

5 Estudo de Sazonalidade

Antes de calcular e analisar a estimativa dos parâmetros de retorno e a aplicação das estratégias, vale a pena investigar um possível comportamento sazonal dos dados. Este estudo já havia sido iniciado na dissertação de mestrado intitulada “Identificação de Momentos de Compra e Venda, à Vista, de Ações: Um Procedimento Alternativo Inspirado em Gráficos de Controle de Processos”, mas, agora, os resultados obtidos foram bastante diferentes dos anteriormente encontrados, conforme indicado ao longo deste capítulo. Assim, torna-se necessário uma averiguação adicional com o objetivo de apurar que efeitos a sazonalidade pode trazer à metodologia proposta neste trabalho para escolha de momentos de compra e venda de ações no mercado à vista.

5.1 Cálculo do Efeito Sazonal

Desde a década de 80, os estudiosos da Bovespa atribuem alguns comportamentos sazonais à variação de preços das ações: “5ª feira é o dia do boato”, “dezembro é um mês com rentabilidade superior aos demais”, “2ª feira é um dia de pouco movimento”, “janeiro é um mês de realização de lucros”, etc. Qualquer analista ou investidor com alguma experiência sabe que o mercado de ações sofre o efeito de sazonalidade diária e mensal, mas não existe qualquer estudo que defina o tamanho deste efeito; pelo menos não segundo a metodologia de cálculo proposta por Holt e Winters. O intuito, nesta seção, será apurar o tamanho da sazonalidade diária e, caso ela seja significativa, verificar como sua presença pode afetar os resultados. Espera-se, desta forma, entender se existe necessidade de considerar o efeito sazonal na aplicação da metodologia proposta inicialmente para este trabalho.

5.1.1 Geração de nova base de dados

Para estimar fatores sazonais é conveniente trabalhar com bases de dados contínuas. No entanto, quando se trata de ações, não há negociações, e portanto cotações, para os feriados. Isto representa um problema para estimar sazonalidade, especialmente quando existe a presença de feriados móveis,

como o Carnaval e a Páscoa. Deste modo, para que seja possível calcular os fatores sazonais dos retornos das ações, é preciso converter a série original de dados em uma série sem valores faltantes (*“missing values”*). Adotou-se, então, os seguintes passos para completar a base de dados:

“Passo 1: identificar os feriados;

Passo 2: para cada seqüência de dois dias úteis seguidos (considerou-se como seqüência de dois dias úteis seguidos o conjunto formado por dois dias consecutivos com negócios de pregão depois de excluídos sábado e domingo, ou seja, sem feriados entre um determinado pregão e o seguinte), calcular o logaritmo neperiano dos retornos acumulados para dois dias e montar uma série histórica com estes valores e com a sua decomposição pelos dois dias consecutivos (por exemplo; se, para o período de 2 dias foi encontrado um retorno de 2,51%, é preciso identificar que parcela deste refere-se ao primeiro dia da seqüência e que parcela refere-se ao segundo dia, de modo que o resultado acumulado não seja alterado, no caso, 2% e 0,5%)

Passo 3: para cada feriado, calcular o valor do logaritmo neperiano do retorno do dia útil imediatamente posterior (digamos que tenha sido encontrado o valor 2,52%);

Passo 4: procurar na série construída no Passo 2 o dia em que o logaritmo neperiano do retorno para dois dias for mais próximo ou igual ao encontrado no Passo 3 (no caso de não existir um valor igual na série histórica, procurar o maior valor que esteja abaixo do encontrado no Passo 3), identificando sua decomposição quanto aos retornos para o primeiro e segundo dias (continuando com o exemplo, imagine que 2,51% é o menor valor mais próximo de 2,52%);

Passo 5: atribuir, ao feriado, o valor identificado no Passo 4 para o primeiro dia (neste caso, o feriado receberia, para efeito de cálculo, o valor de 2% de retorno);

Passo 6: trocar o retorno do primeiro dia útil posterior ao feriado pela diferença entre o valor original deste e o encontrado no Passo 5, ou seja, a soma dos logaritmos dos retornos atribuídos à seqüência de dois dias (feriado e dia útil seguinte) será exatamente igual ao valor original do logaritmo do retorno apurado entre o dia útil imediatamente posterior e o imediatamente anterior ao feriado (no nosso exemplo, 0,5098% para ser atribuído ao dia que, originalmente, apresentava retorno de 2,52%);

Passo 7: no caso de o feriado referir-se a uma seqüência de dias maior do que dois (por exemplo, Carnaval ou Semana Santa), aplicar o procedimento dos Passos 2 a 6 apenas ao último dia não útil e, logo depois, repetir os Passos 2 a 6

para o penúltimo dia não útil e, depois, para o ante-penúltimo dia não útil, se for o caso, de modo que não reste nenhuma seqüência de segunda a sexta-feira sem um valor de retorno associado.^{1,2}

