

3

Agregação Dinâmica de Modelos de Turbinas e Reguladores de Velocidade: Resultados

3.1

Introdução

O presente capítulo mostra os resultados obtidos da aplicação do método de agregação dinâmica de turbinas e reguladores de velocidade de unidades geradoras coerentes.

Os grupos de geradores coerentes são identificados pelo método baseado no desvio médio da velocidade angular dos geradores [3,22] no sistema teste New England mostrado na figura 3.1, considerando diferentes valores para o índice q de qualidade da coerência. O número de geradores em cada grupo coerente aumenta à medida que se reduz o valor do índice q .

Os parâmetros dos modelos de turbinas e reguladores de velocidade de cada unidade geradora, as estimativas iniciais e os parâmetros do modelo equivalente de turbina e regulador de velocidade de cada grupo coerente serão apresentados em tabelas. Também serão apresentados os diagramas de Bode (módulo e fase) para a avaliação dos ajustes das funções de transferência equivalentes às funções de transferência agregadas.

O objetivo dos testes é investigar a escolha do modelo equivalente, dada uma certa composição de modelos de turbinas e reguladores de velocidade num grupo coerente.

Os modelos lineares de turbinas e reguladores de velocidade do ANATEM [17] foram implementados no programa de cálculo de Equivalentes Dinâmicos por Coerência [16].

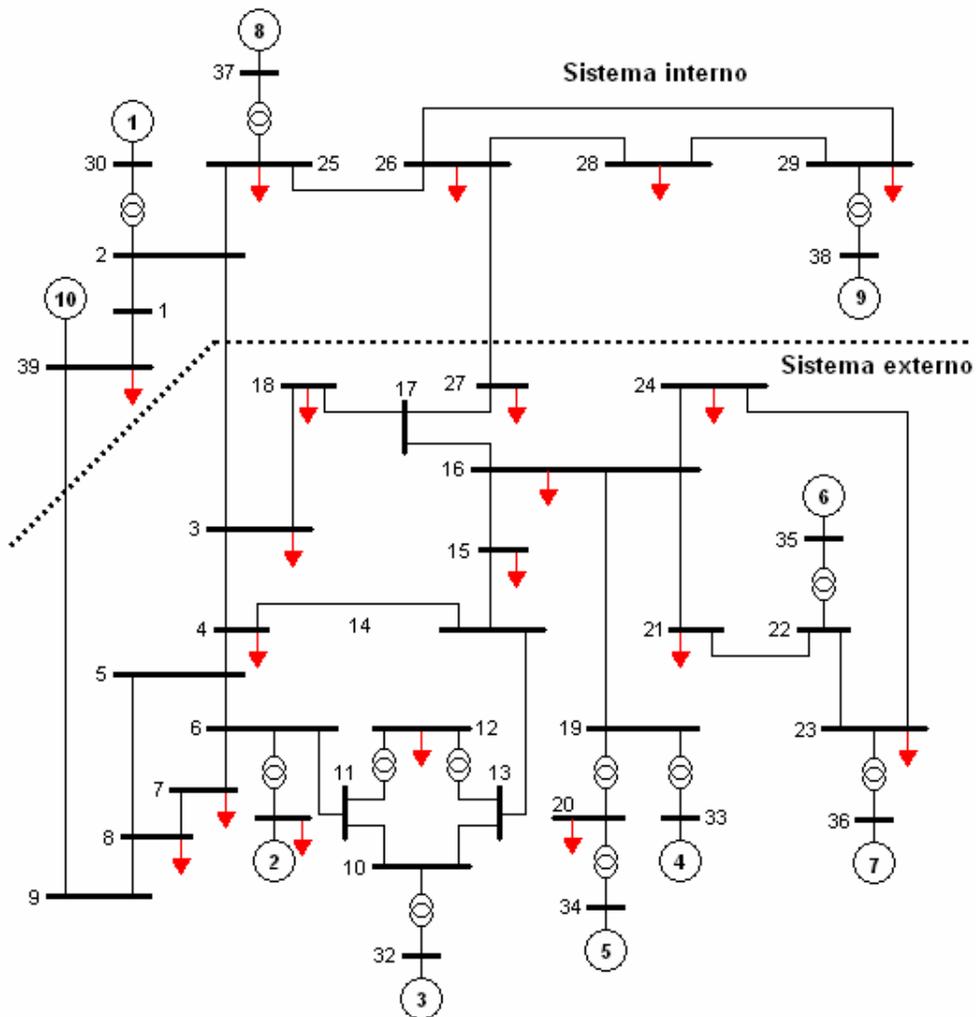


Figura 3.1 –Diagrama unifilar do Sistema New England.

3.2

Análise do desempenho do método de agregação dinâmica

A seguir serão apresentados os resultados da agregação dinâmica das turbinas e reguladores de velocidade das unidades geradoras coerentes.

O ganho do regulador de velocidade equivalente é calculado como o somatório dos ganhos dos modelos individuais. As estimativas iniciais para o estatismo transitório e para os ganhos da turbina são calculadas através da média aritmética dos valores individuais. As estimativas iniciais para as constantes tempo

são obtidas invertendo a média aritmética dos inversos das constantes de tempo individuais. Este último procedimento equivale à determinação da média das frequências de corte correspondentes nos diagramas de Bode. Os limites de torque do modelo equivalente são calculados como a soma dos limites individuais, e as máximas velocidades de abertura e fechamento da válvula do modelo equivalente são calculadas como a média dos valores individuais [13].

Os testes 1 a 8, foram simulados para um curto-circuito trifásico aplicado na barra de carga 29 do sistema interno, com um tempo de duração de 67 ms, considerando diferentes índices de qualidade da coerência compreendidos na faixa de 50% e 90%. Em grupos coerentes com modelos idênticos de turbinas e reguladores de velocidade, a função de transferência equivalente ajusta-se bem à função de transferência agregada.

Teste 1: Para um índice de qualidade da coerência q de 90%, formam-se os grupos coerentes (6,7) e (2,3). A tabela 3.1 apresenta os parâmetros das unidades individuais, as estimativas iniciais e os valores dos parâmetros do modelo equivalente para cada grupo coerente, considerando o modelo 02 de turbina e regulador de velocidade. Os diagramas de Bode (módulo e fase) para os grupos coerentes são apresentados nas figuras 3.2 e 3.3.

Teste 2: Sejam os grupos coerentes (6,7) e (2,3) formados para $q=90\%$, A tabela 3.2 apresenta os parâmetros das unidades individuais, as estimativas iniciais e os valores dos parâmetros do modelo equivalente para cada grupo coerente, considerando o modelo 03 de turbina e regulador de velocidade. As figuras 3.4 e 3.5 apresentam os diagramas de Bode (módulo e fase) correspondentes.

Teste 3: Sejam os grupos coerentes (6,7) e (2,3) formados para $q=90\%$. Os parâmetros das unidades individuais, as estimativas iniciais e os valores dos parâmetros do modelo equivalente para cada grupo coerente são apresentados na tabela 3.3, considerando o modelo 03a de turbina e regulador de velocidade. As figuras 3.6 e 3.7 mostram os diagramas de Bode (módulo e fase) para ambos os grupos formados.

Teste 4: Os grupos coerentes (6,7) e (2,3) são formados para $q=90\%$. Os parâmetros das unidades individuais, as estimativas iniciais e os valores dos parâmetros do modelo equivalente para ambos os grupos são apresentados na tabela 3.4, considerando o modelo 05 de turbina e regulador de velocidade. O

ajuste das funções de transferência agregada e equivalente são mostradas nas figuras 3.8 e 3.9.

