

4 Resultados

Os primeiros testes realizados neste trabalho foram os testes de normalidade, Jarque-Bera, e os de estacionariedade, ADF.

No teste de Jarque-Bera, nenhuma das séries apresentou indícios de normalidade – Tabela 1. Esse fato vai de encontro a uma das premissas de um dos modelos mais populares de finanças, o CAPM (Capital Asset Pricing Model), que é a premissa de que os retornos dos ativos seguem uma distribuição normal. A premissa de normalidade do modelo CAPM é encontrada, por exemplo, em Gordon e Sharpe (1989), onde eles afirmam ser razoável esperar que os retornos tenham distribuição normal, uma vez que os investidores possuem expectativas homogêneas, significando que possuem a mesma percepção em relação a retornos esperados, desvios-padrão e covariância, entre as oportunidades de investimento disponíveis.

Porém, de acordo com os resultados encontrados aqui, a observação de não normalidade é bastante comum na prática, podendo ser explicada por diversas razões. Elton e Gruber (1987) defendem que as curvas dos retornos dos ativos são assimétricas para a direita, pois os investidores preferem, logicamente, grandes probabilidades de retornos mais elevados, sendo esta posição testada, com sucesso, empiricamente. Segundo Fama (1965), a distribuição de probabilidade de retorno de uma ação não será normal, uma vez que a possibilidade de perda está limitada a 100% e os ganhos são ilimitados. E, por fim, em função das distribuições dos retornos diários das ações apresentarem caudas densas, ou seja, com muitos resultados extremos. Essa característica de caudas densas foi verificada no mercado brasileiro de ações, BOVESPA, no trabalho de Lucena, Andres e Ness (2003).

		JB	p-valor
1	Petrobras PN (PETR4)	25.330,22	0,000
2	Vale Rio Doce PNA (VALE5)	100.143,20	0,000
3	Bradesco PN (BBDC4)	55.638,43	0,000
4	Caemi PN (CMET4)	26.625,85	0,000
5	Usiminas PNA (USIM5)	13.616,95	0,000
6	Braskem PNA (BRKM5)	130.237,90	0,000
7	Bco Itau Hold Finan PN (ITAU4)	55.039,63	0,000
8	Sid Nacional ON (CSNA3)	22.128,50	0,000
9	Gerdau PN (GGBR4)	13.485,85	0,000
10	Arcelor BR ON (ARCE3)	10.245,20	0,000
11	Cemig PN (CMIG4)	19.803,44	0,000
12	Petrobras ON (PETR3)	29.534,14	0,000
13	Eletrobras PNB (ELET6)	16.837,53	0,000
14	Vale Rio Doce ON (VALE3)	33.113,85	0,000
15	Brasil Telecom PN (BRTO4)	16.496,07	0,000
16	Ambev PN (AMBV4)	68.576,42	0,000
17	Itausa PN (ITSA4)	67.328,89	0,000
18	Sadia SA PN (SDIA4)	57.529,27	0,000
19	Eletrobras ON (ELET3)	11.507,31	0,000
20	Embraer PN (EMBR4)	234.542,20	0,000
21	Embraer ON (EMBR3)	11.273.828,00	0,000
22	Brasil ON (BBAS3)	16.988,29	0,000
23	Gerdau Met PN (GOAU4)	32.526,64	0,000
24	Perdigao PN (PRGA4)	43.376,63	0,000
25	Celesc PNB (CLSC6)	13.906,75	0,000
26	Votorantim C P PN (VCPA4)	38.269,63	0,000
27	Aracruz PNB (ARCZ6)	276.411,80	0,000
28	Loj Americanas PN (LAME4)	57.011,14	0,000
29	Acesita PN (ACES4)	15.700,76	0,000
30	Cesp PN (CESP4)	8.776,09	0,000
31	Ipiranga Pet PN (PTIP4)	18.288,67	0,000
32	Klabin PN (KLBN4)	13.697,55	0,000
33	Light ON (LIGH3)	10.623,68	0,000
34	Unipar PNB (UNIP6)	18.439,62	0,000
35	Telesp Operac PN (TLPP4)	87.443,17	0,000
36	Souza Cruz ON (CRUZ3)	84.916,35	0,000
37	Confab PN (CNFB4)	84.916,35	0,000
38	Bradesco ON (BBDC3)	49.510,46	0,000
39	Ambev ON (AMBV3)	40.527,40	0,000
40	Duratex PN (DURA4)	82.504,23	0,000
41	Randon Part PN (RAPT4)	14.105,04	0,000
42	Cemig ON (CMIG3)	12.537,73	0,000
43	Paranapanema PN (PMAM4)	9.625,53	0,000
44	Suzano Papel PNA (SUZB5)	27.785,26	0,000
45	Fosfertil PN (FFTL4)	36.655,33	0,000
46	Cesp ON (CESP3)	10.157,95	0,000
47	Telesp Operac ON (TLPP3)	29.966,55	0,000
48	Ripasa PN (RPSA4)	22.696,27	0,000
49	Acesita ON (ACES3)	10.026,88	0,000
50	Magnesita PNA (MAGS5)	24.175,27	0,000
51	Ibovespa (IBOV)	94.555,71	0,000

