

Referências Bibliográficas

- [1] **Huamani, M.M.**, Geração de Perfis Elétrico e Térmico para Otimização de um Sistema de Cogeração, Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, 2005;
- [2] **Análise de aspectos econômicos para determinação da viabilidade econômica de uma microturbina operando como sistema de geração de energia elétrica – XI CBE – XI Congresso Brasileiro de Energia –** Venson G. G.; Barros J. E. M.; & Ayres N. P., 2006;
- [3] **Avaliação experimental de microturbinas a gás e motores Stirling para geração distribuída de energia com utilização de diferentes combustíveis. XVII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica.** Carvalho A. M.; Garcia J. L. A. & Diniz J. H. (CEMIG); Lora E. E. S.; Nascimento M. A. R.; Gomes E. E. B.; Cobas V. M.; Andrade; R. V & Teixeira F. N (UNIFEI). - Uberlândia – MG; Outubro 2003;
- [4] **Furloni M.**; ANÁLISE DA VIABILIDADE DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A GÁS NATURAL, Dissertação de Mestrado, Universidade Salvador, Programa de Pós-Graduação Engenharia, Salvador, 2002;
- [5] **Resource Dynamics Corporation**; Industrial Applications for Micropower: A Market Assessment, November 1999. Prepared for: Office of Industrial Technologies U.S. Department of Energy, Washinton, DC and Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, November 1999;
- [6] **Desenvolvimento de um sistema de controle integrado de equipamentos de geração distribuída -** Rolim L. G. B. - Relatório 2 – P&D LIGHT nº 003/2005 - COPPE - UFRJ, 2006;
- [7] **Aspectos da geração distribuída e cogeração XI CBE – XI Congresso Brasileiro de Energia –** Fiedler E. S.; Udaeta M. E. M., 2006;
- [8] **Desenvolvimento de um sistema de controle integrado de equipamentos de geração distribuída –** Rolim L. G. B. - Relatório 4 – P&D LIGHT nº 003/2005 - COPPE – UFRJ, 2006;
- [9] **Site Portal BR - Cogeração -** Disponível em <http://www.br.com.br/portalbr/calandra.nsf/0/BAD638D8FA51F04303256DAD004CDAEE?OpenDocument&SEnergia>, acesso em 02 de Janeiro de 2007;

- [10] **O gás natural na produção de energia elétrica e outros insumos industriais através da cogeração**– IX CBE – IX Congresso Brasileiro de Energia – Mariotoni C. A., 2002;
- [11] **Cogeração e geração distribuída** – IX CBE – IX Congresso Brasileiro de Energia – Paula C. P.; Sauer I. L., 2002;
- [12] **Aumento da eficiência de turbinas a gás por resfriamento da admissão** – IX CBE – IX Congresso Brasileiro de Energia – Campos. F. B.; Landa H. G., 2002;
- [13] **Atlas da energia elétrica – 2ª edição, 2005 – Capítulo 9 – Gás natural** - http://www3.aneel.gov.br/atlas/atlas_2edicao/download.htm, acesso em 09 de Janeiro de 2007;
- [14] **Aspectos da geração termelétrica a gás natural no Brasil** – XI CBE – XI Congresso Brasileiro de Energia – Guereiro A.; Lopes J.; Queiroz R.; Gorini R.; Corrêa V.; Pereira A.; Tavares M.; Soares J.; Garcia A. Aragão R., 2006;
- [15] **Site Turbomar Energia** - Cogeração a gás natural - Disponível em http://www.turbomar.pt/id.asp?id=s14sub218p14sub218_221, acesso em 03 de Janeiro de 2007;
- [16] **Power Tech do Brasil Energia& Sistemas Ltda. – Apostila Caldeiras de Recuperação;**
- [17] **Estudo de viabilidade econômica da geração distribuída com microturbina a gás natural** – IX CBE – IX Congresso Brasileiro de Energia – Haddad, J.; Lora E. E. S.; Nascimento, M. A. R. Cobas V. R. M. & Gomes E. E. B., 2002;
- [18] **Energy Nexus Group** – Technology Characterization: Microturbines. Prepared for: Environmental Protection Agency, Climate Protection Partnership Division, Washington, DC, March 2002;
- [19] **ONSITE SYCOM Energy Corporation;** The Market and Technical Potential for Combined Heat and Power in the Commercial/Institutional Sector, January. Prepared for: U.S. Department of Energy Information Administration, Washinton, DC, January 2000, Revision 1;
- [20] **Arthur D. Little;** Opportunities for Micropower and Fuel Cell/Gas Turbine Hybrid Systems in Industrial Applications. Final Report to Lockheed Martin Energy Research Corporation and the DOE Office of Industrial Technplogies, January, 2000;
- [21] **Capstone Turbine Corporation;** Product Data Sheet, October 2000;

- [22] **Turbec**; Product Data Sheet. Disponível na INTERNET via www.turbec.com;
- [23] **Petrov, A.Y. et al**; – STUDY OF FLUE GAS EMISSIONS OF GAS MICROTURBINE-BASED CHP SYSTEM – Engineering Science and Technology Division (ESTD), Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Oak Ridge, Tennessee, 2002;
- [24] **Capstone Turbine Corporation** ; Technical References, Installation & Start-Up, 511783-002, Março 2003;
- [25] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Gaseous System Technical Information – Models C30/C60, 410037-001, Março 2003;
- [26] **Batista, E. E.**, Análise Técnico – Econômica e Experimental de Microturbinas a Gás Operando com Gás Natural e Óleo Diesel, Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Itajubá, 2002;
- [27] **Capstone Turbine Corporation**; Technical References, System Operation, 511715-002, Março 2001;
- [28] **Assunção, A. S. & Orlando, A. F.**, Procedimento experimental para avaliação metrológica do desempenho de uma microturbina utilizada para a geração de energia elétrica, Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, 2004;
- [29] **Greenhouse Gas Technology Center Southern Research Institute**, 2002; Greenhouse Gas (GHG) Verification Guideline Series. Natural Gas – Fired Microturbine Electrical Generators, EPA;
- [30] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Capstone Microturbine User’s Manual, 400001-001 Rev. B, Agosto 2003;
- [31] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Glossary of Terms and Acronyms, 400002-001 Rev. C, Dezembro 2002;
- [32] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Grid Connect Operation – Capstone Model C30 and C60, 410027-001 Rev. C, Junho, 2004;
- [33] **Capstone Turbine Corporation Rev. G**; Technical References, Capstone Model C30 Electrical 410000-001 Rev. G, Abril 2004;
- [34] **LIGHT – Informação técnica DAP - 001/04 – Interligação de autoprodutores de energia elétrica em paralelo com o sistema da LIGHT SESA, em baixa e média tensão;**

- [35] **Site Enedis - Gerador de Água Quente ITC1** - <http://www.enedis.com.ar/documents/pt/Gerador%20de%20água%20quente%20ITC%201.pdf>, acesso em 10 Janeiro de 2007;
- [36] **Enedis Energía Distribuída: Intercambiador de Calor ITC1 Manual Instructivo**;
- [37] **Site Nivetec – Transmissor de Pressão** - www.nivetec.com.br/htm/transpresusogeral.htm - 12k , acesso em 3 de Fevereiro de 2007;
- [38] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Capstone Model C30 Performance, 410004-001 Rev. C, Fevereiro, 2004;
- [39] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Capstone MicroTurbine Fuel Requirements, 410002-001 Rev A, December, 2002;
- [40] **ASME-PTC-22, Performance Test Code for Gas Turbines, American Society for Mechanical Engineers, PTC-22 code, 1997**;
- [41] **Do Val, L.G., 2001**; Análise crítica do desempenho de plantas de cogeração, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio;
- [42] **Capstone Turbine Corporation**; Technical Reference, Capstone Remote monitoring System (Maintenance Edition), 410014-001 Rev D, May, 2004;
- [43] **U.s. Enviromental Protection Agency (EPA)**, Combined Heat and Power at a Commercial Supermarket – Capstone 60 kW Microturbine CHP System, 2002;
- [44] **ALLTEMP SENSORS INC. 1999; RTD - Transmitter Matching**, Disponível em <http://www.wika.ca>.
- [45] **Resolução ANEEL 456, de 29/11/2000** – Estabelece de forma atualizada e consolidada, as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.
- [46] **ISO GUM**, Guia para expressão de Incerteza de Medição INMETRO, 1995;
- [47] **Capstone Turbine Corporation**; Technical References, Installation & Start-Up, 511783-002, Março 2001;
- [48] **Mendes, A. & Rosário, P.P.**, Metrologia & Incerteza de Medição, 2005;