Tabela 3.1 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelo 02) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade								
Parâmetros	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	Grupo 1	Grupo 1	2	3	Grupo 2	Grupo 2
R	0,041	0,051	0,023	0,023	0,050	0,040	0,022	0,022
T	0,090	0,190	0,122	0,103	0,200	0,100	0,133	0,097
T₁	1,700	1,500	1,594	2,385	2,000	3,000	2,400	2,177
T₂	8,100	6,000	6,894	8,505	6,000	8,000	6,857	8,039
T_{min}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_{max}	8,450	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	0,400	0,550	0,950	0,950	0,400	0,350	0,750	0,750

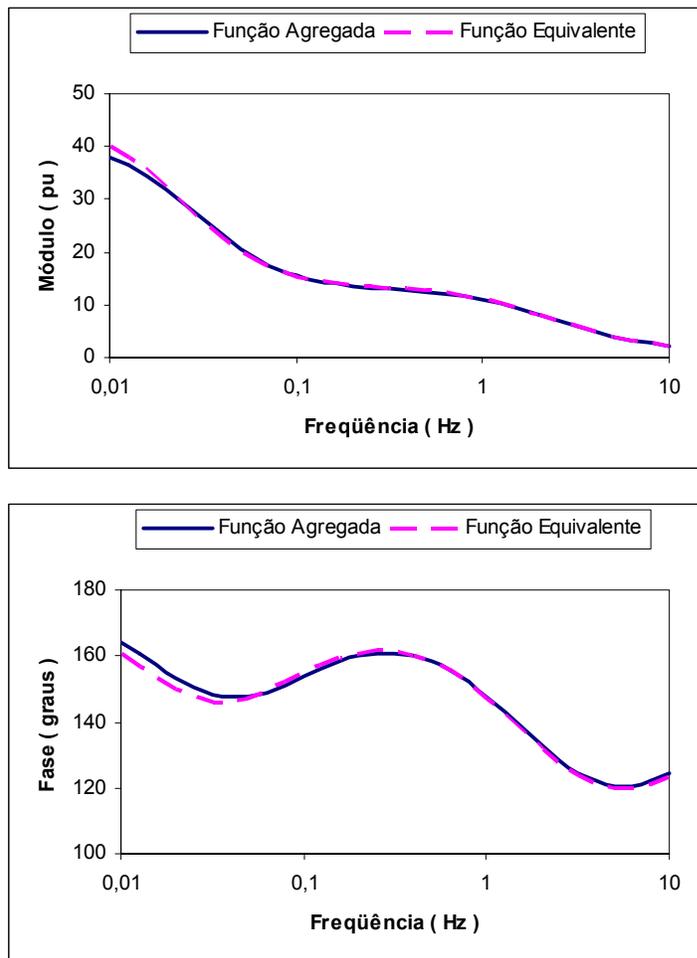


Figura 3.2 – Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 02 de turbina e regulador de velocidade: Grupo (6,7). Equivalente modelo 02.

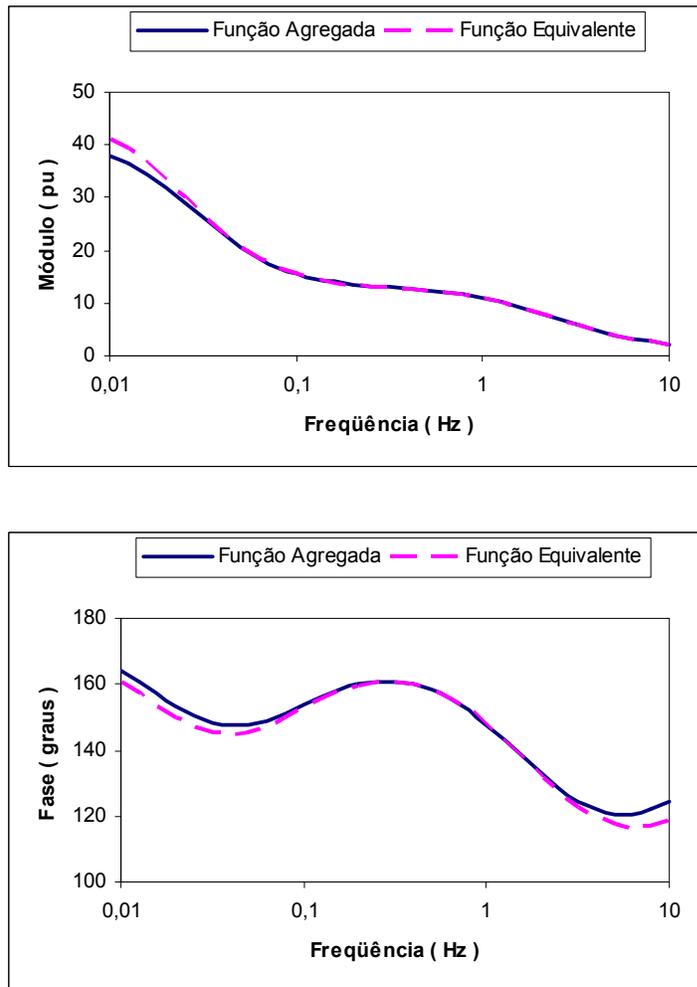


Figura 3.3 –Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 02 de turbina e regulador de velocidade: Grupo (2,3). Equivalente modelo 02.

Tabela 3.2 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelo 03) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade								
Parâmetros	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	Grupo 1	Grupo 1	2	3	Grupo 2	Grupo 2
B_p	0,030	0,050	0,019	0,019	0,040	0,060	0,024	0,024
B_t	0,300	0,500	0,400	0,239	0,200	0,500	0,350	0,236
T_v	5,000	6,000	5,455	5,463	3,000	4,500	3,600	5,427
T_1	2,500	8,000	3,810	5,163	3,000	6,000	4,000	5,014
T_2	0,350	0,300	0,323	0,100	0,200	0,400	0,267	0,100
T_w	2,000	1,500	1,714	1,557	1,800	1,400	1,575	1,569
L_{min}	-0,130	-0,120	-0,125	-0,125	-0,120	-0,100	-0,110	-0,110
L_{max}	0,092	0,095	0,094	0,094	0,072	0,098	0,085	0,085
T_{max}	8,450	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	0,500	0,450	0,950	0,950	0,480	0,440	0,920	0,920

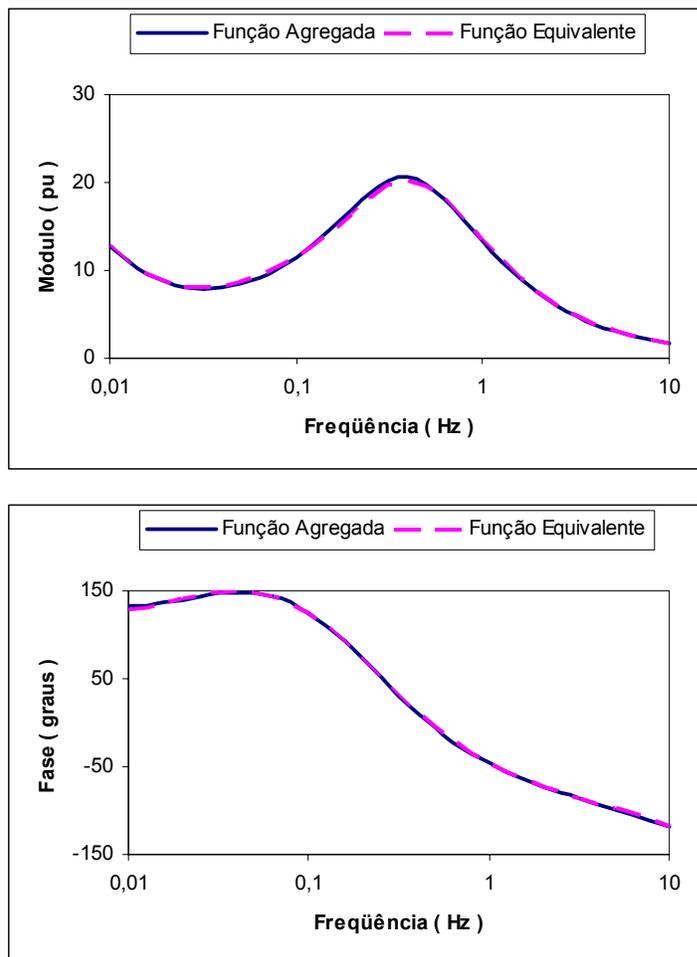


Figura 3.4 – Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 03 de turbina e regulador de velocidade: Grupo (6,7). Equivalente modelo 03.