Tabela 1: Resultados do teste de normalidade

O p-valor corresponde à probabilidade da série apresentar um comportamento normal.

A aplicação da metodologia Box&Jenkins será feita, mesmo já se tendo identificado que as séries não se comportam como uma normal. O único inconveniente de se fazer essa concessão é de que os resultados encontrados, ou seja, os modelos de regressão calculados, possam não ser de boa qualidade, evidenciando que outros modelos, que não possuem a prerrogativa de normalidade, poderiam ser mais eficazes. Entretanto, não se espera que a violação da normalidade prejudique muito os resultados, pois o impacto da violação desse pressuposto é mais intenso em modelos que levam em consideração a relação risco e retorno, o que não acontece na metodologia Box&Jenkins. Além disso, como um dos objetivos do trabalho é testar, fundamentalmente, a performance do modelo Box&Jenkins, não seria razoável, simplesmente, interromper o estudo em função da não normalidade, tendo em conta que algumas conclusões podem ser obtidas, apesar daquela restrição.

No teste ADF, todas as séries analisadas não apresentaram a existência de uma raiz unitária, ou seja, todas as amostras podem ser consideradas como estacionárias. Os resultados dos testes de estacionariedade podem ser conferidos na Tabela 2. De acordo com Makridakis e Wheelwright (1978), estacionariedade significa que não existe um crescimento ou declínio da amostra ao longo do tempo, ou seja, os valores flutuam ao longo de uma média constante, independentemente do tempo. Aceita esta conceituação, os retornos de alguns papéis não seguem um caminho aleatório, contrariando, dessa maneira, a teoria das finanças moderna. A estacionariedade, também, é um indicativo de que os retornos dos papéis tendem a retornar a um ponto médio, pois a definição de estacionariedade é, assim como o conceito de retorno à média, a oscilação em torno de um ponto central.

A Tabela 3, a seguir, apresenta os coeficientes de auto-correlação, estatisticamente diferentes de zero, para as 5 primeiras defasagens, e o p-valor do teste Ljung-Box, para a defasagem 5, das empresas que apresentaram dependência entre os retornos presentes e futuros das ações e seus retornos passados. Lembrando que, para todos os dados, foi considerado um intervalo de confiança de 95%.