- [49] **Mariah Energy Corporation Heat PlusPower™ System, September 2001**; U.S. Environmental Protection Agency (EPA).
- [50] **Resolução Homologatória 391, de 06/11/06** – Homologa as tarifas de fornecimento de energia elétrica, estabelece a receita anual das instalações de conexão, fixa as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, o valor da Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica TFSEE, referentes a LIGHT – Serviços de Eletricidade S.A., e dá outras providências.
- [51] **Viabilidade econômico-financeira de projetos** – Bordeaux-Rêgo R.; Paulo G. P.; Spritzer I. M. P. A.; Zotes L. P. – Série Gerenciamento de projetos – FGV – 1ª edição – 2006.
- [52] **Resolução Normativa nº 246, de 21/12/06** – Estabelece a estrutura ótima de capital e o custo de capital a ser utilizado no segundo ciclo de revisão tarifária das concessionárias de distribuição de energia elétrica, em atendimento ao disposto no art. 6º, parágrafo 2º, da resolução normativa nº 234 de 31 de outubro de 2006.
- [53] **Resolução Normativa nº 256, de 06/03/07** – Estabelece a estrutura ótima de capital e o custo de capital a serem utilizados na definição da receita teto das licitações a serem realizadas no ano de 2007, para contratação das concessões para a prestação do serviço público de transmissão, na modalidade de leilão público.
- [54] **IEEE 1547 – IEEE Standard for interconnecting distributed resources with electric power systems, IEEE, 2003**;
- [55] **Teixeira, F. N.**, Seleção de Ciclos e Configurações de Sistemas de Cogeração, Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Itajubá, 1997;
- [56] **MicoGen™, 2000**; Installation, Operating and Maintenance Manual for MicoGen™ Heat Recovery Unit;
- [57] **Sistema de geração distribuída com microturbinas e células a combustível – IX CBE – IX Congresso Brasileiro de Energia** – Neves. P. R. B., 2002;
- [58] **Site Capstone Turbine Corporation** - Disponível em <http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.energysolutionscenter.org/DistGen/AppGuide/Images/CapstoneCutaway.jpg&imgrefurl=http://www.energysolutionscenter.org/DistGen/AppGuide/Manf/Capstone.htm&h=382&w=475&sz=27&hl=pt-BR&start=1&tbnid=CybzcsuHAHLQoM:&tbnh=104&tbnw=129&prev=/>

images%3Fq%3D%2522capstone%2Bc30%2522%26svnum%3D10%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D%26sa%3DN , acesso em 09 de Janeiro de 2007.

- [59] **New tecnologia demonstration of microturbine with heat recovery at Fort Drum – Pacific Northwest National Laboratory** - M. Friedrich; P. R. Armstrong; D. L. Smith – New York, April 2004;
- [60] **Study of flue gas emissions of gas microturbine-based CHP system – Oak Ridge National Laboratory (ORNL)** – Andrei Yu. Petrov; Abdolreza Zaltash; D. Tom Rizy & Solomon D. Labinov – Tennessee;
- [61] **Aspectos ambientais da operação de usinas térmicas movidas a gás natural – XI CBE – XI Congresso Brasileiro de Energia** – Mariano B. M.; Rovere E. L., 2006;
- [62] **Site Energy Solutions - 30 kW Unit, Model C30 Low Pressure Gas** - http://www.energysolutionscenter.org/DistGen/AppGuide/DataFiles/Capstone_C30lp.pdf, acesso em 10 de Janeiro de 2007;
- [63] **Maurício Tiomno Tolmasquim (coordenador) – Geração de Energia Elétrica no Brasil - Rio de Janeiro, CENERGIA, 2005;**
- [64] **Determinação da qualidade de fornecimento de energia elétrica em geração distribuída** – Orlando A. F.; Souza C. R.; Medeiros L.; Aires J. C.; Magalhães F. P.; Do Val L. G.; Senra P. M. Araújo J. V., 2004;
- [65] **Desenvolvimento de ferramenta para avaliação da penetração da geração distribuída no mercado de energia elétrica** – Orlando A. F.; Souza R. C.; do Val L. G.; Medeiros L.; Aires J. C.; Magalhães F. P.; Taves S. – Junho 2004.
- [66] **Potencial econômico de cogeração a gás Natural no setor hospitalar brasileiro – X CBE – X Congresso Brasileiro de Energia** – Soares J. B.; Szklo A. S.; & Tolmasquim M. T., 2004;
- [67] **Avaliação de Desempenho do Sistema de Aquecimento de água da Planta de Cogeração da PUC-Rio** – Projeto de Graduação – Georg, W. S.- PUC – Dezembro de 2006;
- [68] **Procedimento Experimental para Avaliação Metrológica do Desempenho de Uma Microturbina Utilizada para Geração de Energia Elétrica** – Dissertação de Mestrado – Assunção A. S. – PUC – Rio – Setembro de 2004.

Apêndices

ANEXO A – Teste realizado no dia 09 de Junho de 2006

ANEXO B – Teste realizado no dia 12 de Junho de 2006

ANEXO C – Teste realizado no dia 20 de Junho de 2006

ANEXO D – Teste realizado no dia 21 de Junho de 2006

ANEXO E – Teste realizado no dia 23 de Junho de 2006

ANEXO F – Teste realizado no dia 29 de Junho de 2006

Apêndice A – Teste realizado no dia 09 de Junho de 2006

Tabela A.1 - Desempenho na produção de Potência.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		Po (kW)	COMBUSTÍVEL ENTRADA (GN)			T _{AR ENT} (°C)	P _{AMB} (kPa)	η ELÉTRICA (%)
	(%)	(kW)		VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	HI (kW)			
1	100	28	27,2	15,4	34664	148,5	26,0	99,8	18,3
2			25,0	15,0	34664	144,8	28,8	99,7	17,3
3			24,8	15,4	34664	147,8	30,0	99,7	16,8
4			24,7	15,3	34664	147,6	29,5	99,7	16,7
5			24,8	15,2	34664	146,5	29,5	99,8	16,9
6			24,2	15,6	34664	150,1	29,5	99,7	16,1
7			24,9	15,4	34664	148,0	29,1	99,7	16,8
8			24,8	15,6	34664	150,2	29,6	99,7	16,5
9			24,8	15,6	34664	150,5	29,7	99,6	16,8
10			24,8	15,7	34664	151,9	29,5	99,6	16,3
11			24,8	15,6	34664	150,1	29,2	99,6	16,5
12			24,7	15,7	34664	151,0	29,6	99,6	16,4
13			24,6	15,5	34664	149,1	29,7	99,7	16,5
14			24,8	15,5	34664	149,1	29,4	99,6	16,7
15			24,7	15,7	34664	151,1	29,7	99,6	16,4
16			24,4	15,4	34664	148,2	29,7	99,7	16,5
17			24,2	15,4	34664	148,4	31,2	99,6	16,3
MÉDIA			24,8	15,5	34664	149,0	29,4	99,7	16,6