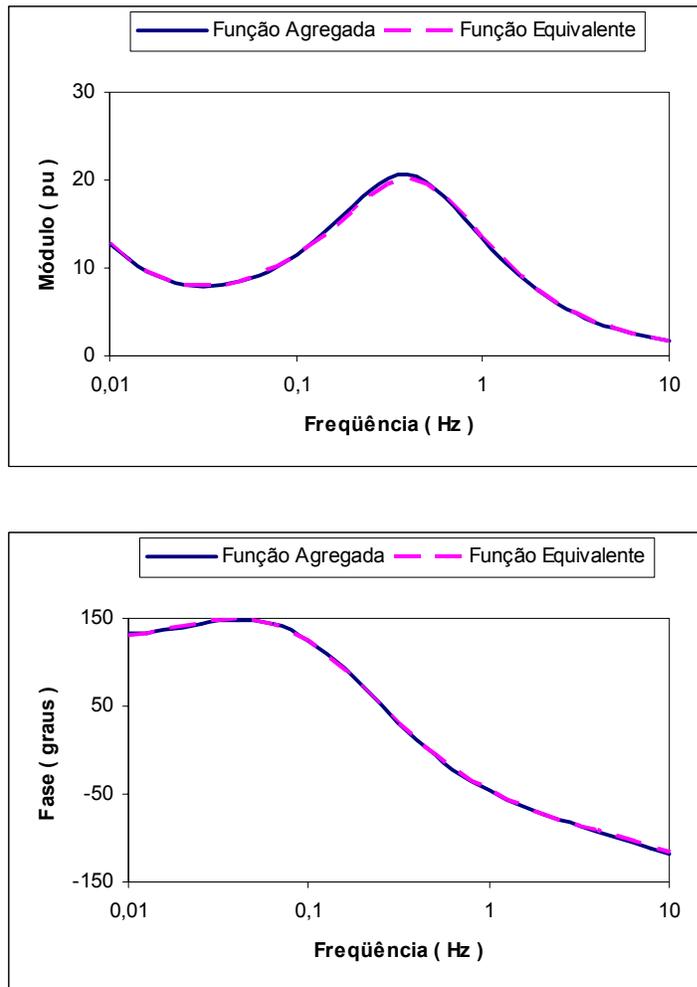


Figura 3.5 –Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 03 de turbina e regulador de velocidade: Grupo (2,3). Equivalente modelo 03.

Tabela 3.3 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelo 03a) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade								
Parâmetros	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	Grupo 1	Grupo 1	2	3	Grupo 2	Grupo 2
B_p	0,035	0,050	0,0206	0,0206	0,045	0,060	0,0257	0,0257
B_t	0,320	0,400	0,360	0,195	0,300	0,450	0,375	0,196
T_v	--	--	--	0,001	--	--	--	0,001
T_1	3,500	7,000	4,667	6,504	4,800	6,000	5,333	6,160
T_2	0,350	0,300	0,323	0,092	0,200	0,400	0,267	0,092
T_w	1,600	2,000	1,778	1,809	1,700	1,400	1,536	1,821
L_{min}	-0,130	-0,120	-0,125	-0,125	-0,120	-0,100	-0,110	-0,110
L_{max}	0,092	0,095	0,094	0,094	0,072	0,098	0,085	0,170
T_{max}	8,450	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770

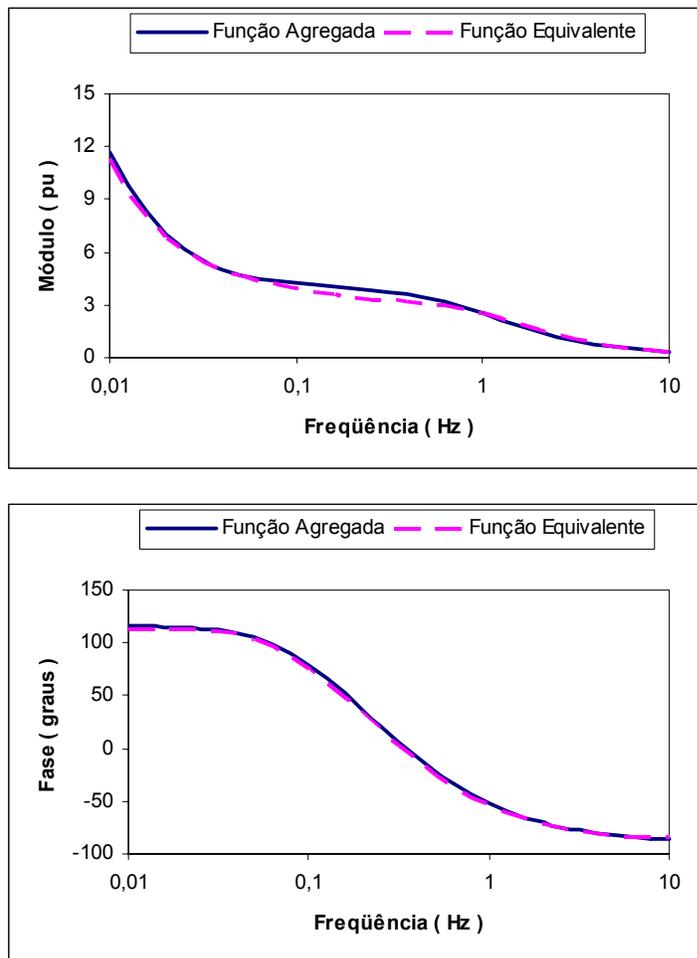


Figura 3.6 – Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 03a de turbina e regulador de velocidade: Grupo (6,7). Equivalente modelo 03.

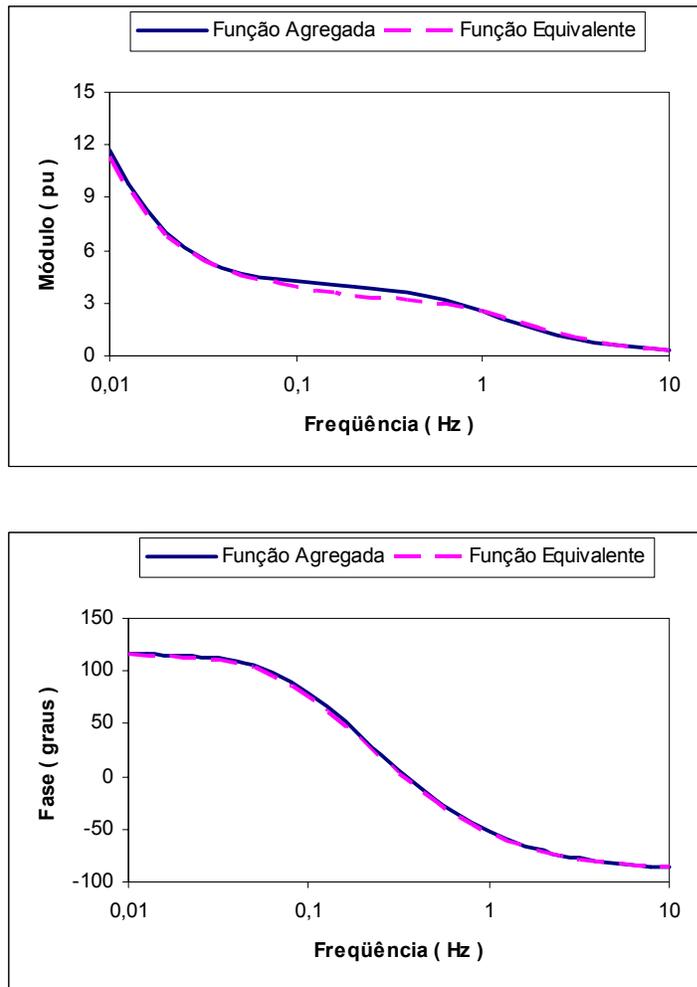


Figura 3.7 –Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 03a de turbina e regulador de velocidade: Grupo (2,3). Equivalente modelo 03.

Tabela 3.4 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelo 05) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade								
Parâmetros	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	Grupo 1	Grupo 1	2	3	Grupo 2	Grupo 2
C_1	20,530	21,400	41,930	41,930	20,600	19,800	40,400	40,400
C_2	0,720	0,690	0,705	0,705	0,740	0,660	0,700	0,700
C_3	0,540	0,581	0,561	0,561	0,522	0,500	0,511	0,511
C_8	0,180	0,210	0,194	0,152	0,190	0,220	0,204	0,295
T_3	0,190	0,230	0,208	0,202	0,240	0,170	0,199	0,156
T_4	0,200	0,240	0,218	0,373	0,230	0,180	0,202	0,188
T_5	9,600	10,300	9,938	10,549	9,700	9,900	9,799	9,621
T_c	0,480	0,450	0,465	1,134	0,620	0,400	0,486	1,065
T_{max}	8,450	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	0,480	0,260	0,740	0,740	0,520	0,490	1,010	1,010