		ADF Estatística t	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 1%	p-valor
1	Petrobras PN (PETR4)	-33,64	-2,86	-3,43	0,0000
2	Vale Rio Doce PNA (VALE5)	-29,62	-2,86	-3,43	0,0000
3	Bradesco PN (BBDC4)	-32,34	-2,86	-3,43	0,0000
4	Caemi PN (CMET4)	-49,21	-2,86	-3,43	0,0001
5	Usiminas PNA (USIM5)	-27,45	-2,86	-3,43	0,0000
6	Braskem PNA (BRKM5)	-49,02	-2,86	-3,43	0,0001
7	Bco Itau Hold Finan PN (ITAU4)	-27,51	-2,86	-3,43	0,0000
8	Sid Nacional ON (CSNA3)	-49,19	-2,86	-3,43	0,0001
9	Gerdau PN (GGBR4)	-47,93	-2,86	-3,43	0,0001
10	Arcelor BR ON (ARCE3)	-36,65	-2,86	-3,43	0,0000
11	Cemig PN (CMIG4)	-22,97	-2,86	-3,43	0,0000
12	Petrobras ON (PETR3)	-52,04	-2,86	-3,43	0,0001
13	Eletrobras PNB (ELET6)	-28,68	-2,86	-3,43	0,0000
14	Vale Rio Doce ON (VALE3)	-52,73	-2,86	-3,43	0,0001
15	Brasil Telecom PN (BRTO4)	-48,52	-2,86	-3,43	0,0001
16	Ambev PN (AMBV4)	-30,28	-2,86	-3,43	0,0000
17	Itausa PN (ITSA4)	-53,71	-2,86	-3,43	0,0001
18	Sadia SA PN (SDIA4)	-48,95	-2,86	-3,43	0,0001
19	Eletrobras ON (ELET3)	-28,61	-2,86	-3,43	0,0000
20	Embraer PN (EMBR4)	-52,11	-2,86	-3,43	0,0001
21	Embraer ON (EMBR3)	-20,73	-2,86	-3,43	0,0000
22	Brasil ON (BBAS3)	-41,38	-2,86	-3,43	0,0000
23	Gerdau Met PN (GOAU4)	-54,86	-2,86	-3,43	0,0001
24	Perdigao PN (PRGA4)	-28,99	-2,86	-3,43	0,0000
25	Celesc PNB (CLSC6)	-52,23	-2,86	-3,43	0,0001
26	Votorantim C P PN (VCPA4)	-51,74	-2,86	-3,43	0,0001
27	Aracruz PNB (ARCZ6)	-54,98	-2,86	-3,43	0,0001
28	Loj Americanas PN (LAME4)	-51,00	-2,86	-3,43	0,0001
29	Acesita PN (ACES4)	-51,21	-2,86	-3,43	0,0001
30	Cesp PN (CESP4)	-50,09	-2,86	-3,43	0,0001
31	Ipiranga Pet PN (PTIP4)	-54,42	-2,86	-3,43	0,0001
32	Klabin PN (KLBN4)	-54,55	-2,86	-3,43	0,0001
33	Light ON (LIGH3)	-52,34	-2,86	-3,43	0,0001
34	Unipar PNB (UNIP6)	-54,47	-2,86	-3,43	0,0001
35	Telesp Operac PN (TLPP4)	-27,28	-2,86	-3,43	0,0000
36	Souza Cruz ON (CRUZ3)	-53,16	-2,86	-3,43	0,0001
37	Confab PN (CNFB4)	-53,16	-2,86	-3,43	0,0001
38	Bradesco ON (BBDC3)	-25,13	-2,86	-3,43	0,0000
39	Ambev ON (AMBV3)	-37,86	-2,86	-3,43	0,0000
40	Duratex PN (DURA4)	-50,28	-2,86	-3,43	0,0001
41	Randon Part PN (RAPT4)	-56,54	-2,86	-3,43	0,0001
42	Cemig ON (CMIG3)	-28,28	-2,86	-3,43	0,0000
43	Paranapanema PN (PMAM4)	-54,75	-2,86	-3,43	0,0001
44	Suzano Papel PNA (SUZB5)	-50,40	-2,86	-3,43	0,0001
45	Fosfertil PN (FFTL4)	-53,65	-2,86	-3,43	0,0001
46	Cesp ON (CESP3)	-51,66	-2,86	-3,43	0,0001
47	Telesp Operac ON (TLPP3)	-30,10	-2,86	-3,43	0,0000
48	Ripasa PN (RPSA4)	-52,19	-2,86	-3,43	0,0001
49	Acesita ON (ACES3)	-35,17	-2,86	-3,43	0,0000
50	Magnesita PNA (MAGS5)	-41,54	-2,86	-3,43	0,0000
51	Ibovespa (IBOV)	-26,47	-2,86	-3,43	0,0000

Tabela 2: Resultados do teste de estacionariedade
O p-valor corresponde à probabilidade da série não ser estacionária.