Tabela A.2 - Condições do GN, fluido recuperador de calor (água) e gases de exaustão da planta de cogeração da PUC-Rio.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		CONDIÇÕES COMBUSTÍVEL ENTRADA (GN)				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	(%)	(kW)	VAZÃO	PCI	PRESSÃO	TEMP	T _{EX IN}	T _{EX OUT}	ΔT _{EXAUSTÃO}	VAZÃO	T _{ÁGUA IN}	T _{ÁGUA OUT}	ΔT _{ÁGUA}
			(Nm ³ /h)	(kJ/Nm ³)	(kPa)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(m ³ /h)	(°C)	(°C)	(°C)
1	100	28	15,4	34664	85,9	27,9	283,5	83,4	200,1	10,7	26,1	30,3	4,19
2			15,0	34664	85,3	27,3	295,0	98,1	196,9	10,7	29,6	34,1	4,59
3			15,4	34664	85,3	26,9	297,0	103,5	193,5	10,7	31,7	36,1	4,33
4			15,3	34664	84,6	26,5	298,1	109,5	188,7	10,6	35,3	39,6	4,30
5			15,2	34664	85,3	26,5	298,7	113,3	185,4	10,7	38,6	42,9	4,29
6			15,6	34664	85,9	26,7	299,4	116,8	182,6	10,7	41,7	46,1	4,36
7			15,4	34664	85,3	25,9	298,9	125,4	173,4	10,7	45,9	50,4	4,45
8			15,6	34664	85,3	24,9	298,9	122,2	176,8	10,7	48,6	52,7	4,14
9			15,6	34664	84,6	24,5	299,4	124,6	174,8	10,6	51,6	55,7	4,08
10			15,8	34664	85,3	24,1	298,8	126,9	171,9	10,7	54,8	58,7	3,86
11			15,6	34664	85,9	23,9	299,2	128,9	170,3	10,7	57,9	61,9	3,97
12			15,7	34664	85,3	23,6	299,0	131,0	168,0	10,7	60,9	64,7	3,74
13			15,5	34664	85,3	23,5	299,3	133,1	166,3	10,7	64,1	67,9	3,85
14			15,5	34664	84,6	23,5	299,4	135,1	164,3	10,6	67,1	70,9	3,79
15			15,7	34664	85,3	23,5	298,9	137,1	161,9	10,7	70,2	73,9	3,72
16			15,4	34664	85,9	23,4	299,6	139,0	160,6	10,7	73,1	76,7	3,69
17			15,4	34664	85,3	23,4	300,1	144,8	155,3	10,7	76,1	79,1	2,95
MÉDIA			15,5	34664	85,3	25,1	297,9	121,9	175,9	10,7	51,3	55,4	4,02

Tabela A.3 - Desempenho na produção de Potência e Calor.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		DESEMPENHO ELÉTRICO			DESEMPENHO TÉRMICO.		T _{AR} ENT (°C)	η _{TOTAL} (%)
			HI (kW)	P _o (kW)	η ELÉTRICA (%)	Q _{H2O} (kW)	η TÉRMICA (%)		
	(%)	(kW)							
1	100	28	148,5	27,2	18,3	51,7	34,8	26,1	53,1
2			144,8	25,0	17,3	56,7	39,1	26,0	56,4
3			147,8	24,8	16,8	53,3	36,1	28,8	52,8
4			147,6	24,7	16,7	52,7	35,7	30,0	52,5
5			146,5	24,8	16,9	52,8	36,0	29,5	52,9
6			150,1	24,2	16,1	53,8	35,8	29,5	51,9
7			148,0	24,9	16,8	54,7	36,9	29,5	53,8
8			150,2	24,8	16,5	50,7	33,8	29,1	50,3
9			150,5	24,8	16,8	49,8	33,1	29,6	49,5
10			151,9	24,8	16,3	47,2	31,1	29,7	47,4
11			150,1	24,8	16,5	48,6	32,4	29,5	48,9
12			151,0	24,7	16,4	45,8	30,4	29,2	46,7
13			149,1	24,6	16,5	46,8	31,4	29,6	47,9
14			149,1	24,8	16,7	45,9	30,8	29,7	47,5
15			151,1	24,7	16,4	45,2	29,9	29,4	46,3
16			148,2	24,4	16,5	44,9	30,3	29,7	46,7
17			148,4	24,2	16,3	35,9	24,2	29,7	40,5
MÉDIA			149,0	24,8	16,6	49,2	33,1	29,3	49,7

Tabela A.4 - Valores da relação ar – combustível, vazão de ar, vazão de combustível e vazão dos gases de exaustão.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		R _{A/C}	m _{AR} (kg/s)	m _{GN} (kg/s)	m _{GAS EXAUST} (kg/s)	Q _{GAS EXAUSTÃO} (kW)
	(%)	(kW)					
1	100	28	99	0,28	0,0031	0,2871	63,2
2			105	0,28	0,0030	0,2843	61,6
3			104	0,28	0,0030	0,2825	60,1
4			103	0,28	0,0030	0,2833	58,8
5			103	0,28	0,0030	0,2839	57,9
6			102	0,28	0,0031	0,2830	56,8
7			103	0,28	0,0030	0,2835	54,1
8			100	0,28	0,0031	0,2835	55,1
9			103	0,28	0,0031	0,2833	54,5
10			100	0,28	0,0031	0,2829	53,5
11			103	0,28	0,0031	0,2836	53,1
12			100	0,28	0,0031	0,2834	52,4
13			102	0,28	0,0031	0,2830	51,8
14			104	0,28	0,0031	0,2836	51,3
15			103	0,28	0,0031	0,2828	50,4
16			102	0,28	0,0030	0,2836	50,1
17			100	0,28	0,0031	0,2812	48,0
MÉDIA			102	0,28	0,0031	0,2834	54,9

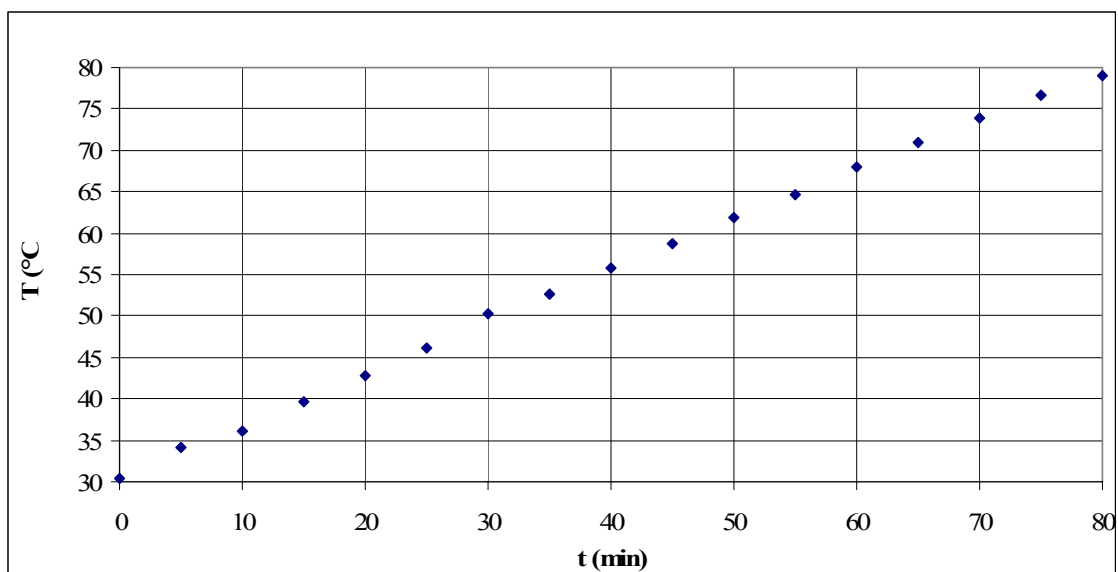


Figura A.1 - Variação da Temperatura de saída da água da caldeira durante o desenvolvimento do teste.

