					
DI1_252	0,764	1,000				
DI1_504	0,627	0,921	1,000			
LTN_63	<b>0,983</b>	0,769	0,632	1,000		
LTN_252	0,767	<b>0,996</b>	0,924	0,776	1,000	
LTN_504	0,625	0,920	<b>0,998</b>	0,634	0,925	1,000

No caso das carteiras 2DI-LTN e 2DI, as quais são constituídas apenas pelo vértice de 63 dias, aquele com menor volatilidade, foi observado um comportamento semelhante, porém em menores proporções. Na carteira 2DI-LTN (com um vértice para DI e outro para LTN), o VAR correspondeu a 6,62% em relação ao CDI, enquanto que na carteira 2DI esse percentual foi de 0,00%. O *backtesting* destas carteiras apresentou um padrão semelhante às carteiras do tipo 1. Foram dez exceções para os cálculos com 99% de confiança na carteira DI-LTN (dentro da faixa prevista, a qual vai de 3 a 12 exceções) e 321 exceções para a carteira DI.

As carteiras 3DI-LTN e 3DI foram constituídas pelos vértices de maior correlação (de 0,998) os quais foram, porém, os mais voláteis. Esses vértices foram os de 504 dias (pressupõe-se que quanto maior o prazo maior tende a ser a volatilidade). Nesse caso, observou-se uma discrepância ainda maior que aquela identificada entre as carteiras 1DI-LTN e 1DI. O VAR da carteira 3DI-LTN correspondeu a 71,44% do CDI, enquanto que o da carteira 3DI foi de 0,70%. Quanto ao número de exceções para os cálculos a 1% de significância, este ficou em 12 para a carteira DI-LTN e em 322 para a carteira DI.

Nas carteiras 4DI-LTN e 4DI o objetivo era o de testar se a inclusão de um fator de risco que se sobressaísse em relação aos da LFT sintética minimizaria a distorção entre as curvas de LTN e de DI. O fator adicionado foi o prefixado o qual tende a ser de mais risco que o CDI, resultado da LFT sintética. Pode-se dizer que essa expectativa tenha sido confirmada. Na carteira 4DI-LTN o risco correspondeu a 500,42% do CDI, enquanto que o da carteira 4DI o VAR equivaleu a 499,54% do mesmo indexador. Observou-se o mesmo número de exceções tanto nos cálculos com 99% de confiança como nos realizados com 95% de confiança em ambas as carteiras (no primeiro caso esse número foi de 9 e, no segundo, de 30).

Por fim, nas carteiras 5DI-LTN e 5DI, buscava-se testar se um *hedge* por duration modificaria o nível de risco da carteira a ponto de minimizar a diferença de risco entre as duas curvas. Os resultados indicam que essa expectativa também tenha sido confirmada. O VAR da carteira 5DI-LTN correspondeu a 133,75% do CDI, enquanto que o da 5DI foi de 130,20% do CDI. Assim, através do *backtesting*, pode-se considerar que a construção de duas curvas distintas para DI e para LTN, tanto nas carteiras 4DI-LTN e 4DI como nas 5DI-LTN e 5DI, foi irrelevante. Foram observadas 12 exceções em ambas as carteiras para os cálculos com 99% e confiança e 36 (também em ambas as carteiras) nos cálculos com 95% de confiança.

Tabela 3 - Resultados de *Value at Risk*

Painel A - Resultados para a carteira 1					
Carteira 1DI-LTN			Carteira 1DI		
Patrimônio Líquido:	R\$	25.946.872,20	Patrimônio Líquido:	R\$	25.946.872,20
VAR (R\$):	R\$	3.239,32	VAR (R\$):	R\$	28,94
VAR (% PL):		0,0125%	VAR (% PL):		0,0001%
VAR (% CDI):		27,56%	VAR (% CDI):		0,25%
Exceções*:		13 (99%) e 28 (95%)	Exceções*:		330 (99%) e 334 (95%)

  

Painel B - Resultados para a carteira 2					
Carteira 2DI-LTN			Carteira 2DI		
Patrimônio Líquido:	R\$	9.705.437,12	Patrimônio Líquido:	R\$	9.705.437,12
VAR (R\$):	R\$	291,27	VAR (R\$):	R\$	0,08
VAR (% PL):		0,0030%	VAR (% PL):		0,0000%
VAR (% CDI):		6,62%	VAR (% CDI):		0,00%
Exceções*:		10 (99%) e 24 (95%)	Exceções*:		321 (99%) e 321 (95%)

  