		Coeficientes de Autocorrelação					Ljung-Box p-valor
		1	2	3	4	5	
1	Petrobras PN (PETR4)	0,081	-	-0,081	-	-	0,000
2	Vale Rio Doce PNA (VALE5)	-	-	-	-0,062	-	0,000
3	Bradesco PN (BBDC4)	0,112	-	-	-	-	0,000
4	Usiminas PNA (USIM5)	0,092	-	-0,058	-	-0,065	0,000
5	Braskem PNA (BRKM5)	0,099	-	-	-	-	0,000
6	Bco Itau Hold Finan PN (ITAU4)	0,097	-	-0,059	-	-0,065	0,000
7	Sid Nacional ON (CSNA3)	0,098	-	-	-	-	0,000
8	Gerdau PN (GGBR4)	0,112	-	-	-0,074	-	0,000
9	Arcelor BR ON (ARCE3)	-	-0,063	-	-	-	0,009
10	Cemig PN (CMIG4)	0,106	-	-0,058	-0,072	-0,06	0,000
11	Eletrobras PNB (ELET6)	0,078	-	-0,074	-0,068	-0,098	0,000
12	Vale Rio Doce ON (VALE3)	-	-	-	-0,074	-	0,002
13	Brasil Telecom PN (BRTO4)	0,108	-	-	-	-	0,000
14	Ambev PN (AMBV4)	-	-	-0,094	-	-	0,000
15	Sadia SA PN (SDIA4)	0,103	-	-	-	-	0,000
16	Eletrobras ON (ELET3)	0,108	-	-0,06	-0,094	-0,099	0,000
17	Embraer ON (EMBR3)	-0,43	-0,105	0,009	0,044	-	0,000
18	Brasil ON (BBAS3)	-	-0,072	-	-	-	0,001
19	Perdigao PN (PRGA4)	-	-	-	-0,081	-	0,000
20	Aracruz PNB (ARCZ6)	-	-	-	-0,064	-	0,002
21	Acesita PN (ACES4)	-	-	-	-	-0,058	0,001
22	Cesp PN (CESP4)	0,078	-	-	-	-	0,000
23	Telesp Operac PN (TLPP4)	-	-	-	-0,089	-0,076	0,000
24	Souza Cruz ON (CRUZ3)	-	-	-	-0,066	-	0,003
25	Bradesco ON (BBDC3)	0,124	-	-	-0,082	-	0,000
26	Ambev ON (AMBV3)	-	-0,079	-	-	-	0,000
27	Duratex PN (DURA4)	0,074	-	-	-	-	0,001
28	Randon Part PN (RAPT4)	-0,059	-	-	-	-	0,019
29	Cemig ON (CMIG3)	-	-	-	-0,07	-	0,000
30	Telesp Operac ON (TLPP3)	-	-	-	-0,07	-	0,000
31	Magnesita PNA (MAGS5)	-0,134	-0,046	-	-	-	0,000
32	Ibovespa (IBOV)	-	-	-	-0,06	-0,06	0,000

Tabela 3: Coeficientes de auto-correlação e estatística Ljung-Box

Só estão representados os coeficientes de auto-correlação estatisticamente diferentes de zero. O p-valor corresponde à probabilidade da série não apresentar auto-correlação até a defasagem 5.

Analisando a Tabela 3, verifica-se que, a partir dos coeficientes de auto-correlação e do teste de Ljung-Box, aproximadamente, 62% dos papéis analisados apresentaram auto-correlação, levando-se em conta as 5 primeiras defasagens. A maior incidência de auto-correlação está na defasagem 1, onde 36% das empresas analisadas apresentaram correlação com o retorno do dia anterior. A intensidade dessa correlação não é tão expressiva, 12% (média dos módulos dos coeficientes significativos), mas também não pode ser considerada desprezível. Em uma linguagem bastante simples, o significado dessas auto-correlações é que parte do retorno de um determinado dia dessas ações, depende do retorno desses papéis no dia anterior. A influência, nesse estudo, foi de, aproximadamente, 12%, sendo difícil, porém, definir o significado desse percentual de influência, ou seja, o que significa, exatamente, que um determinado fato influenciou em x% o retorno de uma ação. Outro aspecto que merece destaque é que a grande maioria dos coeficientes de auto-correlação, na primeira defasagem, é positiva. Isso quer dizer que a curva dos retornos diários segue a mesma tendência, ou seja, se o retorno passado foi positivo, o próximo retorno também será positivo, ou se o retorno passado foi negativo, o próximo retorno também será negativo. Entretanto, nas defasagens mais distantes, as auto-correlações significativas são, quase todas, negativas, porém com intensidades menores, em torno de 7%. Na defasagem 4, 30% das companhias analisadas apresentaram auto-correlações. Um número bastante expressivo, pois é quase igual à evidência de auto-correlação da defasagem 1. A diferença principal entre as duas defasagens é que a 1 é positiva e a 4 negativa. O coeficiente negativo indica uma inversão na curva dos retornos das ações, ou seja, se o retorno anterior for positivo, o próximo retorno, respeitando-se a defasagem, será negativo, e vice-versa. É importante ressaltar, porém, que em função das intensidades das auto-correlações e dos retornos diários serem extremamente baixos, esses resultados, na prática, não representam uma oportunidade para se ter benefícios financeiros no mercado de capitais, mas, entretanto, não devem ser ignorados.

Sendo assim, a partir dos resultados identificados no parágrafo anterior, duas inferências podem ser feitas, contrariando, novamente, alguns dos conceitos de finanças moderna. A primeira se refere à crítica com relação à teoria do caminho aleatório, uma vez que foi identificada, estatisticamente, a existência de dependência dos retornos futuros com os retornos passados. A segunda diz

respeito à questão do retorno a média, fato que já foi apontado, quando foi analisada a questão da estacionariedade. A existência de auto-correlação negativa nas defasagens mais distantes, principalmente na defasagem 4, também, representa uma evidência da teoria de retorno à média dos retornos das ações.