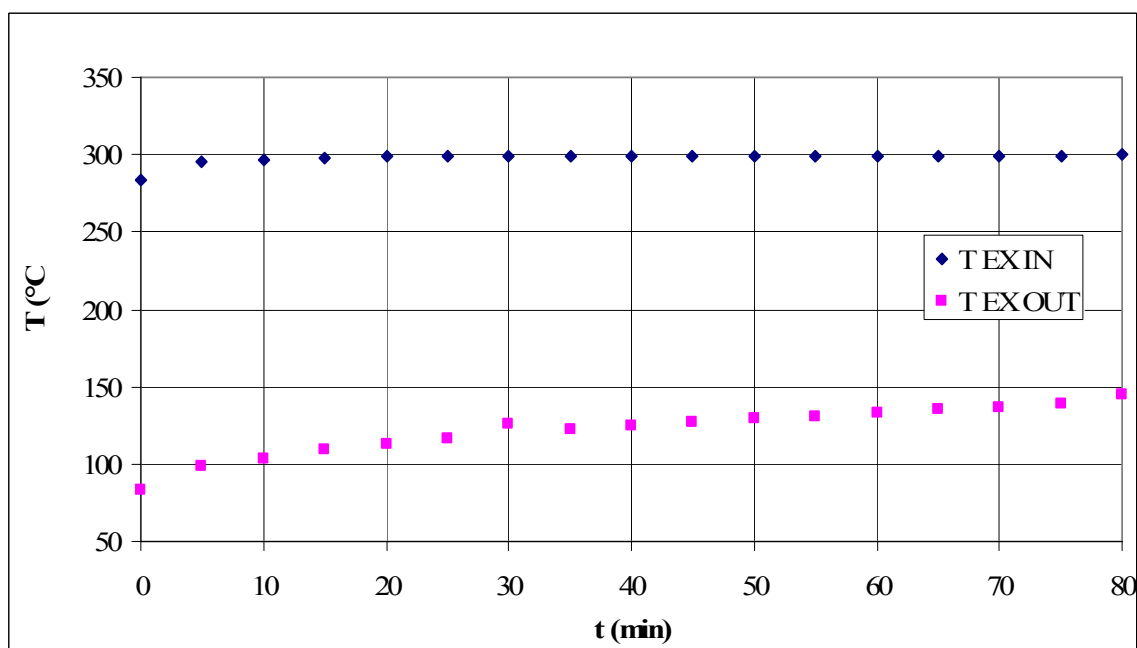


Figura A.2 - Variação da Temperatura dos gases de exaustão que entram (T EX IN) e saem (T EX OUT) da caldeira de recuperação durante o desenvolvimento do teste.

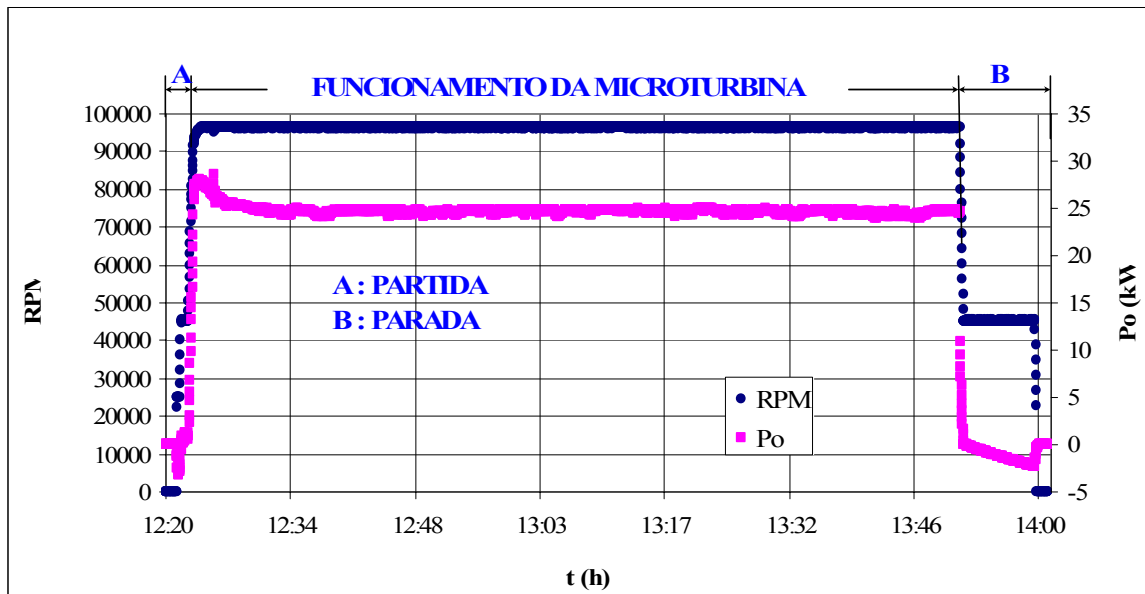


Figura A.3 - Variação das RPM e Potência Gerada pelo sistema (P_o) durante o desenvolvimento do teste.

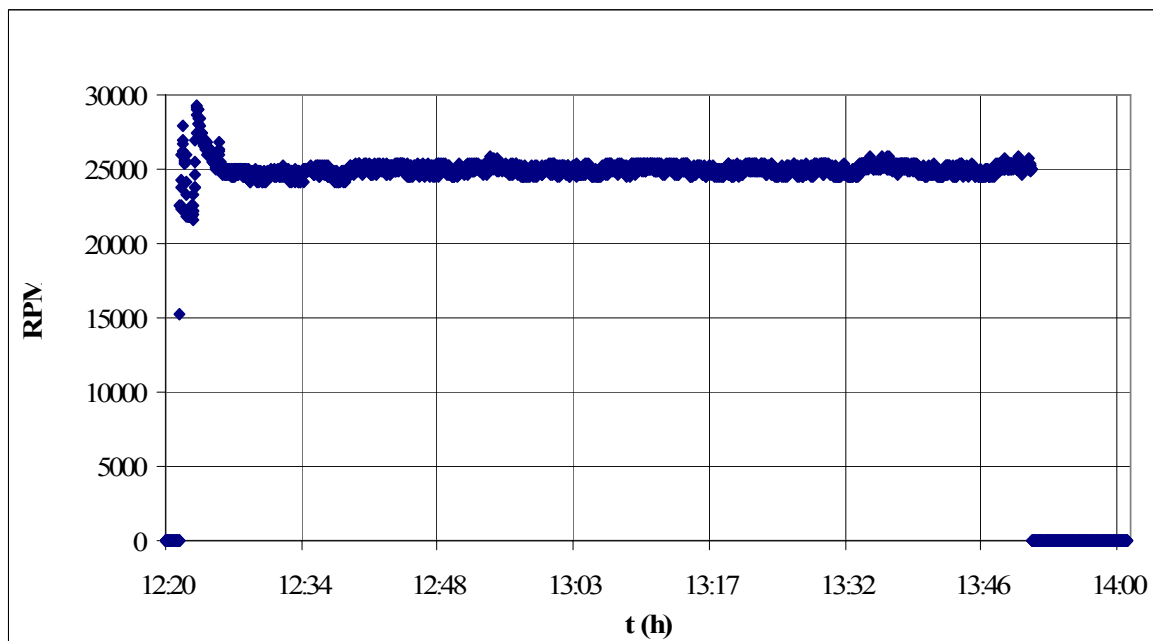


Figura A.4 - Variação das RPM do compressor de Gás Natural durante o desenvolvimento do teste.

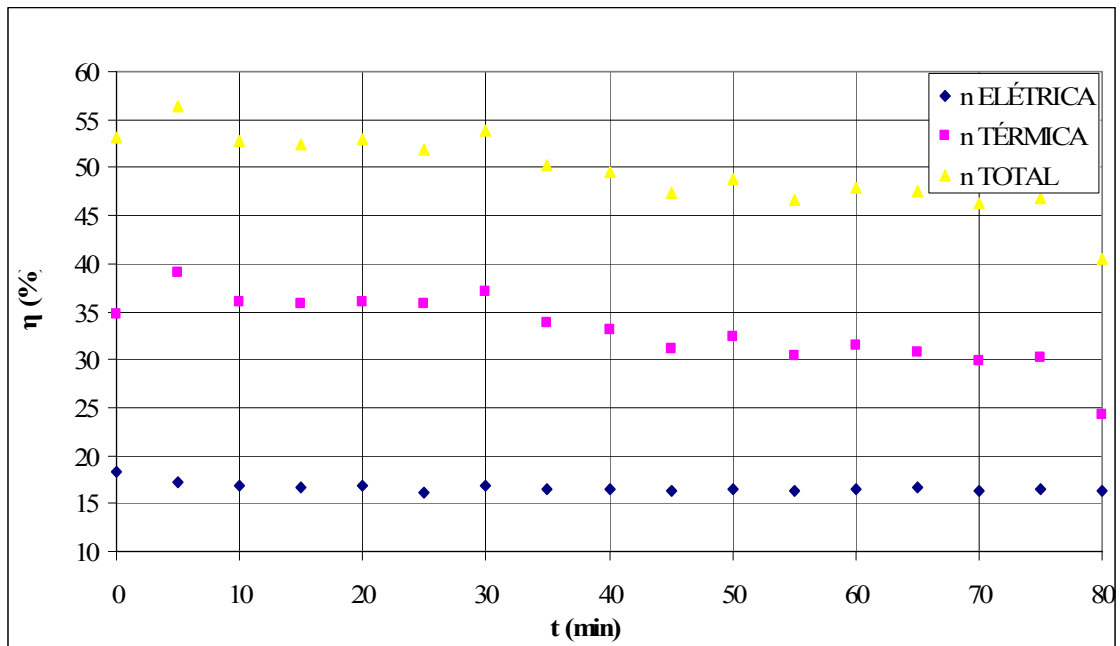


Figura A.5 - Variação da eficiência elétrica, térmica e total da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