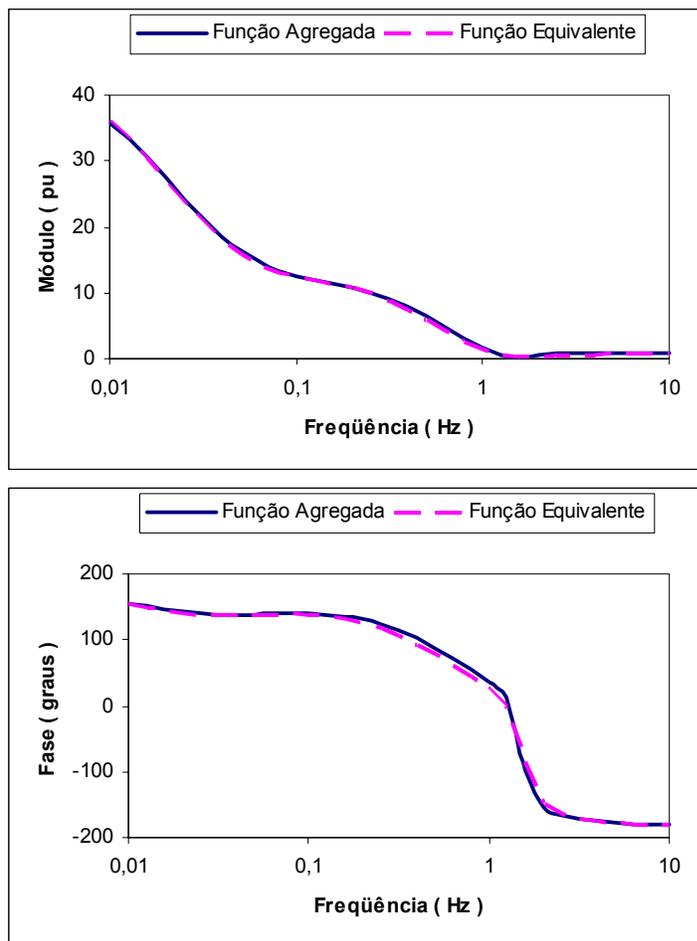


Figura 3.8 – Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 05 de turbina e regulador de velocidade: Grupo (6,7). Equivalente modelo 05.

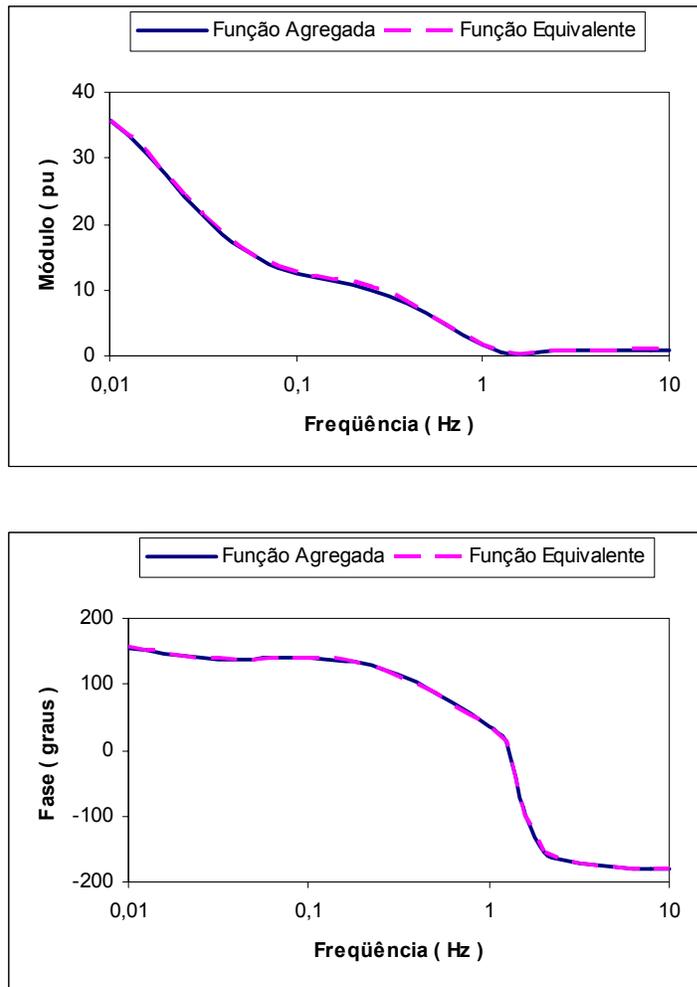


Figura 3.9 –Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 05 de turbina e regulador de velocidade: Grupo (2,3). Equivalente modelo 05.

Teste 5: Sejam os grupos (6,7) e (2,3) obtidos para um índice de qualidade da coerência q de 90%. Estuda-se uma composição com os modelos 02 e 05 de turbinas e reguladores de velocidade. A tabela 3.5 apresenta os parâmetros individuais, as estimativas iniciais e os parâmetros do modelo equivalente. As figuras 3.10 e 3.11 mostram os diagramas de Bode (módulo e fase) com o ajuste das funções de transferência. O modelo 02 foi escolhido como equivalente.

Vários testes foram realizados para grupos coerentes constituídos por modelos 02 e 05 de turbinas e reguladores de velocidade, considerando como equivalente o modelo 05. O ajuste da função de transferência equivalente resulta em algumas constantes de tempo negativas, inviabilizando a utilização do modelo 05 como equivalente.

Tabela 3.5 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelos 02 e 05) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade								
Parâmetros	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	Grupo 1	Modelo 02	2	3	Grupo 2	Modelo 02
C ₁	23,100	--	--	--	22,300	--	--	--
C ₂	0,740	--	--	--	0,750	--	--	--
C ₃	0,532	--	--	--	0,525	--	--	--
C ₈	0,220	--	--	--	0,180	--	--	--
T ₃	0,230	--	--	--	0,250	--	--	--
T ₄	0,190	--	--	--	0,210	--	--	--
T ₅	9,550	--	--	--	9,600	--	--	--
T _c	0,590	--	--	--	0,620	--	--	--
R	--	0,050	0,050	0,050	--	0,040	0,040	0,040
T	--	0,090	0,090	0,100	--	0,100	0,100	0,105
T₁	--	2,800	2,800	2,100	--	3,000	3,000	2,490
T₂	--	7,880	7,880	7,000	--	8,000	8,000	10,031
T_{min}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_{max}	8,450	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	0,480	0,520	1,000	1,000	0,520	0,520	1,040	1,040

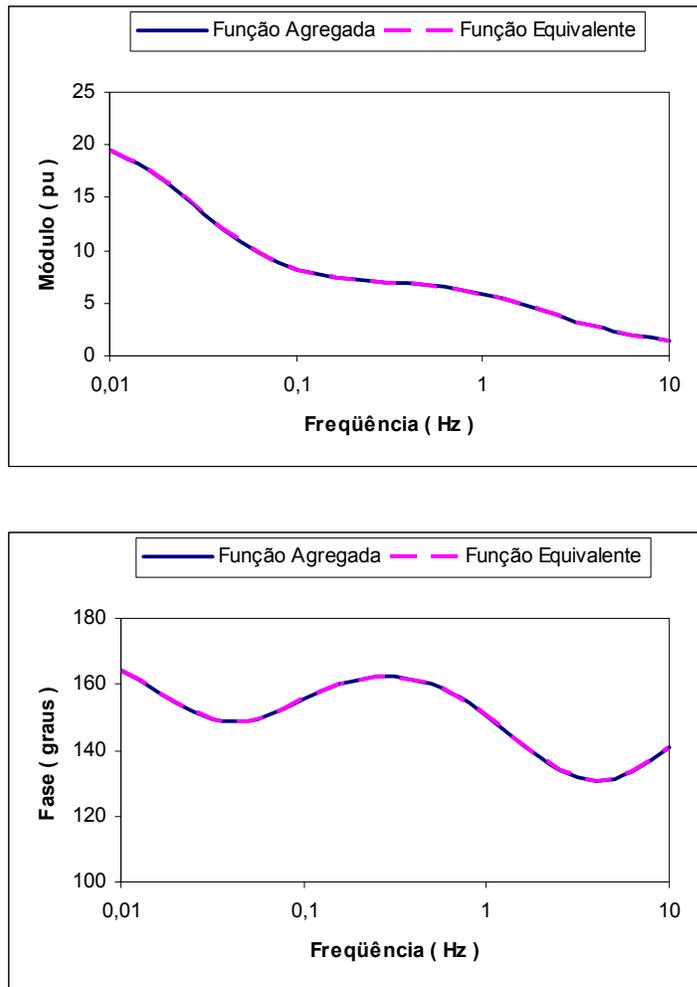


Figura 3.10 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 02 e 05: Grupo (6,7). Equivalente modelo 02.

