

4 Análise dos Resultados

As Tabelas 15 e 16 reportam através das estatísticas de análise dos erros e dos acertos na previsão de direção da mudança comparações entre os desempenhos obtidos pelo modelo em dois estágios (1) e de seu *benchmark* (2) no agregado (resultado Global) e em cada uma das janelas de previsão anteriormente definidas para volatilidade implícita (σ) e para os prêmios (C) estimados. De modo geral, observa-se melhor desempenho das previsões obtidas pelo modelo 1, com a contrapartida de superioridade do *benchmark* em certas ocasiões - quando as estatísticas de análise são medidas sobre os prêmios. O que pode ser atribuído tanto aos possíveis erros nas estimativas da volatilidade implícita (dada a não linearidade da relação entre o prêmio de BS e esta variável, com implicações sobre o algoritmo de busca de raiz para a equação), quanto ao efeito de outras variáveis sobre a formação dos prêmios. Adicionalmente, nestes casos, testes para as médias e variâncias nas amostras formadas pelos prêmios previstos falham em rejeitar a hipótese nula de igualdade entre os resultados originados dos modelos; sobre os contratos de ambos os papéis.

Destaca-se o desempenho superior das previsões para métrica de volatilidade implícita geradas fora da amostra pelo modelo 1, observado simultaneamente nas três estatísticas de análise. Nas opções de VALE5, por exemplo, o RMSE das previsões do modelo 1 foi cerca de 12% inferior (8,34% vs 9,46%) às obtidas pelo *benchmark* assim como para PETR4, em que o desempenho na mesma estatística foi 3% melhor no Global. Esta superioridade não se observa, no entanto, em todas as janelas de previsão e as circunstâncias em que o desempenho é inferior podem ser decorrentes tanto de situações de mercado com impacto sobre o poder preditivo do modelo, quanto da formação da amostra dada a variabilidade da capacidade do modelo nas diferentes regiões da superfície de volatilidade, conforme Tabelas 17 e 18.

Tabela 1 - Análise comparativa dos erros dos modelos em dois estágios e *benchmark* de DFW - contratos de VALE5.

Modelo 1 - VALE						
Intervalos	RMSE σ	RMSE C	MAE σ	MAE C	MCDPC σ	MCDPC C
(A)	12.02%	33.05%	15.76%	44.76%	59.68%	51.78%
(B)	6.86%	48.41%	20.22%	56.11%	52.24%	50.98%
(C)	7.65%	46.89%	21.43%	55.17%	53.39%	64.41%
(D)	5.53%	39.17%	17.87%	48.85%	64.85%	61.35%
Global	8.34%	42.79%	19.12%	51.79%	57.08%	57.17%

Modelo 2 - VALE						
Intervalos	RMSE σ	RMSE C	MAE σ	MAE C	MCDPC σ	MCDPC C
(A)	13.03%	32.47%	16.49%	44.19%	54.55%	57.91%
(B)	7.73%	46.77%	20.90%	54.35%	50.09%	62.25%
(C)	7.03%	47.88%	20.06%	55.79%	51.19%	64.24%
(D)	9.51%	40.15%	19.23%	48.93%	57.21%	67.25%
Global	9.46%	42.71%	19.33%	51.38%	53.01%	62.85%
Melhor	M 1	M 2	M 1	M 2	M 1	M 2

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 - Análise comparativa dos erros dos modelos em dois estágios e *benchmark* de DFW - contratos de PETR4.

Modelo 1 - PETR						
Intervalos	RMSE σ	RMSE C	MAE σ	MAE C	MCDPC σ	MCDPC C
(A)	8.60%	26.20%	22.89%	40.11%	51.13%	53.15%
(B)	12.06%	26.66%	22.19%	42.85%	57.74%	50.22%
(C)	27.15%	30.52%	23.08%	43.49%	72.28%	56.44%
(D)	9.43%	32.75%	21.99%	45.79%	56.93%	52.67%
(E)	6.02%	26.80%	19.41%	42.03%	59.05%	59.52%
Global	12.83%	26.52%	20.61%	41.21%	59.10%	54.11%

Modelo 2 - PETR						
Intervalos	RMSE σ	RMSE C	MAE σ	MAE C	MCDPC σ	MCDPC C
(A)	8.05%	26.66%	21.38%	39.66%	53.65%	53.15%
(B)	9.31%	26.40%	21.31%	42.12%	51.33%	54.87%
(C)	19.91%	27.20%	25.15%	42.65%	52.48%	57.67%
(D)	13.40%	32.22%	23.89%	45.01%	51.17%	58.00%
(E)	5.44%	26.75%	18.01%	42.18%	56.90%	67.62%
Global	13.19%	26.61%	21.04%	40.89%	55.12%	56.89%
Melhor	M 1	M 1	M 1	M 2	M 1	M 2

Fonte: Elaboração própria.