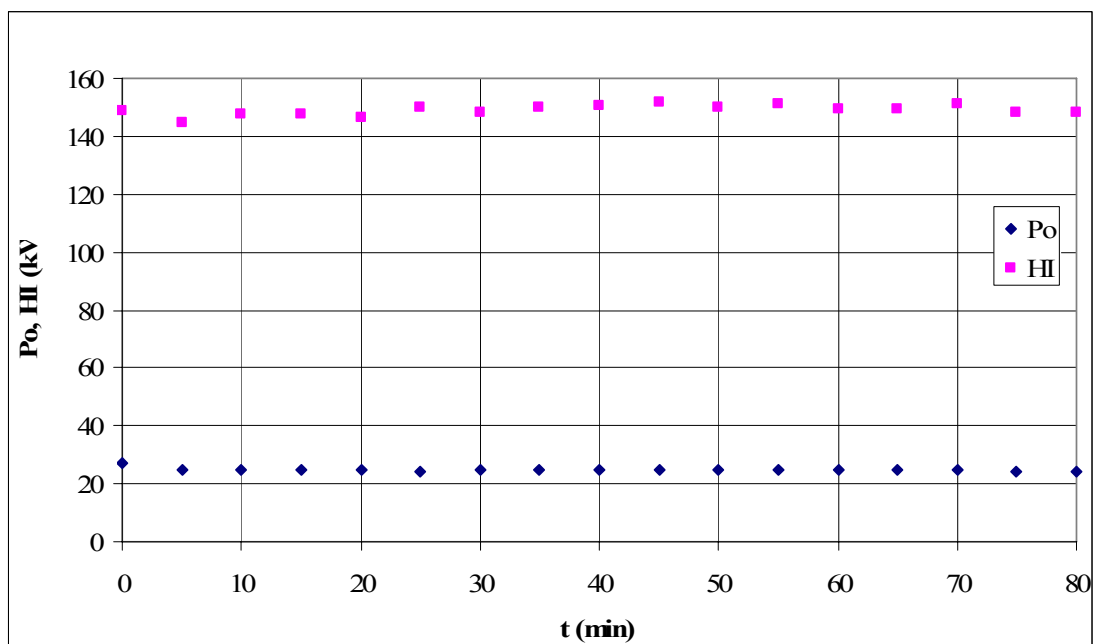


Figura A.6 - Potência elétrica gerada (P_o) e Energia fornecida pelo Gás Natural (HI) da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

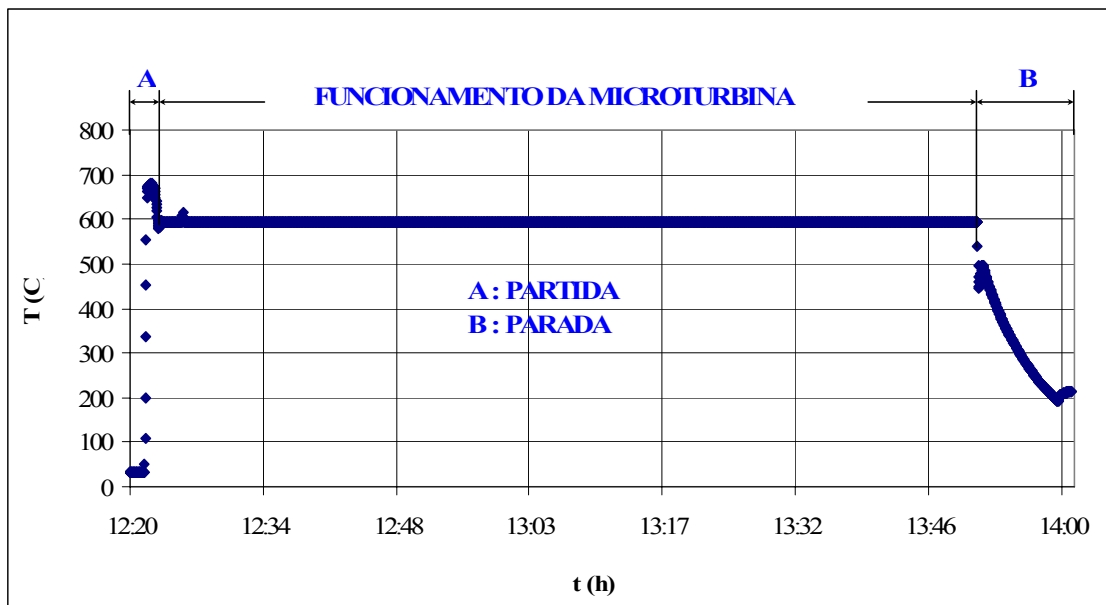


Figura A.7 - Variação da Temperatura de exaustão da microturbina durante o desenvolvimento do teste.

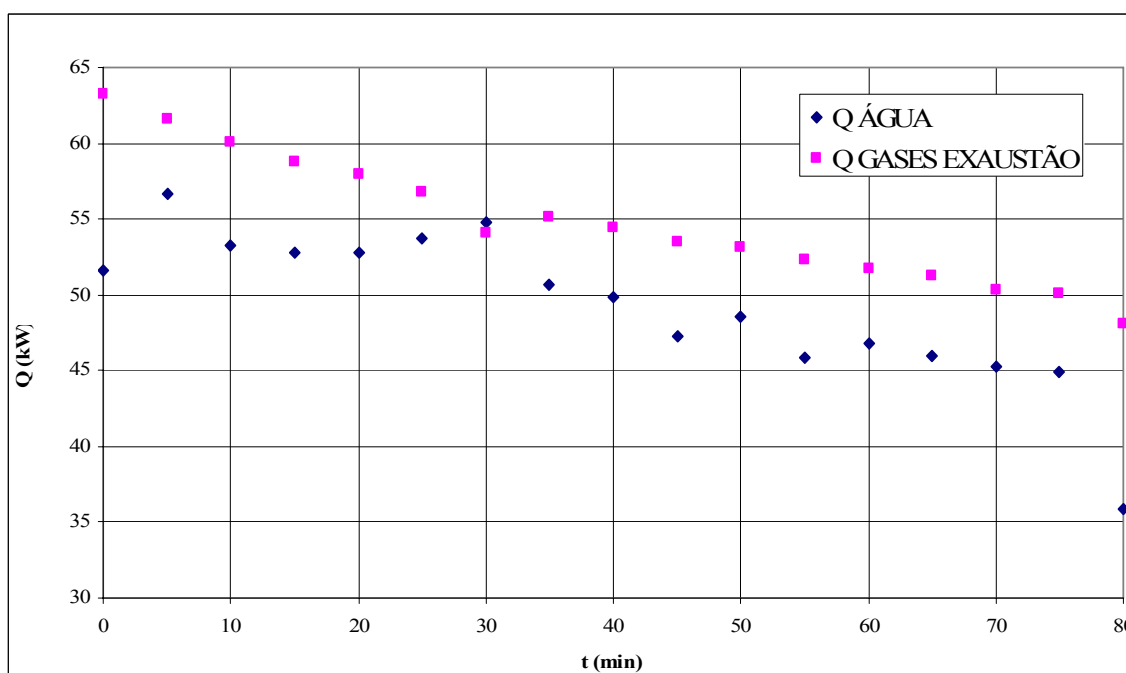


Figura A.8 - Variação do calor da água (Q ÁGUA) e o calor dos gases de exaustão (Q GASES EXAUSTÃO) durante o desenvolvimento do teste.