5.1.2 Cálculo dos Fatores Sazonais segundo Holt-Winters

Neste trabalho optou-se por verificar os fatores sazonais conforme a metodologia de Holt-Winters. Com origem na década de 70 e nos métodos de amortecimento exponencial, sua principal qualidade é trabalhar com uma modelagem univariada, ou seja, é possível estimar valores futuros apenas com valores históricos de uma série. Isto implica em recalculas as estimativas da série de dados em estudo sempre que se conseguir uma nova observação, o que garante a qualidade apenas das estimativas de curtíssimo prazo, já que os parâmetros deste tipo de modelagem mudam a cada novo valor efetivamente observado para os dados.

Para aplicar a metodologia de Holt-Winters utilizou-se o programa E-VIEWS já que assim é possível obter estimativas bastante precisas para os fatores sazonais. Para tanto, depois de feitos os procedimentos de entrada de dados (antes de aplicar qualquer modelagem econométrica para tratamento dos dados) e escolha da opção de geração de fatores sazonais diários (cycle for seasonal = 5³) para sazonalidade aditiva⁴, foram encontrados os seguintes Fatores sazonais médios:

¹ Pode-se imaginar que, para estes casos, dever-se-ia ter repetido o processo começando, no Passo 2, não com uma seqüência de dois dias, mas com as seqüências com o mesmo número de feriados mais um, no entanto, há apenas duas ocorrências deste tipo por ano, ou seja, usar a metodologia aqui proposta poupa recursos computacionais, mas sem gerar prejuízos relevantes para o que se pretende estudar.

² In: AMARAL, 2004, pp.37 e 38

³ Segundo Lacombe (2004), sazonalidade pode ser definida como uma “alteração, em geral, previsível, no valor de qualquer variável em função da estação do ano, trata-se de um galicismo originário da palavra saison. A alteração é previsível porque se reproduz de maneira semelhante em períodos determinados de cada ano.” Assim, o mais comum é associar fatores sazonais às estações do ano ou aos seus meses, mas, neste trabalho, optou-se por estudar este efeito em períodos ainda mais curtos: os dias da semana. Na academia não existe consenso quanto à melhor nomenclatura para este fenômeno que se repetiria a cada dia da semana, então resolveu-se manter a metodologia de cálculo tradicional de fatores sazonais usualmente aplicada a variáveis econômicas mensais e manteve-se a mesma nomenclatura mesmo com a mudança da periodicidade considerada.

⁴ Optamos pelo modelo aditivo por estarmos partindo de uma base de dados logaritimizada e com médias próximas do valor zero.

TABELA 5.1: Fatores Sazonais Médios Padronizados - Saídas E-views

AÇÕES	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA
PETR4	-0,0024	0,0024	0,0013	-0,0020	0,0008
VALE5	-0,0011	0,0011	-0,0009	-0,0010	0,0019
BBDC4	-0,0023	0,0006	0,0008	-0,0016	0,0026
TNLP4	-0,0010	-0,0003	-0,0003	-0,0022	0,0038
USIM5	-0,0015	0,0038	-0,0012	-0,0055	0,0044
ITAU4	-0,0015	0,0012	0,0001	-0,0022	0,0025
CSNA3	-0,0021	0,0024	-0,0003	-0,0008	0,0007
GGBR4	-0,0015	0,0011	0,0008	-0,0041	0,0037
VALE3	-0,0019	0,0011	-0,0001	-0,0021	0,0029
BRKM5	-0,0011	-0,0001	0,0003	-0,0016	0,0025
média ações	-0,0017	0,0013	0,0001	-0,0023	0,0026

De modo geral, o que se pode verificar é que, na média, tanto na 2ª quanto na 5ª feira a sazonalidade parece ser negativa, enquanto na 3ª, 4ª e 6ª feiras sua influência é positiva. Estes mesmos efeitos apareceram no estudo feito anteriormente para a dissertação. No entanto, neste caso, os dias de 5ª e 6ª feira apresentam os valores mais expressivos, de magnitude parecida, mas com sinais opostos, indicando um possível movimento de compensação antes e depois do final de semana. Anteriormente, na análise apresentada em 2004, o efeito sazonal encontrado para 2ª feira era mais expressivo que o de 5ª feira. Este resultado parecido, mas com algumas diferenças, pode indicar que o tamanho da amostra pode ser fundamental para uma avaliação adequada deste fenômeno.

5.2 Testes de significância dos Fatores sazonais

Os resultados apresentados na seção anterior, a princípio, parecem indicar que o efeito sazonal está presente. Mas será que esta presença é estatisticamente significativa? Ou será que os valores apurados podem ser considerados nulos? É para responder a estas perguntas que submetemos os resultados apurados a quatro testes estatísticos.