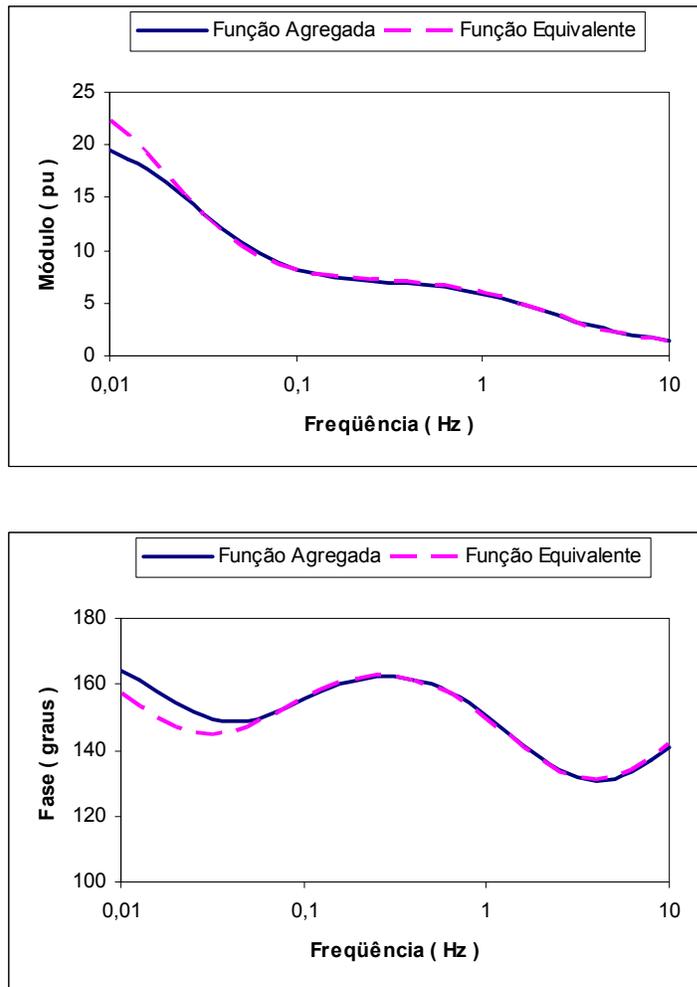


Figura 3.11 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 02 e 05: Grupo (2,3). Equivalente modelo 02.

Teste 6: Para o mesmo índice de qualidade da coerência do teste 5, considera-se uma composição com os modelos 03 e 03a de turbinas e reguladores de velocidade. A tabela 3.6 apresenta os parâmetros individuais, as estimativas iniciais e os parâmetros do modelo equivalente. Os diagramas de Bode (módulo e fase) para os dois grupos formados são mostrados nas figuras 3.12 e 3.13.

Tabela 3.6 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelos 03 e 03a) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade								
Parâmetros	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	Grupo 1	Grupo 1	2	3	Grupo 2	Grupo 2
B_p	0,050	0,040	0,022	0,022	0,060	0,040	0,024	0,024
B_t	0,300	0,400	0,350	0,270	0,250	0,500	0,375	0,254
T_v	--	5,500	5,500	5,000	3,500	--	3,500	4,707
T₁	2,500	7,000	3,684	3,859	3,800	5,500	4,495	4,042
T₂	0,400	0,300	0,343	0,181	0,200	0,300	0,240	0,179
T_w	2,000	1,500	1,714	1,419	1,800	1,400	1,575	1,448
L_{min}	-0,130	-0,120	-0,125	-0,125	-0,120	-0,100	-0,110	-0,110
L_{max}	0,092	0,095	0,094	0,094	0,072	0,098	0,085	0,085
T_{max}	8,450	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	--	0,450	0,450	0,450	0,480	--	0,480	0,480

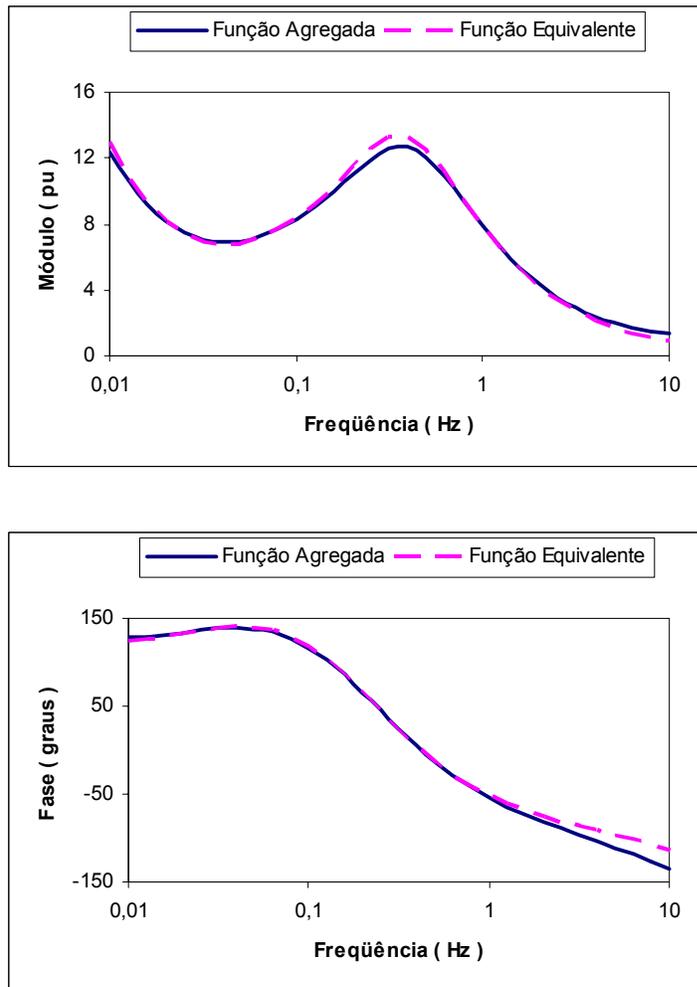


Figura 3.12 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 03 e 03a: Grupo (6,7). Equivalente modelo 03.

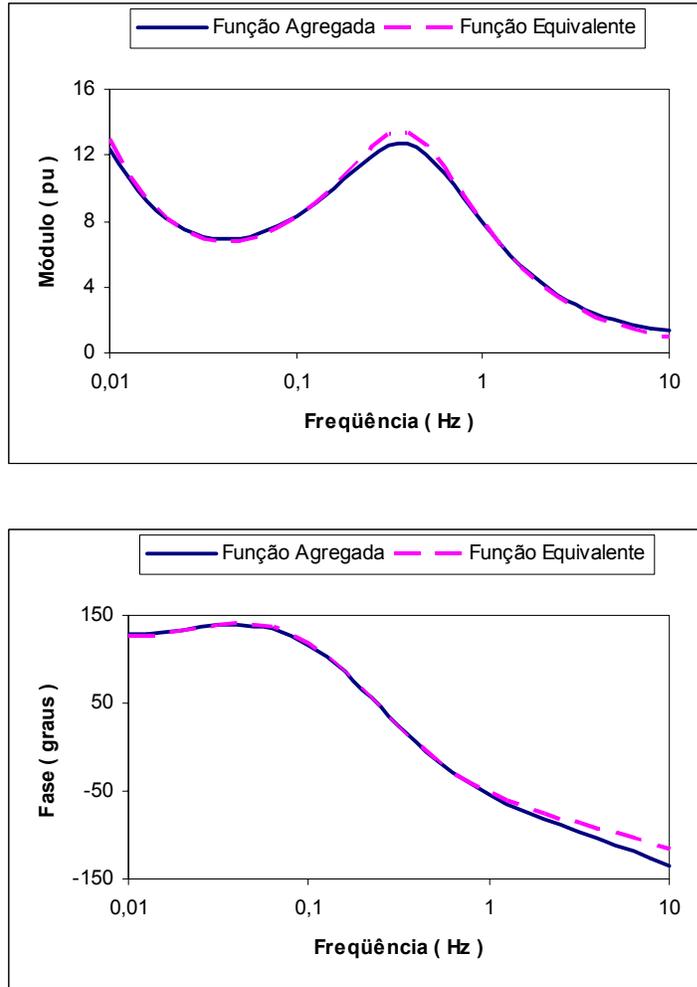


Figura 3.13 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 03 e 03a: Grupo (2,3). Equivalente modelo 03.