Outros autores também identificaram evidências de auto-correlação e retorno à média. Um dos primeiros estudos nesta área foi realizado por Fama (1965), no qual ele testou a correlação serial na alteração diária dos preços de 30 ações. Fama verificou auto-correlações positivas e estatisticamente significativas. French e Roll (1986) repetiram o teste de Fama, só que para um período mais longo, e também encontraram auto-correlações significativas. Fama e French (1988) indicaram a existência de retorno à média. Eles traçaram as regressões dos retornos futuros em função dos retornos passados e calcularam coeficientes de regressão negativos, indicando o retorno à média. Assim como Fama e French, Poterba e Summers (1988) também confirmaram a existência de retorno à média em seus estudos.

Conforme já mencionado, para cada empresa foram traçadas 6 equações de regressão (AR(1), MA(1), ARMA(1,1), ARIMA(1,1,0), ARIMA(0,1,1) e ARIMA(1,1,1)). Para cada regressão foram mapeados o AIC (Akaike Information Criteria) e o valores absolutos dos erros percentuais (MAPE). Vejam-se os resultados de cada empresa na Tabela 5.

Abaixo, na Tabela 4, seguem-se as médias dos AICs e dos MAPEs de cada modelo de regressão:

	Valores Médios	
	AIC	MAPE
AR(1)	-3.759	98
MA(1)	-3.754	97
ARMA(1,1)	-3.769	97
ARIMA (1,1,0)	-2.605	109
ARIMA(0,1,1)	-5.129	48
ARIMA(1,1,1)	-5.145	49

Tabela 4: Média dos AICs e dos MAPEs de cada modelo de regressão

		AR (1)		MA (1)		ARMA (1,1)		ARIMA (1,1,0)		ARIMA (0,1,1)		ARIMA (1,1,1)	
		AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %
1	Petrobras PN (PETR4)	-3,902	93	-3,901	94	-3,901	94	-4,841	127	-5,279	44	-5,286	43
2	Vale Rio Doce PNA (VALE5)	-4,028	108	-4,028	109	-4,037	94	-4,980	192	-5,410	45	-5,414	53
3	Bradesco PN (BBDC4)	-4,028	125	-4,028	125	-4,027	124	-4,950	166	-5,400	50	-5,413	63
4	Caemi PN (CMET4)	-3,805	86	-3,805	86	-3,804	86	-4,768	52	-5,187	42	-5,190	43
5	Usiminas PNA (USIM5)	-3,713	96	-3,712	96	-3,712	96	-4,654	77	-5,090	48	-5,101	49
6	Braskem PNA (BRKM5)	-3,866	98	-3,866	98	-3,866	96	-4,808	107	-5,240	56	-5,254	48
7	Bco Itau Hold Finan PN (ITAU4)	-4,113	101	-4,110	101	-4,112	101	-5,039	78	-5,487	44	-5,496	47
8	Sid Nacional ON (CSNA3)	-3,940	140	-3,939	149	-3,940	139	-4,881	376	-5,316	45	-5,326	70
9	Gerdau PN (GGBR4)	-3,948	212	-3,948	100	-3,947	212	-4,894	203	-5,324	76	-5,334	140
10	Arcelor BR ON (ARCE3)	-4,336	96	-4,336	96	-4,329	96	-5,353	80	-5,706	47	-5,695	47
11	Cemig PN (CMIG4)	-3,747	95	-3,748	96	-3,747	96	-4,665	86	-5,119	49	-5,131	48
12	Petrobras ON (PETR3)	-3,756	101	-3,754	101	-3,760	94	-4,715	61	-5,141	47	-5,148	51
13	Eletrobras PNB (ELET6)	-3,569	92	-3,567	91	-3,568	92	-4,522	93	-4,948	47	-4,954	46
14	Vale Rio Doce ON (VALE3)	-3,973	96	-3,973	96	-3,981	99	-4,961	404	-5,360	51	-5,361	48
15	Brasil Telecom PN (BRTO4)	-3,800	88	-3,801	87	-3,800	85	-4,722	65	-5,172	49	-5,184	42
16	Ambev PN (AMBV4)	-4,223	99	-4,220	99	-4,222	99	-5,181	87	-5,602	50	-5,605	48
17	Itausa PN (ITSA4)	-4,192	92	-4,192	92	-4,200	90	-5,159	138	-5,576	42	-5,579	43
18	Sadia SA PN (SDIA4)	-4,197	100	-4,196	99	-4,202	97	-5,143	72	-5,570	50	-5,588	51
19	Eletrobras ON (ELET3)	-3,585	102	-3,583	101	-3,584	102	-4,528	94	-4,957	46	-4,968	51
20	Embraer PN (EMBR4)	-2,945	100	-2,945	99	-2,947	98	-3,962	101	-4,329	49	-4,332	50
21	Embraer ON (EMBR3)	0,328	33	0,579	68	0,018	4	-0,802	11	-0,468	50	-1,065	16
22	Brasil ON (BBAS3)	-3,836	100	-3,835	100	-3,850	100	-4,776	86	-5,220	47	-5,220	47
23	Gerdau Met PN (GOAU4)	-3,950	92	-3,950	92	-3,949	91	-4,957	159	-5,334	46	-5,337	43
24	Perdigao PN (PRGA4)	-3,714	95	-3,711	95	-3,713	95	-4,675	55	-5,096	52	-5,095	53
25	Celeesc PNB (CLSC6)	-3,682	81	-3,682	81	-3,696	80	-4,651	53	-5,066	42	-5,070	41