Painel C - Resultados para a carteira 3					
Carteira 3DI-LTN			Carteira 3DI		
Patrimônio Líquido:	R\$	7.508.426,79	Patrimônio Líquido:	R\$	7.508.426,79
VAR (R\$):	R\$	2.429,96	VAR (R\$):	R\$	23,65
VAR (% PL):		0,0324%	VAR (% PL):		0,0003%
VAR (% CDI):		71,44%	VAR (% CDI):		0,70%
Exceções*:		12 (99%) e 24 (95%)	Exceções*:		322 (99%) e 325 (95%)

  

Painel D - Resultados para a carteira 4					
Carteira 4DI-LTN			Carteira 4DI		
Patrimônio Líquido:	R\$	16.241.435,07	Patrimônio Líquido:	R\$	16.241.435,07
VAR (R\$):	R\$	36.818,17	VAR (R\$):	R\$	36.753,35
VAR (% PL):		0,2267%	VAR (% PL):		0,2263%
VAR (% CDI):		500,42%	VAR (% CDI):		499,54%
Exceções*:		9 (99%) e 30 (95%)	Exceções*:		9 (99%) e 30 (95%)

  

Painel E - Resultados para a carteira 5					
Carteira 5DI-LTN			Carteira 5DI		
Patrimônio Líquido:	R\$	25.946.872,20	Patrimônio Líquido:	R\$	25.946.872,20
VAR (R\$):	R\$	15.720,73	VAR (R\$):	R\$	15.303,34
VAR (% PL):		0,0606%	VAR (% PL):		0,0590%
VAR (% CDI):		133,75%	VAR (% CDI):		130,20%
Exceções*:		12 (99%) e 36 (95%)	Exceções*:		12 (99%) e 36 (95%)

\* Intervalo esperado: de 3 a 12 (cálculos com 99% de confiança) e de 25 a 46 (cálculos com 95% de confiança)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de a construção de uma curva de risco para DI's e de outra para LTNs não ser uma prática comum no mercado, em fundos referenciados em CDI essa omissão pode significar uma significativa subestimação no risco da carteira. Essa subestimação pode chegar ao ponto de a

previsão do *Value at Risk* apresentar previsões de perdas as quais estarão abaixo da perda real em praticamente metade dos casos.

Em carteiras com outros fatores de risco preponderantes, dificilmente haverá a necessidade de construção de duas curvas (*i.e.* uma curva para contratos futuros e outra para LTNs). Foi constatado que em uma carteira com um ativo prefixado sem “trava”, a construção das duas curvas distintas é desnecessária. Pode-se inferir que, em carteiras com outros fatores de risco, tais como, *commodities*, ações, taxas de câmbio ou índices de inflação, também não haja a necessidade de distinção entre as curvas.

Constatou-se, também, que se a opção de trava for um *hedge* por *duration*, pode haver um aumento significativo no nível de risco da carteira (em relação à estratégia de *hedge* por vértice de vencimentos). Esse aumento de risco chega ao ponto de tornar irrelevante a construção das duas curvas distintas. Deve-se considerar, contudo, que esse aumento de risco ocorreu em uma carteira na qual o principal fator de risco são taxas de juros atreladas ao CDI ou ao SELIC. Em carteiras com outro fator de risco preponderante, essa diferença pode não ser relevante.

São propostas duas possíveis explicações para a diferença entre as curvas. A primeira é referente à possibilidade de os investidores atribuírem um risco distinto para LTNs e para contratos de juros futuros (e a diferença observada seria um reflexo dessa diferença de percepção). Outra explicação é referente ao fato de os critérios de marcação a mercado da ANDIMA e da BM&F não serem os mesmos. Neste caso, uma metodologia unificada poderia contribuir para tornar as operações de “LFTs sintéticas” menos voláteis, o que estimularia esse tipo de operação em fundos referenciados em CDI.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INSTITUIÇÕES DO MERCADO FINANCEIRO. *Renda fixa*. Disponível em: <http://www.andima.rtm.br/>. Acessado em: 03 de julho de 2008.
- BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. *Fundamentos de investimentos*. trad. Robert Brian Taylor. Porto Alegre: Bookman, 2000, 3ª Ed.
- CETIP S. A. – BALCÃO ORGANIZADO DE ATIVOS E DERIVATIVOS. *Séries históricas*. Disponível em: <http://www.cetip.com.br/>. Acessado em: 03 de julho de 2008.
- FABOZZI, Frank J. *Mercado, análise e estratégia de bônus: títulos de renda fixa*. Trad. Carlos Henrique Trieschmann *et al.* Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000, 3ª ed. Americana.
- JORION, Philippe. *Value at Risk: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiro*. Trad. Thierry Barbe. São Paulo: BM&F, 2003, 2ª ed. Rev. e Ampl.
- SAUNDERS, Anthony. *Administração de instituições financeiras*. trad. Antônio Zorato Sanvicente. São Paulo: Atlas, 2000, 2ª ed. Americana.