Apêndice B – Teste realizado no dia 12 de Junho de 2006

Tabela B.1 - Desempenho na produção de Potência.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		Po (kW)	COMBUSTÍVEL ENTRADA (GN)			T _{AR ENT} (°C)	P _{AMB} (kPa)	η _{ELÉTRICA} (%)
	(%)	(kW)		VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	HI (kW)			
1	75	21	20,9	13,4	34664	128,9	23,7	100,4	16,3
2			21,0	13,2	34664	127,5	25,6	100,2	16,5
3			21,0	13,2	34664	126,6	26,0	100,3	16,9
4			21,1	13,3	34664	127,6	26,7	100,3	16,5
5			21,0	13,2	34664	126,9	27,5	100,3	16,6
6			21,0	13,2	34664	127,5	26,7	100,2	16,5
7			21,1	13,2	34664	127,0	27,6	100,2	16,6
8			20,9	13,3	34664	127,6	28,3	100,2	16,4
9			21,1	13,3	34664	127,9	27,5	100,3	16,5
10			21,0	13,2	34664	127,3	29,0	100,3	16,5
11			21,0	13,2	34664	127,2	28,7	100,3	16,5
12			20,9	13,2	34664	127,2	26,0	100,3	16,5
13			20,9	13,2	34664	127,2	27,6	100,3	16,4
14			21,1	13,0	34664	125,6	26,2	100,3	16,8
15			21,0	13,3	34664	127,7	28,3	100,3	16,5
16			21,0	13,2	34664	127,5	29,4	100,4	16,5
17			20,9	13,1	34664	126,5	27,6	100,3	16,6
18			21,0	13,2	34664	127,3	29,4	100,3	16,5
19			21,0	13,4	34664	128,9	29,1	100,3	16,3
20			21,0	13,5	34664	130,0	29,1	100,2	16,2
21			20,9	13,2	34664	126,6	28,2	100,3	16,5
22			21,0	13,2	34664	126,6	26,1	100,3	16,6
23			20,9	13,1	34664	126,5	27,5	100,4	16,5
24			20,9	13,2	34664	127,3	27,9	100,3	16,4
MÉDIA			21,0	13,2	34664	127,4	27,5	100,3	16,5

Tabela B.2 - Condições do GN, fluido recuperador de calor (água) e gases de exaustão da planta de cogeração da PUC-Rio.

Nº	CONDIÇÃO		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	TESTE		VAZÃO (Nm³/h)	PCI (kJ/Nm³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m³/h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
	(%)	(kW)											
1	75	21	13,4	34664	87,38	20,6	255,5	78,1	177,4	10,7	40,1	43,3	3,21
2			13,2	34664	85,41	20,8	269,1	91,8	177,3	10,7	42,7	46,1	3,45
3			13,2	34664	85,47	20,9	274,1	99,7	174,5	10,6	45,4	48,9	3,50
4			13,3	34664	84,78	21,0	275,8	104,5	171,2	10,7	48,1	51,6	3,50
5			13,2	34664	84,96	21,1	277,1	108,3	168,8	10,7	50,7	54,2	3,49
6			13,2	34664	85,42	21,2	276,8	111,1	165,7	10,7	53,5	56,9	3,45
7			13,2	34664	85,34	21,2	277,9	113,7	164,2	10,6	56,1	59,5	3,42
8			13,3	34664	85,16	21,2	278,5	116,2	162,3	10,7	58,8	62,2	3,37
9			13,3	34664	84,84	21,2	278,8	118,5	160,3	10,7	61,4	64,8	3,36
10			13,2	34664	85,17	21,2	279,7	120,7	159,0	10,7	63,9	67,3	3,31
11			13,2	34664	85,53	21,2	279,8	122,8	157,1	10,7	66,5	69,8	3,28
12			13,2	34664	86,36	21,3	279,3	124,4	154,9	10,7	69,1	72,3	3,21
13			13,2	34664	84,75	21,3	280,5	126,6	153,9	10,7	71,6	74,8	3,20
14			13,0	34664	85,66	21,3	280,5	128,4	152,1	10,7	74,0	77,2	3,14
15			13,3	34664	84,69	21,4	280,8	130,2	150,6	10,8	76,5	79,6	3,09
16			13,2	34664	84,88	21,4	281,9	132,3	149,7	10,7	78,9	81,9	3,08
17			13,1	34664	85,43	21,4	281,0	138,6	142,4	10,7	81,3	83,9	2,59
18			13,2	34664	85,22	21,5	281,9	224,0	57,9	10,7	82,2	82,9	0,79
19			13,4	34664	85,00	21,4	283,2	229,8	53,4	10,8	82,7	83,5	0,81
20			13,5	34664	87,11	21,4	282,6	231,2	51,4	10,8	83,2	84,1	0,81
21			13,2	34664	86,88	21,4	281,9	231,4	50,6	10,8	83,8	84,7	0,82
22			13,2	34664	87,67	21,4	281,3	231,6	49,6	10,8	84,4	85,2	0,83
23			13,1	34664	87,74	21,5	281,6	231,8	49,9	10,8	84,9	85,8	0,81
24			13,2	34664	87,26	21,5	281,9	232,3	49,7	10,7	85,5	86,3	0,81
MÉDIA			13,2	34664	85,81	21,2	278,4	149,1	129,3	10,7	67,7	70,3	2,6

Tabela B.3 - Desempenho na produção de Potência e Calor.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		DESEMPENHO ELÉTRICO			DESEMPENHO TÉRM.		T _{ARENT} (°C)	η _{TOTAL} (%)
			HI (kW)	Po (kW)	η _{ELÉTRICA} (%)	Q H ₂ O (kW)	η _{TÉRMICA} (%)		
	(%)	(kW)							
1	75	21	128,9	20,9	16,3	39,6	30,7	23,7	47,0
2			127,5	21,0	16,5	42,3	33,2	25,6	49,6
3			126,6	21,0	16,9	42,8	33,8	26,0	50,4
4			127,6	21,1	16,5	42,8	33,5	26,7	50,0
5			126,9	21,0	16,6	42,7	33,6	27,5	50,2
6			127,5	21,0	16,5	42,1	33,0	26,7	49,5
7			127,0	21,1	16,6	41,6	32,7	27,6	49,3
8			127,6	20,9	16,4	41,2	32,3	28,3	48,7
9			127,9	21,1	16,5	41,1	32,1	27,5	48,6
10			127,3	21,0	16,5	40,5	31,8	29,0	48,3
11			127,2	21,0	16,5	39,9	31,4	28,7	47,9
12			127,2	20,9	16,5	39,1	30,8	26,0	47,2
13			127,2	20,9	16,4	39,0	30,7	27,6	47,1
14			125,6	21,1	16,8	38,2	30,4	26,2	47,2
15			127,7	21,0	16,5	37,7	29,6	28,3	46,0
16			127,5	21,0	16,5	37,4	29,3	29,4	45,8
17			126,5	20,9	16,6	31,5	24,9	27,6	41,4
18			127,3	21,0	16,5	9,6	7,5	29,4	24,0
19			128,9	21,0	16,3	9,9	7,7	29,1	23,9
20			130,0	21,0	16,2	9,9	7,6	29,1	23,8
21			126,6	20,9	16,5	10,0	7,9	28,2	24,4
22			126,6	21,0	16,6	10,1	8,0	26,1	24,6
23			126,5	20,9	16,5	9,9	7,8	27,5	24,3
24			127,3	20,9	16,4	9,8	7,72	27,9	24,1
MÉDIA			127,4	21,0	16,5	31,2	24,5	27,5	41,0

Tabela B.4 - Valores da relação ar – combustível, vazão de ar, vazão de combustível e vazão dos gases de exaustão.