Teste 7: Considerando-se um índice de qualidade da coerência q de 50%, tem-se a formação de um único grupo coerente (6,7,4,2,3), composto por modelos 02 e 05 de turbinas e reguladores de velocidade. A tabela 3.7 apresenta os parâmetros dos modelos individuais, as estimativas iniciais e os parâmetros do modelo equivalente. A figura 3.14 mostra os diagramas de Bode (módulo e fase) com o ajuste das funções de transferência agregada e equivalente. O modelo 02 foi escolhido como equivalente.

Tabela 3.7 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelos 02 e 05) e do modelo equivalente: Grupo (6,7,4,2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade							
Parâmetros	Unidades Geradoras					Modelo 02	
	6	7	4	2	3	Est. Inic.	Equiv.
C₁	20,530	--	19,800	21,750	--	--	--
C₂	0,692	--	0,724	0,626	--	--	--
C₃	0,520	--	0,499	0,566	--	--	--
C₈	0,210	--	0,190	0,240	--	--	--
T₃	0,180	--	0,200	0,220	--	--	--
T₄	0,190	--	0,200	0,220	--	--	--
T₅	9,700	--	10,000	10,200	--	--	--
T_c	0,500	--	0,400	0,600	--	--	--
R	--	0,045	--	--	0,055	0,025	0,025
T	--	0,230	--	--	0,250	0,240	0,475
T₁	--	2,600	--	--	2,800	2,696	2,597
T₂	--	10,300	--	--	7,700	9,991	5,828
T_{min}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_{max}	8,450	7,280	8,220	7,320	8,220	39,490	39,490
D_{turb}	0,480	0,520	0,500	0,520	0,520	2,540	2,540

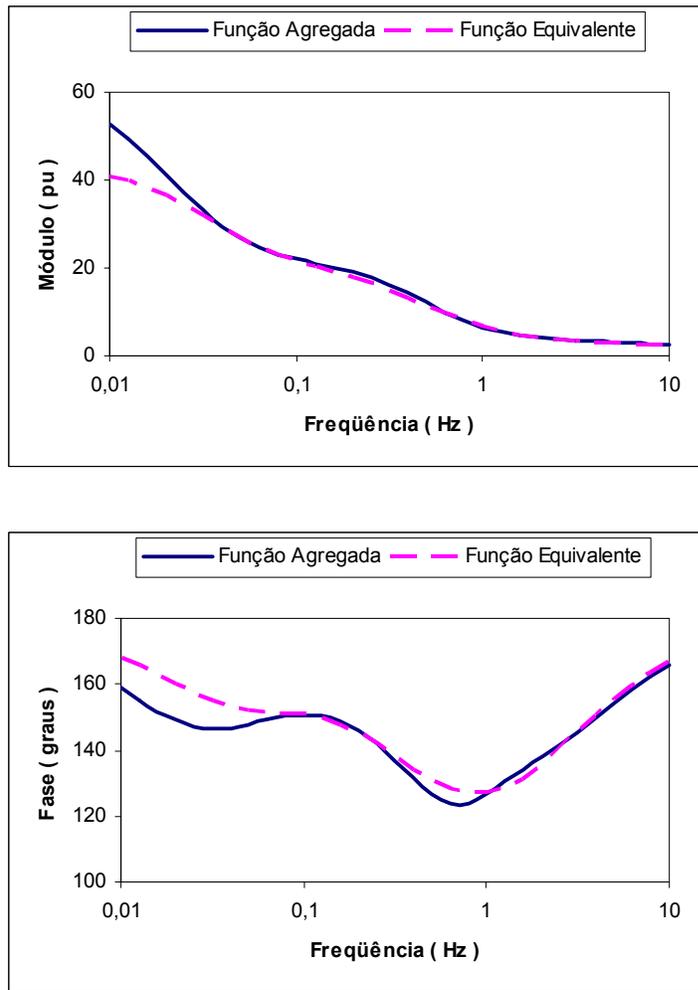


Figura 3.14 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 02 e 05: Grupo (6,7,4,2,3). Equivalente modelo 02.

Teste 8: Considerando o mesmo índice de qualidade da coerência do teste 7, forma-se o grupo coerente (6,7,4,2,3). Estuda-se uma composição com os modelos 03a e 03 de turbinas e reguladores de velocidade. A tabela 3.8 apresenta os parâmetros dos modelos individuais considerados neste teste, as estimativas iniciais e os parâmetros do modelo equivalente. Os diagramas de Bode (módulo e fase) são apresentados na figura 3.15.

Tabela 3.8 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelos 03 e 03a) e do modelo equivalente: Grupo (6,7,4,2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade							
Parâmetros	Unidades Geradoras					Modelo 03	
	6	7	4	2	3	Est. Inic.	Equiv.
B_p	0,040	0,045	0,050	0,040	0,060	0,0092	0,0092
B_t	0,300	0,400	0,200	0,400	0,500	0,360	0,129
T_v	4,500	--	--	--	4,500	4,500	7,506
T₁	2,900	6,000	5,000	4,000	6,000	4,432	3,998
T₂	0,320	0,300	0,200	0,250	0,400	0,278	0,065
T_w	1,800	1,500	1,600	1,700	1,400	1,587	1,521
L_{min}	-0,130	-0,120	-0,100	-0,120	-0,100	-0,114	-0,114
L_{max}	0,092	0,095	0,095	0,072	0,098	0,090	0,090
T_{max}	8,450	7,280	8,220	7,320	8,450	39,720	39,720
D_{turb}	0,500	--	--	--	0,440	0,940	0,940

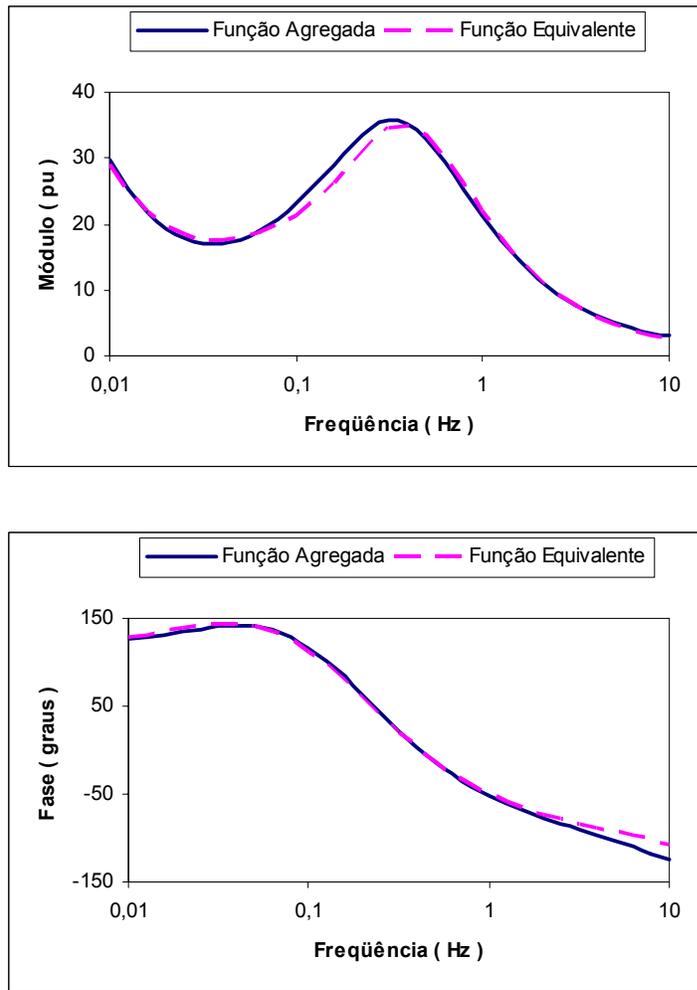


Figura 3.15 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 03 e 03a: Grupo (6,7,4,2,3). Equivalente modelo 03.

Os testes apresentados a seguir foram simulados para um curto-circuito trifásico aplicado na barra de carga 25 do sistema interno, com um tempo de duração de 67 ms.

Teste 9: Considerando um índice de qualidade da coerência q de 90%, os grupos de geradores coerentes (6,7,4) e (2,3) são formados. As unidades geradoras são equipadas com os modelos 02 e 05 de turbina e regulador de velocidade. A tabela 3.9 apresenta os parâmetros das turbinas e reguladores considerados neste teste. Os diagramas de Bode (módulo e fase) são mostrados nas figura 3.16 e 3.17.

Teste 10: Considerando um índice de qualidade de coerência q de 90%, formam-se os grupos de geradores coerentes (6,7,4) e (2,3). As unidades geradoras são equipadas com modelos 03 e 03a de turbinas e reguladores de velocidade. A tabela 3.10 apresenta os parâmetros dos modelos considerados. Os diagramas de Bode (módulo e fase) são mostrados nas figuras 3.18 e 3.19.