Tabela 5: AICs e MAPEs de cada empresa analisada

		AR (1)		MA (1)		ARMA (1,1)		ARIMA (1,1,0)		ARIMA (0,1,1)		ARIMA (1,1,1)	
		AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %	AIC	MAPE %
26	Votorantim C P PN (VCPA4)	-4,021	92	-4,018	93	-4,029	100	-5,024	164	-5,406	52	-5,410	53
27	Aracruz PNB (ARCZ6)	-3,915	93	-3,914	93	-3,917	93	-4,912	68	-5,297	49	-5,298	48
28	Loj Americanas PN (LAME4)	-3,711	95	-3,711	95	-3,717	94	-4,681	66	-5,094	44	-5,098	46
29	Acesita PN (ACES4)	-3,673	102	-3,673	102	-3,676	104	103,650	95	-5,057	52	-5,064	52
30	Cesp PN (CESP4)	-3,425	107	-3,425	101	-3,424	109	-4,366	89	-4,803	46	-4,808	49
31	Ipiranga Pet PN (PTIP4)	-3,901	95	-3,899	95	-3,913	95	-4,901	98	-5,285	46	-5,295	46
32	Klabin PN (KLBN4)	-3,803	91	-3,804	91	-3,805	93	-4,789	86	-5,189	52	-5,189	52
33	Light ON (LIGH3)	-3,590	101	-3,588	101	-3,590	101	-4,579	86	-4,972	50	-4,975	51
34	Unipar PNB (UNIP6)	-3,864	81	-3,863	81	-3,874	80	-4,879	55	-5,249	37	-5,249	37
35	Telesp Operac PN (TLPP4)	-3,759	91	-3,759	91	-3,768	98	-4,743	122	-5,145	54	-5,146	53
36	Souza Cruz ON (CRUZ3)	-4,198	96	-4,197	96	-4,204	100	-5,152	218	-5,582	54	-5,582	51
37	Confab PN (CNFB4)	-3,801	97	-3,798	97	-3,803	98	-4,768	90	-5,181	43	-5,184	43
38	Bradesco ON (BBDC3)	-4,107	109	-4,108	112	-4,107	113	-5,034	126	-5,479	48	-5,493	56
39	Ambev ON (AMBV3)	-4,103	100	-4,097	100	-4,119	97	-5,034	61	-5,489	49	-5,488	50
40	Duratex PN (DURA4)	-4,216	89	-4,216	89	-4,216	89	-5,189	56	-5,594	45	-5,599	45
41	Randon Part PN (RAPT4)	-3,564	79	-3,558	80	-3,570	88	-4,548	107	-4,946	39	-4,951	38
42	Cemig ON (CMIG3)	-3,636	101	-3,635	101	-3,655	104	-4,608	105	-5,020	49	-5,024	49
43	Paranapanema PN (PMAM4)	-3,232	96	-3,233	96	-3,236	100	-4,223	80	-4,614	48	-4,617	46
44	Suzano Papel PNA (SUZB5)	-3,944	97	-3,943	97	-3,948	94	-4,927	102	-5,327	50	-5,327	46
45	Fosfertil PN (FFTL4)	-4,079	95	-4,080	95	-4,079	95	-5,051	103	-5,463	45	-5,463	45
46	Cesp ON (CESP3)	-3,499	97	-3,499	97	-3,504	95	-4,462	97	-4,883	49	-4,885	49
47	Telesp Operac ON (TLPP3)	-3,830	88	-3,830	88	-3,832	84	-4,761	70	-5,213	45	-5,214	46
48	Ripasa PN (RPSA4)	-3,604	87	-3,604	87	-3,608	86	-4,565	87	-4,988	42	-4,987	43
49	Acesita ON (ACES3)	-3,697	85	-3,698	86	-3,701	86	-4,729	105	-5,083	51	-5,082	49
50	Magnesita PNA (MAGS5)	-3,816	101	-3,851	120	-3,836	87	-4,845	64	-5,260	60	-5,231	47
51	Ibovespa (IBOV)	-4,204	113	-4,203	113	-4,214	118	-5,165	165	-5,587	51	-5,588	52