Nº	CONDIÇÃO		R _{A/C}	m _{AR} (kg/s)	m _{GN} (kg/s)	m _{GAS} EXAUST (kg/s)	Q _{GÁS} EXAUSTÃO (kW)
	(%)	(kW)					
1	75	21	129	0,25	0,0026	0,2556	49,9
2			104	0,25	0,0026	0,2558	49,9
3			104	0,26	0,0026	0,2581	49,5
4			99	0,25	0,0026	0,2571	48,4
5			102	0,25	0,0026	0,2571	47,7
6			97	0,25	0,0026	0,2561	46,7
7			104	0,25	0,0026	0,2575	46,5
8			101	0,25	0,0026	0,2566	45,8
9			101	0,25	0,0026	0,2568	45,3
10			100	0,25	0,0026	0,2561	44,8
11			100	0,25	0,0026	0,2571	44,4
12			100	0,26	0,0026	0,2580	44,0
13			102	0,26	0,0026	0,2583	43,7
14			100	0,26	0,0026	0,2586	43,3
15			101	0,25	0,0026	0,2570	42,6
16			100	0,25	0,0026	0,2566	42,3
17			101	0,26	0,0026	0,2579	40,4
18			101	0,25	0,0026	0,2567	16,4
19			100	0,26	0,0026	0,2582	15,2
20			99	0,25	0,0027	0,2564	14,5
21			101	0,26	0,0026	0,2580	14,3
22			99	0,26	0,0026	0,2582	14,1
23			103	0,26	0,0026	0,2585	14,2
24			102	0,25	0,0026	0,2575	14,1
MÉDIA			102	0,25	0,0026	0,2572	36,6

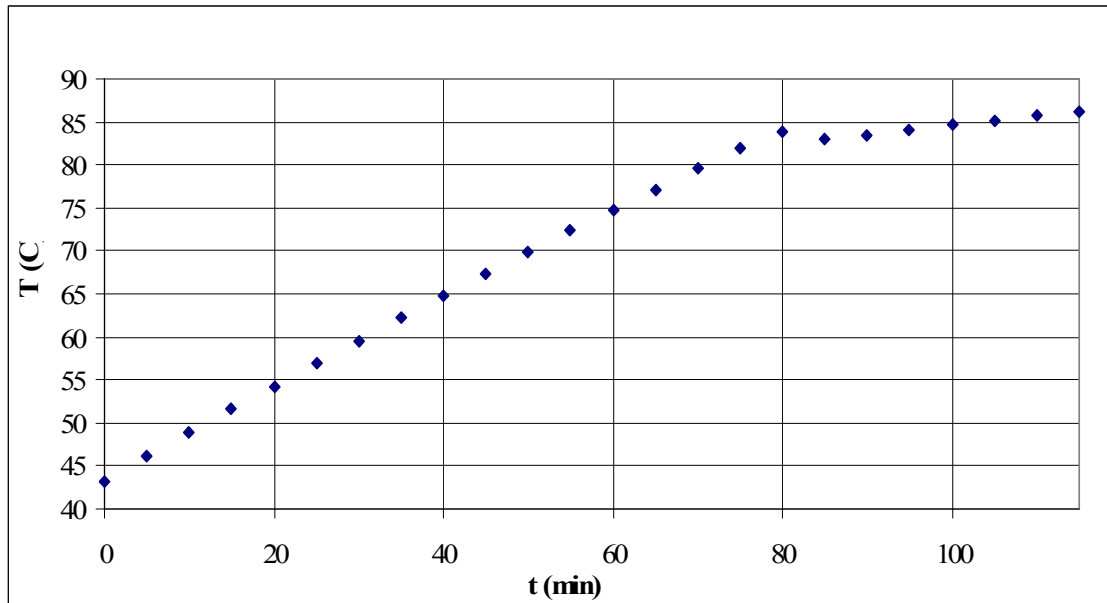


Figura B.1 - Variação da Temperatura de saída da água da caldeira durante o desenvolvimento do teste.

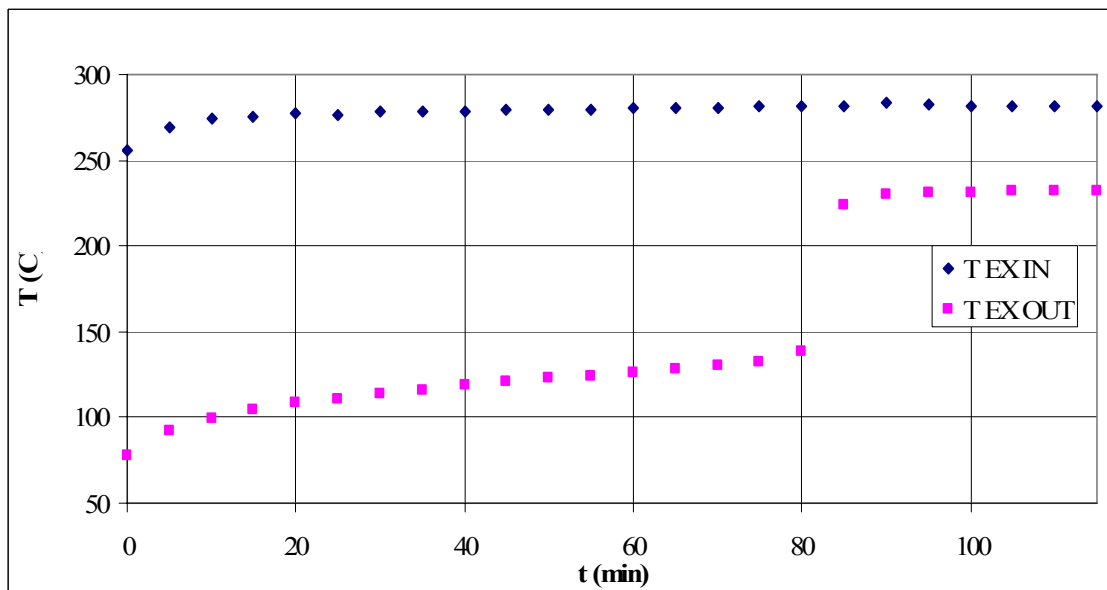


Figura B.2 - Variação da Temperatura dos gases de exaustão que entram (T EX IN) e saem (T EX OUT) da caldeira de recuperação durante o desenvolvimento do teste.

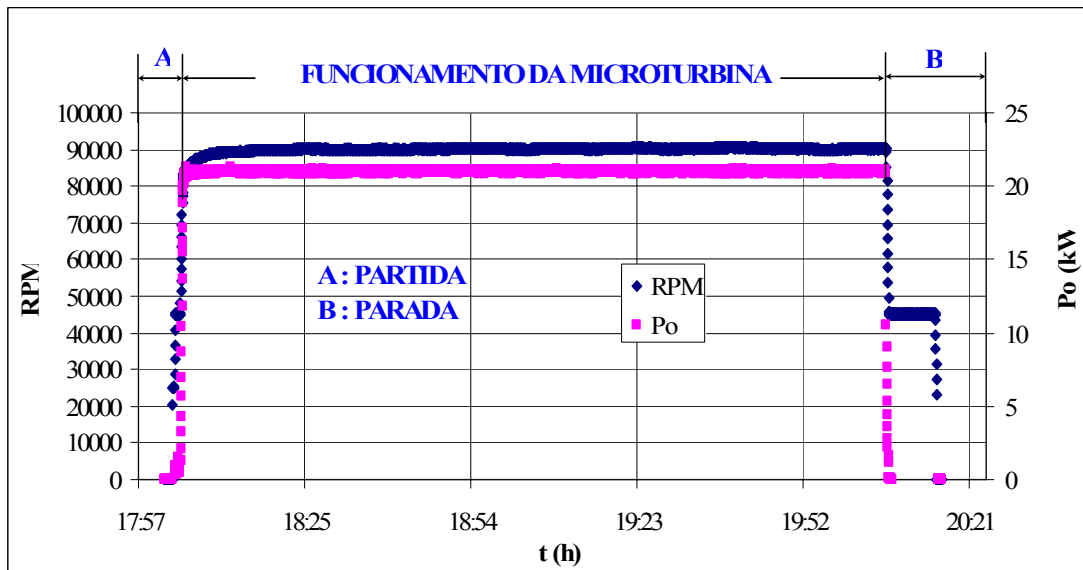


Figura B.3 - Variação das RPM e Potência Gerada pelo sistema (P_o) durante o desenvolvimento do teste.