O primeiro teste consiste em verificar se os fatores sazonais, para cada dia da semana, são estatisticamente não nulos, ou seja, trata-se de fazer um teste de média com as seguintes hipóteses nula e alternativa:

$$H_0: \mu = 0$$

$$H_1: \mu \neq 0$$

Neste caso, não rejeitar a hipótese nula significa dizer que os valores encontrados para as médias de cada dia da semana referem-se a efeitos aleatórios gerados a partir dos dados coletados. Caso contrário, ou seja, se houver indícios para rejeitar a hipótese nula, isto representará um forte indicador de que a sazonalidade é relevante, sem que isso implique em afirmar que sua presença pode afetar os resultados das estratégias aplicadas antes de se retirar o efeito sazonal, o que será apurado mais tarde.

TABELA 5.3: Estatísticas de Teste

$$t_{\text{CALC}} = (X - \mu) / s * (n)^{0,5}$$

DIA	t_{CALC}	p-valor
2ª FEIRA	-9,8289	0,0000
3ª FEIRA	3,3408	0,0086
4ª FEIRA	0,2336	0,8205
5ª FEIRA	-5,0487	0,0007
6ª FEIRA	6,6304	0,0001

Comparando-se a estatística t calculada com a estatística t tabelada pode-se concluir que apenas o valor apurado para 4ª feira é estatisticamente nulo. É claro que isto não significa que 4ª não esteja sob influência de sazonalidade, mas que o $\ln(\text{RD})$ de 4ª está mais próximo do $\ln(\text{RD})$ médio, sendo os demais dias da semana afastados desta média global por uma distância semelhante aos valores apurados para os demais fatores sazonais, o que confirma a análise anteriormente feita.

Para ratificar os resultados encontrados com a aplicação do primeiro teste, pode-se fazer um teste de significância global das médias, ou seja, é possível aplicar um teste F com o intuito de verificar os fatores sazonais são estatisticamente diferentes entre si. Isto equivale a trabalhar com as seguintes hipóteses nula e alternativa:

$$H_0: \mu_i = \mu = 0$$

$$H_1: \exists \mu_i \neq \mu,$$

onde i e j representam cada um dos dias da semana e $i \neq j$

A Tabela 5.4, a seguir, mostra os valores apurados:

TABELA 5.4 - ANOVA REFERENTE AO TESTE 2 DE SAZONALIDADE

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,0002	4	0,000041	33,911	5E-13	2,5787
Dentro dos grupos	5E-05	45	0,000001			
Total	0,0002	49				

Mais uma vez confirmou-se a sensação inicial de que existe diferença entre os valores sazonais calculados a partir da amostra e que deve-se rejeitar a hipótese nula.

Prosseguindo com a idéia de entender como a sazonalidade se comporta no mercado acionário brasileiro, resta verificar como se comportam as variâncias dos fatores calculados pela metodologia de Holt-Winters. Assim, um terceiro teste deve tratar das seguintes hipóteses:

$$H_0: \sigma_i = \sigma_j$$

$$H_1: \sigma_i \neq \sigma_j$$

onde i representa a ação de maior variância e j representa a ação com menor variância para os fatores sazonais calculados.

Com os dados apurados, a ação com menor variância foi a VALE5 enquanto a de maior variância foi a USIM5. Para a razão variância máxima / variância mínima, foi encontrado o valor 8,95, valor mais do que o dobro do verificado com a amostra da dissertação de Amaral (2004), anteriormente citada. Neste caso, este valor é suficientemente grande (p -valor = 0,028) para rejeitar-se a hipótese nula e assumir heterogeneidade entre as variâncias.

Uma análise mais detalhada de todos os pares de ações revela, no entanto, que esta heterogeneidade só está presente em 2 dos 45 pares de ações. Isto significa que, apesar da rejeição da hipótese nula, na média, parece que a maioria das ações apresenta um comportamento homocedástico em se tratando da variância dos fatores sazonais ao longo dos dias da semana para cada ação. Assim, na maioria dos casos, não parece razoável esperar comportamentos diferentes para as oscilações de fatores sazonais de cada ação, em torno da média apurada para cada dia da semana, mas é possível que, para algumas empresas, seja necessário trabalhar com os seus próprios fatores sazonais e não os seus valores médios.