Tabela 5: AICs e MAPEs de cada empresa analisada (continuação)

Percebe-se que existe uma diferença significativa entre os diferentes modelos. O ARIMA(0,1,1) e o ARIMA(1,1,1) têm uma capacidade de previsão muito mais apurada que as demais equações, evidenciada pelos erros de previsão, que caíram, aproximadamente, a metade dos outros modelos. A superioridade dos modelos ARIMA (0,1,1) e ARIMA (1,1,1) está totalmente de acordo a teoria de Box&Jenkins no que diz respeito à seleção e à identificação dos modelos, ou seja, a análise dos AICs e dos correlogramas.

O melhor modelo a ser selecionado através dos índices AICs, segundo Box&Jenkins (1994), é aquele que apresentar o menor valor de AIC. Sendo assim, basta analisar os resultados da Tabela 4, para verificar que os menores valores dos índices AICs, calculados para todos os papéis, foram encontrados, exatamente, nos modelos ARIMA(0,1,1) e ARIMA(1,1,1). Dessa maneira, conclui-se que o AIC (Akaike Information Criteria) se apresentou como uma metodologia eficaz para a seleção do melhor modelo de previsão.

A identificação dos modelos através da análise dos correlogramas, também, se mostrou eficaz, pois todos os papéis, com exceção de, apenas, 1, apontaram para o modelo ARIMA (0,1,1), por ser aquele que apresentou o menor erro de previsão. A comprovação da eficácia da identificação do modelo através da análise dos correlogramas não é tão imediata, pois é necessário traçar os diversos correlogramas de cada uma das ações, sendo um processo extremamente extenso e repetitivo. Sendo assim, a comprovação será feita através da apresentação de um caso, que pode ser estendido para as demais empresas. O caso escolhido, ou seja, os correlogramas que serão apresentados são o da Embraer ON (EMBR3). Na Figura 10 consta o correlograma da série dos retornos. Percebe-se que a FAC e a FACP não apresentam nenhum dos comportamentos exemplificados na seção 3.4.1.

A FACP apresenta, aparentemente, um comportamento de decaimento exponencial, mas a função auto-correlação não apresenta um corte brusco ou um decaimento exponencial, comportamentos necessários para a identificação, conforme sugerido na Figura 3 (seção 3.4.1).

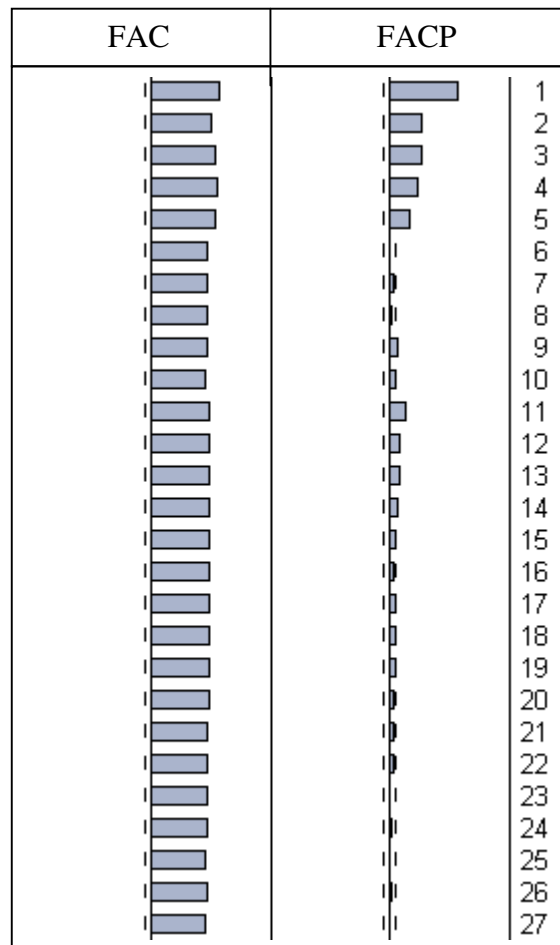


Figura 10: Correlograma da série de retornos da Embraer ON (EMBR3)

De acordo com a metodologia, deve-se diferenciar a série até que o correlograma apresente um comportamento que permita a identificação da regressão. Neste estudo, foi necessário diferenciar apenas 1 vez as séries. Na Figura 11 encontra-se o correlograma da série diferenciada uma vez, sendo, facilmente, percebido o comportamento de um $ARIMA(0,1,1)$, pois a função auto-correlação parcial decai exponencialmente, enquanto a função auto-correlação decai bruscamente após a defasagem 1.