Seguindo isoladamente para o modelo 1, a análise do RMSE entre as categorias de *moneyness* e tempo até o vencimento nas Tabelas 17 e 18 para volatilidade implícita no agregado dos intervalos de previsão sugere a região de

tempo até o vencimento médio e contratos OTM como a de melhor capacidade de previsão do modelo. Tanto para os contratos de PETR4 quanto VALE5. Além disto, como padrão, observa-se o aumento desta capacidade no sentido dos contratos DITM aos DOTM com piora marginal da penúltima para última categoria – independentemente do prazo até o vencimento. Em relação aos prêmios previstos, a melhora no sentido do *moneyness* ocorre sem alterações, sendo a região de curto prazo e contratos DOTM como as de melhores resultados.

Tabela 3 - RMSE por *moneyness* e vencimento para contratos sobre PETR4.

PETR4		Curto		Medio	
RMSE		σ_i	C	σ_i	C
DITM	Modelo 1	31.26%	42.46%	6.30%	38.20%
ITM	Modelo 1	6.75%	31.42%	3.53%	28.04%
ATM	Modelo 1	5.06%	21.20%	3.12%	22.21%
OTM	Modelo 1	4.10%	11.87%	2.83%	14.91%
DOTM	Modelo 1	4.16%	7.79%	2.88%	10.13%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 - RMSE por *moneyness* e vencimento para contratos sobre VALE5.

VALE5		Curto		Medio	
% RMSE		σ_i	C	σ_i	C
DITM	Modelo 1	18.56%	67.06%	5.41%	66.23%
ITM	Modelo 1	5.14%	47.34%	3.37%	52.39%
ATM	Modelo 1	4.73%	34.43%	3.03%	32.96%
OTM	Modelo 1	4.62%	21.79%	2.82%	28.30%
DOTM	Modelo 1	4.83%	9.87%	3.04%	15.28%

Fonte: Elaboração própria.

Na ausência de custos de transação, as operações simuladas com base nas estratégias definidas anteriormente apresentaram resultados consistentes com as análises das estatísticas de erro (Tabela 19). Foram observados desempenhos não ajustados ao risco superiores em todas as estratégias, quando comparados ao *benchmark* natural da taxa livre de risco no período acumulado; exceção apenas à estratégia A sobre opções de PETR4, cujo desempenho a despeito do menor RMSE na previsão para estes contratos não superou o índice. Quando avaliados pelo índice de Sharpe, no entanto, soma-se ao caso isolado de desempenho ruim citado o resultado da mesma estratégia sobre opções de VALE5, com contribuição desfavorável em relação ao risco assumido. Ao considerar a incidência de custos sobre as operações, os resultados pioram consideravelmente (inclusive no sentido

da descapitalização), sem que nenhuma das estratégias gere resultados superiores ao *benchmark*. Concluindo que, mesmo com significativa capacidade estatística de reproduzir e prever movimentos na estrutura, o modelo não foi capaz de levar a resultados econômicos satisfatórios com a aplicação das estratégias propostas na pesquisa. As operações foram realizadas dentro nos períodos de 20/07/2010 a 23/05/2012 para PETR4, resultando em um total de 692 operações e para VALE5, o período coberto foi de 20/05/2011 a 19/01/2012 em número total de 380 negócios.

Tabela 5 – Resultados econômicos das estratégias.

PETR4		Estratégias					
Métrica	DI-Cetip	A - Sem Custos	A - Com Custos	B - Sem Custos	B - Com Custos	C - Sem Custos	C - Com Custos
Retorno Acumulado	18,99%	8,1%	-67,0%	33,4%	-38,3%	32,6%	-37,0%
Volatilidade	0,08%	5,2%	9,5%	7,2%	10,3%	7,3%	10,1%
Índice de Sharpe	-	-2,08	-9,03	1,98	-5,55	1,86	-5,53
Total de Operações	-	243	243	228	228	221	221

VALE5		Estratégias					
Métrica	DI-Cetip	A - Sem Custos	A - Com Custos	B - Sem Custos	B - Com Custos	C - Sem Custos	C - Com Custos
Retorno Acumulado	7,42%	12,93%	-28,37%	75,00%	-2,79%	19,26%	-5,13%
Volatilidade	0,03%	7,7%	8,3%	12,6%	5,9%	6,9%	6,1%
Índice de Sharpe	-	0,71	-4,29	5,38	-1,74	1,73	-2,07
Total de operações	-	126	126	127	127	127	127

Fonte: Elaboração própria.