TABELA 5.5 - P-valor do Teste de Diferença de Variância para Ações

	PETR4	VALE5	BBDC4	TNLP4	USIM5	ITAU4	CSNA3	GGBR4	VALE3	BRKM5
PETR4										
VALE5	0,219									
BBDC4	0,456	0,252								
TNLP4	0,442	0,180	0,399							
USIM5	0,109	0,028	0,091	0,136						
ITAU4	0,433	0,270	0,477	0,377	0,083					
CSNA3	0,347	0,348	0,388	0,296	0,057	0,411				
GGBR4	0,261	0,085	0,227	0,309	0,267	0,211	0,154			
VALE3	0,495	0,215	0,451	0,448	0,111	0,428	0,342	0,265		
BRKM5	0,295	0,404	0,334	0,248	0,044	0,355	0,442	0,124	0,291	

Finalmente, pode-se testar se existe evidência de um comportamento homogêneo das variâncias dos fatores sazonais médios apurados para cada dia da semana. Assim, fez-se o uso das seguintes hipóteses:

$$H_0: \sigma_i = \sigma_j$$

$$H_1: \sigma_i \neq \sigma_j$$

onde i representa o dia da semana com maior variância (5ª feira) e j o dia da semana com menor variância apurada (2ª feira)

Neste caso, rejeitar a hipótese nula significa acreditar que pode haver um dia da semana com menor risco para definição dos fatores sazonais entre as ações e, para o investidor avesso a riscos, menor risco pode representar um dia mais favorável para investimentos.

É interessante observar que se está testando a diferença de variância (dos valores para os fatores sazonais) entre os dois dias que apresentaram valores negativos de sazonalidade. A razão entre as variâncias foi de 7,352, o que também indica rejeição da hipótese nula (p-valor = 0,0033, conforme teste F), indicando heterogeneidade entre as variâncias para cada dia da semana. Como o resultado implica em rejeição da hipótese nula, vale a pena verificar a estatística de teste para cada par de dias. Este resultado é apresentado na Tabela 5.6 a seguir:

TABELA 5.6 - Teste de Diferença de Variância para dias

1º dia	2º dia	p-valor
2a feira	3a feira	0,0087
2a feira	4a feira	0,1374
2a feira	5a feira	0,0033
2a feira	6a feira	0,0102
3a feira	4a feira	0,0839
3a feira	5a feira	0,3442
3a feira	6a feira	0,4712
4a feira	5a feira	0,0397
4a feira	6a feira	0,0950
5a feira	6a feira	0,3182

O que se nota ao observar a tabela é que, para $\alpha = 5\%$ parece haver heterogeneidade de variâncias em 4 dos 10 pares avaliados. Se aumentarmos α para 10%, a heterogeneidade aparece em 6 dos 10 pares avaliados. Assim, é impossível afirmar se existe preponderância de pares de dias com homogeneidade ou com heterogeneidade de variância; mas é possível acreditar que exista um dia mais arriscado, ou com maior variância em torno da carga sazonal média, e este dia é 2ª feira, um parâmetro que poderá ser considerado ao se estudar aprimoramento das estratégias (por exemplo, pode-se colocar como premissa que nenhuma operação será iniciada ou finalizada em uma 2ª feira).

De modo geral pode-se afirmar que os fatores sazonais são significativos, diferentes uns dos outros. As 2^{as} feiras não só apresentam comportamento abaixo da média esperada, como também parecem ser mais arriscadas para se operar com ações. Vale a pena destacar que tanto para a 2ª feira quanto para a 5ª e 6ª feiras não há mudança no sinal dos fatores sazonais apurados em todo o conjunto das 10 ações, ratificando o comportamento sazonal negativo nas 2^{as} e 5^{as} feiras e o comportamento sazonal positivo nas 6^{as} feiras.

A análise dos fatores sazonais e de sua variância pode ser complementada por uma análise do volume de negócios médio para os diversos dias da semana:

Tabela 5.7: Volume de Negócios Médio por dia da Semana (Ibovespa)

Dia da Semana	Volume de Negócios (R\$ Milhões)	% total
2ª feira	447,09	17,2%
3ª feira	520,71	20,0%
4ª feira	582,16	22,4%
5ª feira	546,18	21,0%
6ª feira	501,37	19,3%
Total	2.597,51	

O que se pode perceber é que 2ª feira, além de possuir a maior variância quando se olha para o logaritmo dos retornos, também responde pelo menor

volume de operações médio e, portanto, deve-se optar, preferencialmente, pela realização de negócios nos demais dias da semana.

Adicionalmente, pelo que se pôde apurar após a realização dos testes descritos nesta seção, também é de se esperar que a sazonalidade entre os dias da semana, claramente presente na amostra em estudo, possa contribuir de alguma forma para a formação do retorno das ações. No entanto, é prematuro acreditar que este efeito possa vir a afetar o desempenho das estratégias em estudo, uma vez que se está trabalhando com estratégias montadas a partir de limites de compra e venda formados a partir de intervalos de pequena amplitude. Mas, para se ter certeza dos resultados que este efeito pode trazer, é preciso avaliar o comportamento das estratégias montadas a partir de uma série dessazonalizada dos dados.