Apesar da eficácia das metodologias de identificação, é importante chamar a atenção para um fato. Pela metodologia de análise dos correlogramas, 98% das regressões deveriam seguir o modelo $ARIMA(0,1,1)$. Já pela metodologia dos AICs, 88% das regressões deveriam seguir o modelo $ARIMA(1,1,1)$. Percebe-se, então, um certo conflito entre os métodos. O método de análise dos correlogramas mostrou ser, pelo menos neste estudo, superior ao método dos AICs, pois o erro médio, com a análise das auto-correlações, foi menor. É importante, porém,

ressaltar que a diferença é bastante pequena, um pouco maior do que 1%. Dessa maneira, considera-se que as duas metodologias são igualmente eficazes.

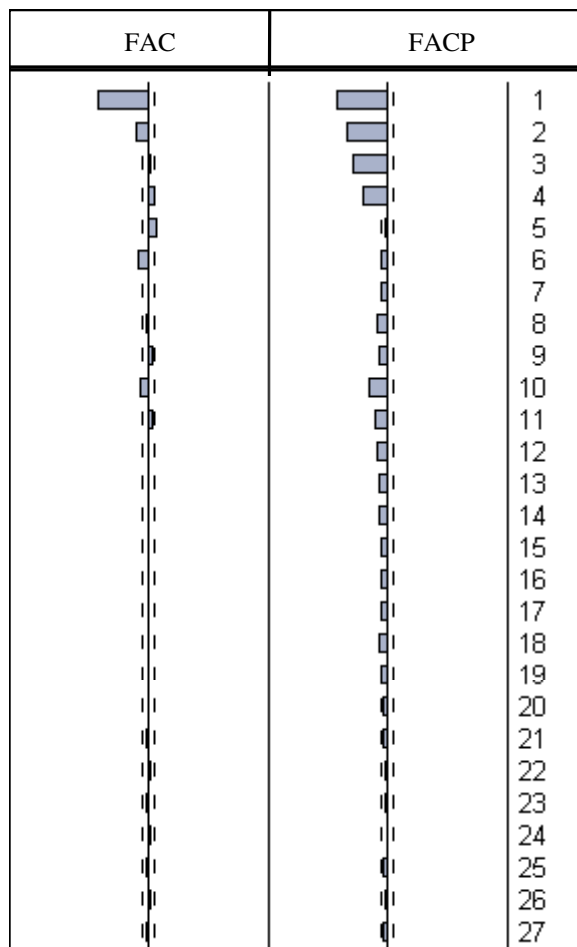


Figura 11: Correlograma da série de retornos da Embraer ON (EMBR3) diferenciada 1 vez

Na fase de validação, foi verificado que quase todas as regressões realizadas, mesmo as mais precisas, apresentaram correlação serial dos ruídos, sendo, algumas, em defasagens elevadas, acima de 20. Como não há consenso com relação até que defasagem se deva analisar para classificar a regressão como inadequada, Tsay (2002), por exemplo, sugere que para o tamanho das séries deste estudo deva-se observar até a defasagem 8, não se pode dizer, com certeza, se esses modelos definidos devam ser desconsiderados ou não. Mas, é importante lembrar que este pode ser sim um indicativo de que as regressões possam ser melhoradas.

O modelo de Box&Jenkins mostrou-se bastante útil para verificar a existência de correlação serial e de selecionar, de maneira simples e rápida, um modelo de regressão baseado em retornos e erros passados. As regressões, porém, apresentaram uma performance apenas razoável, pois os erros estão um pouco elevados, em torno de 48%, para as regressões feitas com o modelo ARIMA (0,1,1), e 49%, para as regressões feitas com o modelo ARIMA (1,1,1). Isso demonstra que apesar de parte dos retornos futuros serem dependentes do passado, os erros e retornos passados, tão somente, não são capazes de prever retornos futuros. Sendo necessário, então, adicionar outras variáveis e componentes aos modelos ARIMA, para que se tenha uma performance mais satisfatória.