Teste 11: Para um índice de qualidade de coerência q de 50%, forma-se o grupo de geradores coerentes (6,7,4,2,3). As unidades geradoras possuem o modelo 03a de turbina e regulador de velocidade. A tabela 3.11 apresenta os parâmetros dos modelos utilizados. Os diagramas de Bode (módulo e fase) são apresentados na figura 3.20

Tabela 3.9 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelos 02 e 05) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7,4) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade									
Parâmetros	Unidades Geradoras			Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	4	Grupo 1	Modelo 02	2	3	Grupo 2	Modelo 02
C₁	23,200	21,300	--	--	--	--	22,500	--	--
C₂	0,730	0,680	--	--	--	--	0,760	--	--
C₃	0,535	0,582	--	--	--	--	0,540	--	--
C₈	0,210	0,230	--	--	--	--	0,180	--	--
T₃	0,240	0,210	--	--	--	--	0,260	--	--
T₄	0,180	0,230	--	--	--	--	0,200	--	--
T₅	9,700	10,400	--	--	--	--	9,800	--	--
T_c	0,570	0,460	--	--	--	--	0,650	--	--
R	--	--	0,060	0,060	0,060	0,050	--	0,050	0,050
T	--	--	0,110	0,110	0,106	0,100	--	0,100	0,100
T₁	--	--	2,600	2,600	1,742	2,500	--	2,500	2,099
T₂	--	--	6,000	6,000	4,484	7,000	--	7,000	6,992
T_{min}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_{max}	8,450	7,280	7,280	15,730	15,730	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	0,470	0,410	0,480	1,360	1,360	0,490	0,500	0,990	0,990

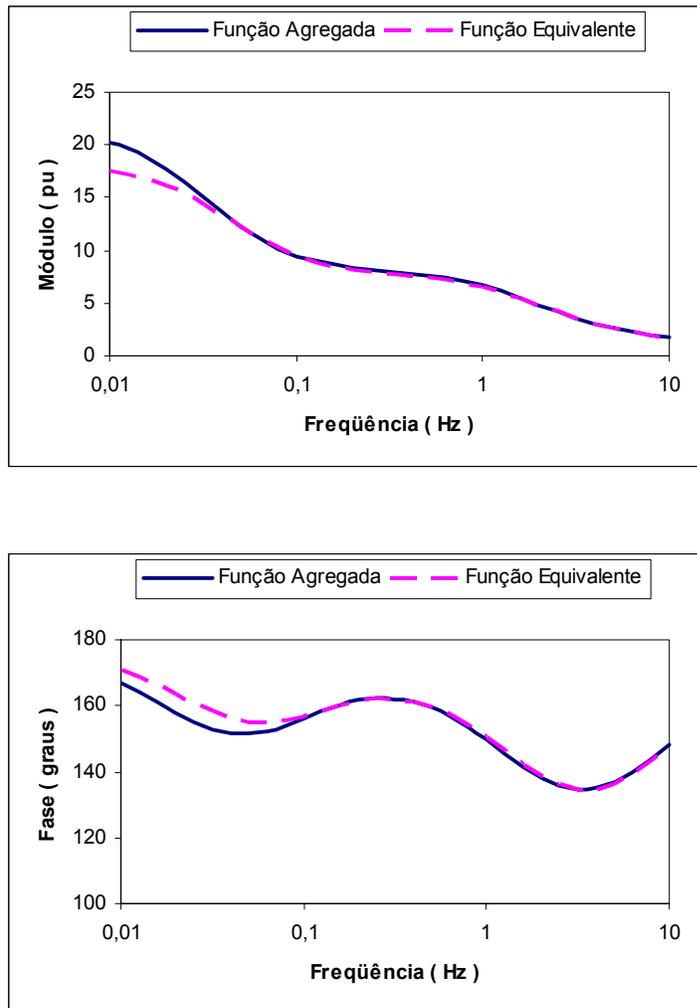


Figura 3.16 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 02 e 05: Grupo (6,7,4). Equivalente modelo 02.

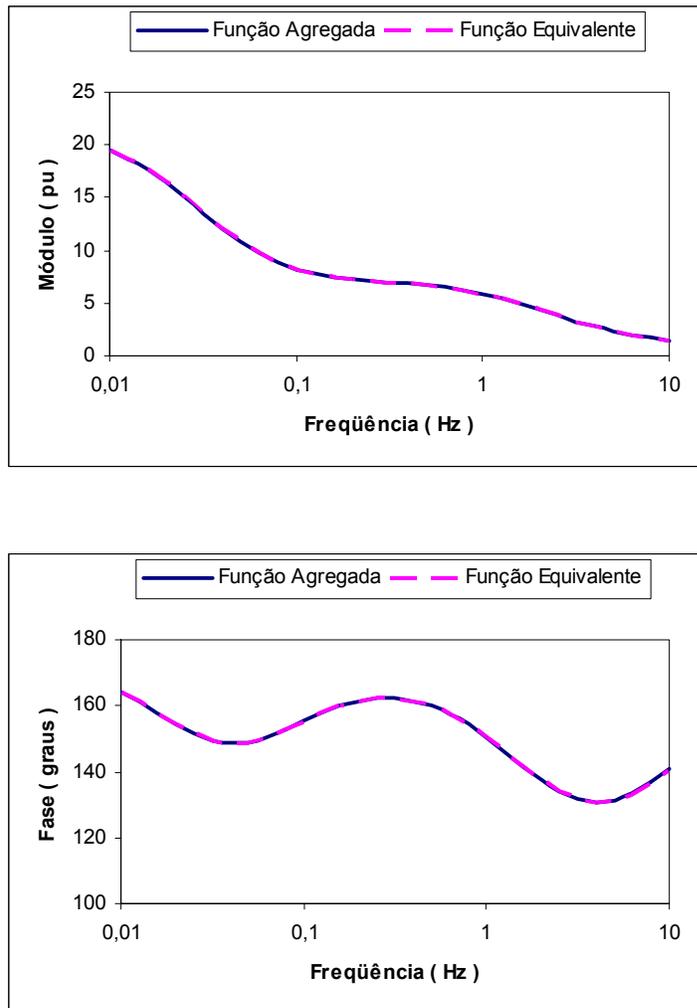


Figura 3.17 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 02 e 05: Grupo (2,3). Equivalente modelo 02.

Tabela 3.10 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelos 03 e 03a) e dos modelos equivalentes: Grupos (6,7,4) e (2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade									
Parâmetros	Unidades Geradoras			Estimativa Inicial	Equivalente	Unidades Geradoras		Estimativa Inicial	Equivalente
	6	7	4	Grupo 1	Grupo 1	2	3	Grupo 2	Grupo 2
B_p	0,500	0,045	0,500	0,016	0,016	0,050	0,060	0,027	0,027
B_i	0,350	0,400	0,300	0,350	0,162	0,450	0,500	0,475	0,215
T_v	--	4,200	--	4,200	6,988	4,200	--	4,200	5,407
T_1	3,800	6,200	5,200	4,864	5,281	4,200	6,100	4,975	5,112
T_2	28,000	0,250	0,300	0,275	0,084	0,230	0,420	0,297	0,103
T_w	1,600	1,500	1,700	1,596	1,507	1,700	1,500	1,594	1,497
L_{min}	-0,130	-0,120	-0,110	-0,120	-0,120	-0,120	-0,100	-0,110	-0,110
L_{max}	0,092	0,095	0,095	0,094	0,094	0,072	0,098	0,085	0,085
T_{max}	8,450	7,280	8,220	23,950	23,950	7,320	8,450	15,770	15,770
D_{turb}	--	0,490	--	0,490	0,490	0,480	--	0,480	0,480

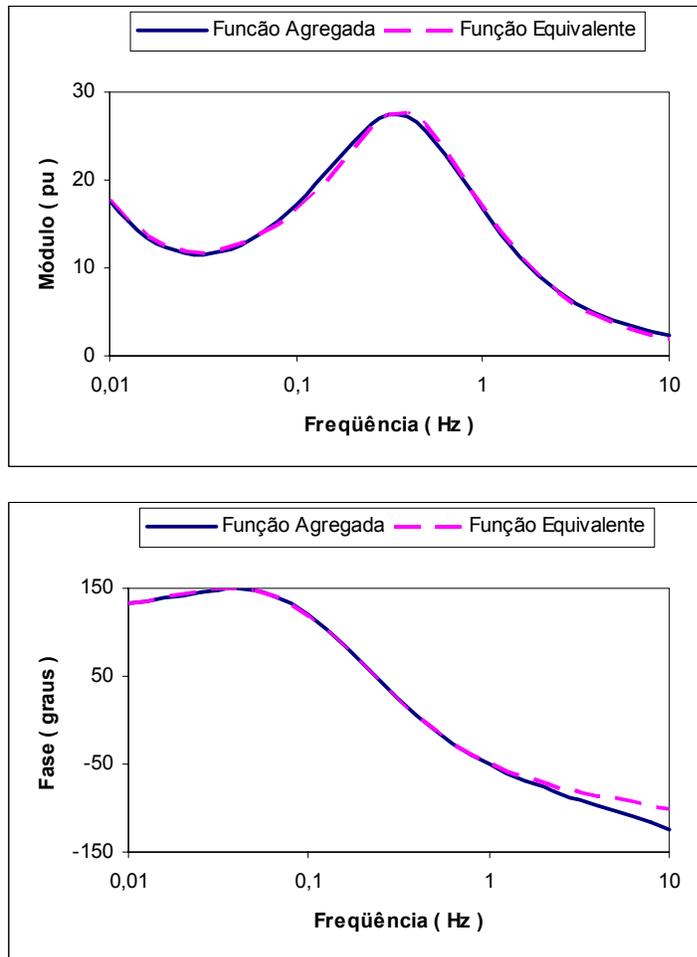


Figura 3.18 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 03 e 03a: Grupo (6,7,4). Equivalente modelo 03.

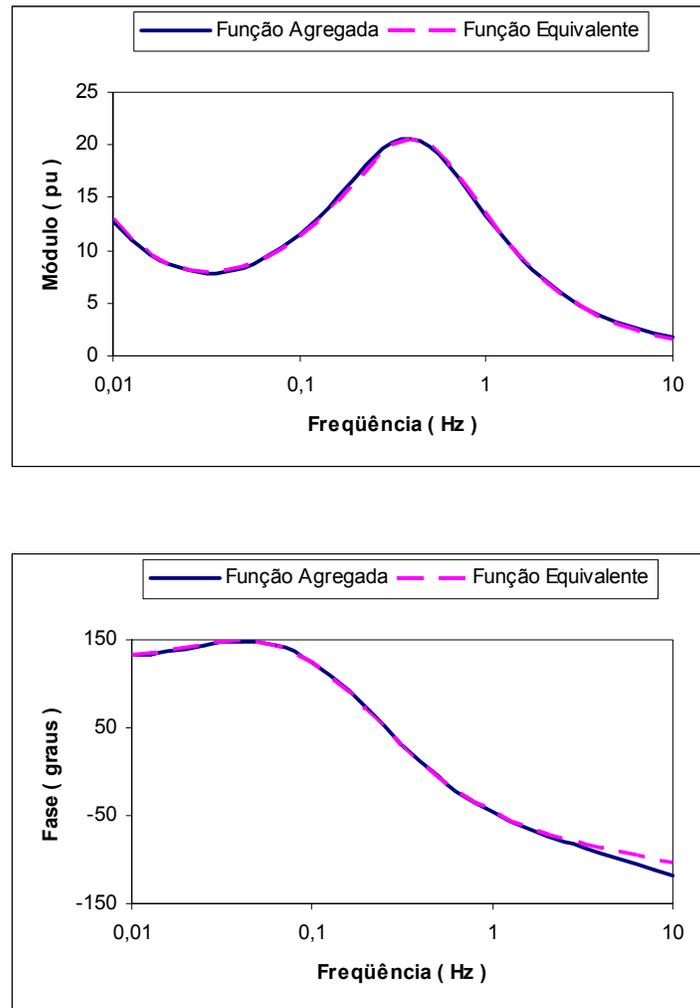


Figura 3.19 – Diagramas de Bode das funções de transferência de turbina e regulador de velocidade – modelos 03 e 03a: Grupo (2,3). Equivalente modelo 03.

Tabela 3.11 – Parâmetros das turbinas e reguladores de velocidade individuais (modelo 03a) e do modelo equivalente: Grupo (6,7,4,2,3).

Parâmetros dos modelos de Turbina e Regulador de Velocidade							
Parâmetros	Unidades Geradoras					Modelo 03	
	6	7	4	2	3	Est. Inic.	Equiv.
B_p	0,034	0,052	0,048	0,045	0,050	0,009	0,009
B_t	0,280	0,410	0,360	0,280	0,320	0,330	0,449
T_v	--	--	--	--	--	--	4,985
T_1	3,800	7,200	5,300	4,500	6,200	5,132	0,455
T_2	0,380	0,310	0,250	0,300	0,450	0,324	0,278
T_w	1,800	1,900	1,800	1,400	1,600	1,680	1,483
L_{min}	-0,130	-0,120	-0,100	-0,120	-0,100	-0,114	-0,114
L_{max}	0,092	0,095	0,095	0,072	0,098	0,090	0,090
T_{max}	8,450	7,280	8,220	7,320	8,450	39,720	39,720

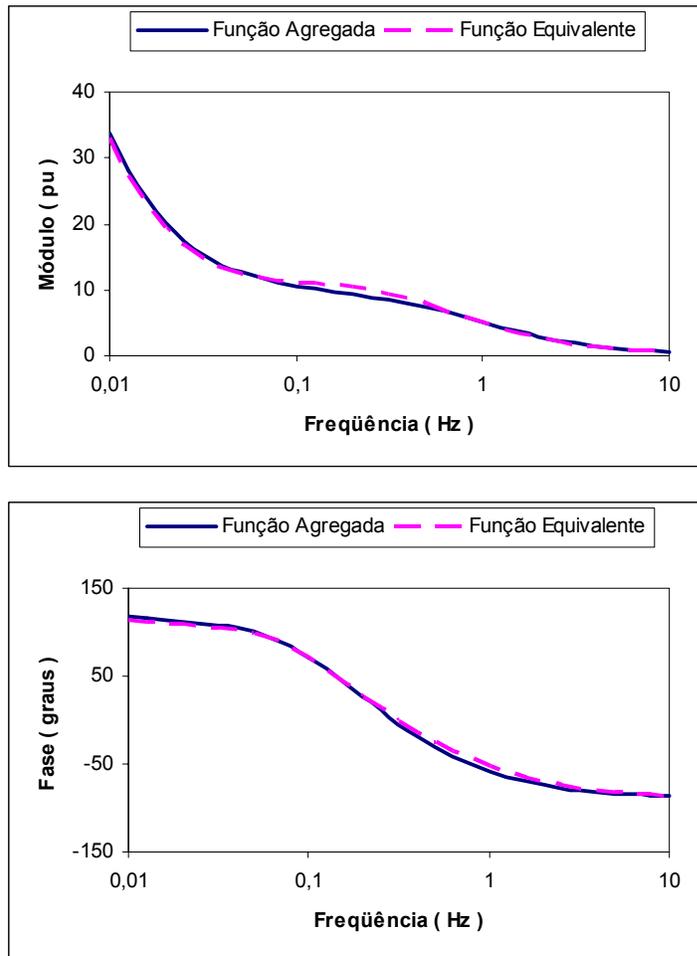


Figura 3.20 - Diagramas de Bode das funções de transferência do modelo 03a de turbina e regulador de velocidade: Grupo (6,7,4,2,3). Equivalente modelo 03.

3.3

Conclusões

Verifica-se, a partir dos diagramas de Bode (módulo e fase), que o método de Levenberg-Marquardt [14,15], utilizado para ajustar os parâmetros das funções de transferência dos modelos equivalentes à função de transferência agregada é uma técnica eficiente para resolver o problema de agregação dinâmica.

Em grupos coerentes com modelos idênticos de turbinas e reguladores de velocidade, o modelo que representa o grupo na unidade equivalente é igual ao utilizado nas unidades individuais.

Nos grupos coerentes equipados com modelos 02 e 05 de turbinas e reguladores de velocidade, o modelo 02 deve ser o escolhido como equivalente, porque o ajuste do modelo 05 é obtido com algumas constantes de tempo negativas.

Nos grupos coerentes com modelos 03 e 03a de turbinas e reguladores de velocidade, mesmo que o grupo coerente seja constituído apenas por modelos 03a, considerou-se o modelo 03 como equivalente, por apresentar mais um parâmetro livre (T_v) para o ajuste das funções de transferência.