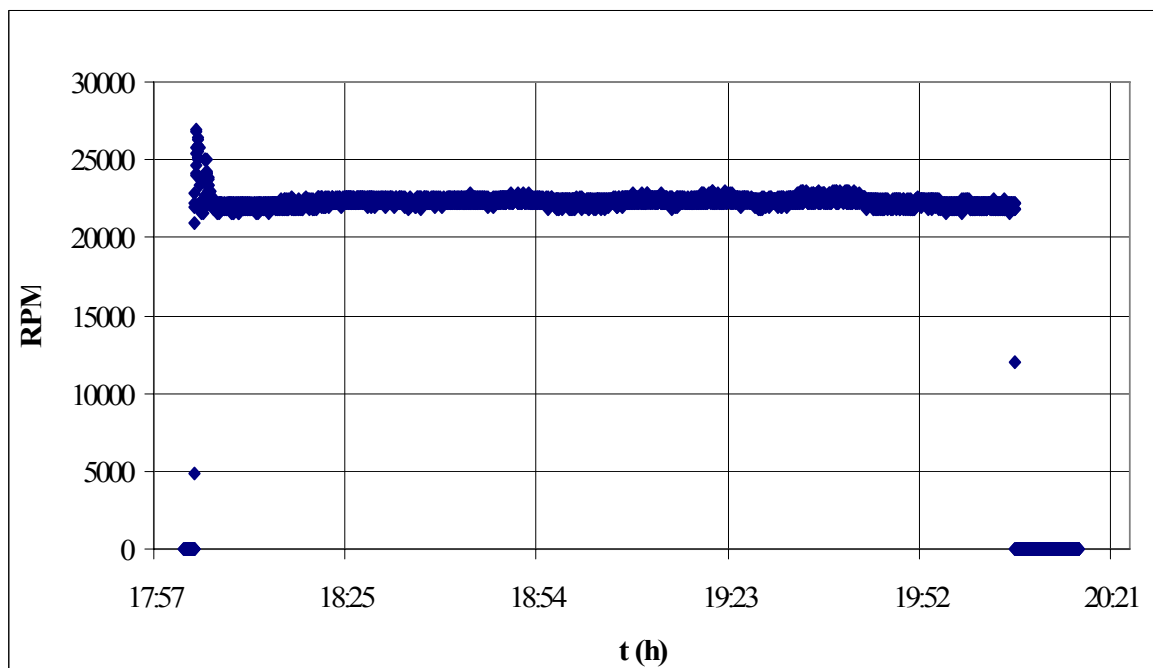


Figura B.4 - Variação das RPM do compressor de Gás Natural durante o desenvolvimento do teste.

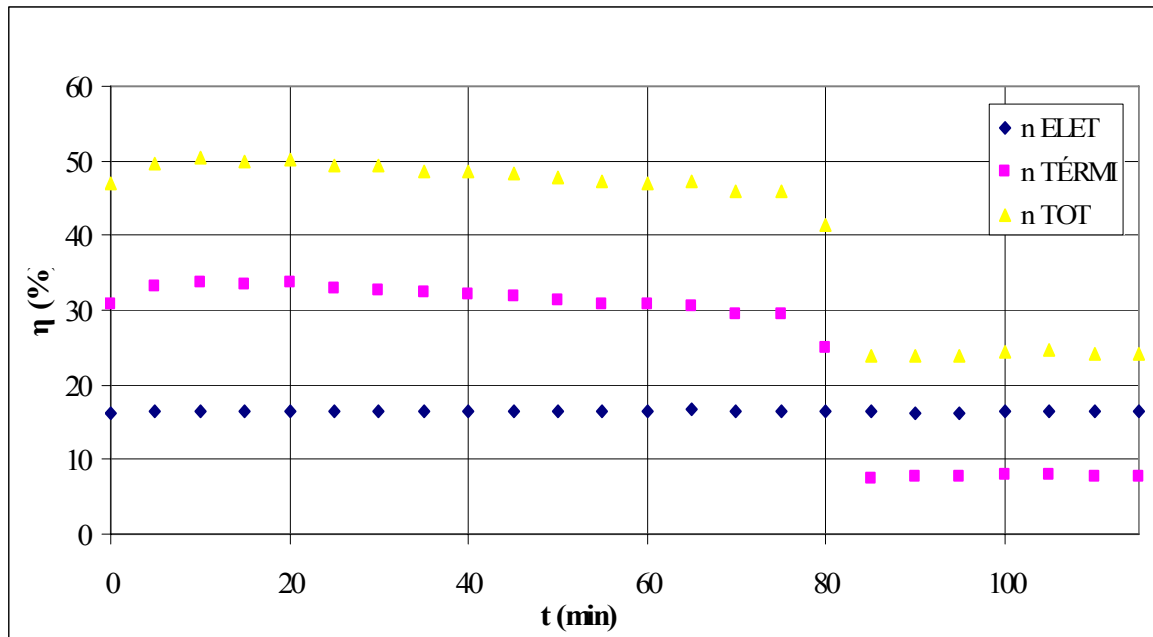


Figura B.5 - Variação da eficiência elétrica, térmica e total da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

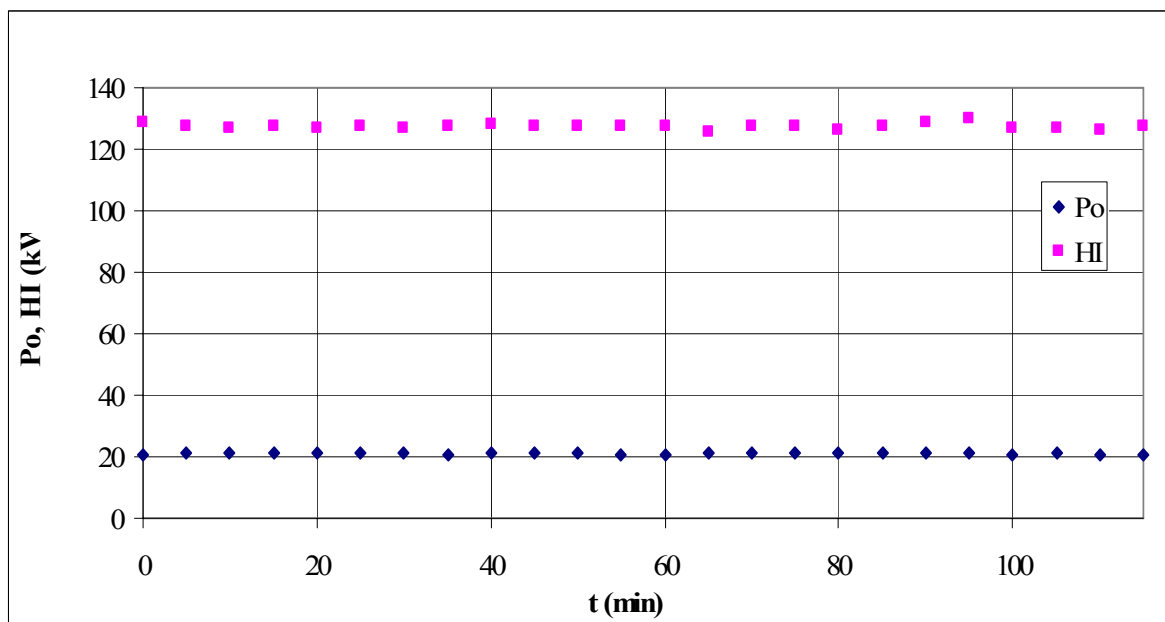


Figura B.6 - Potência elétrica gerada (Po) e Energia fornecida pelo Gás Natural (HI) da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

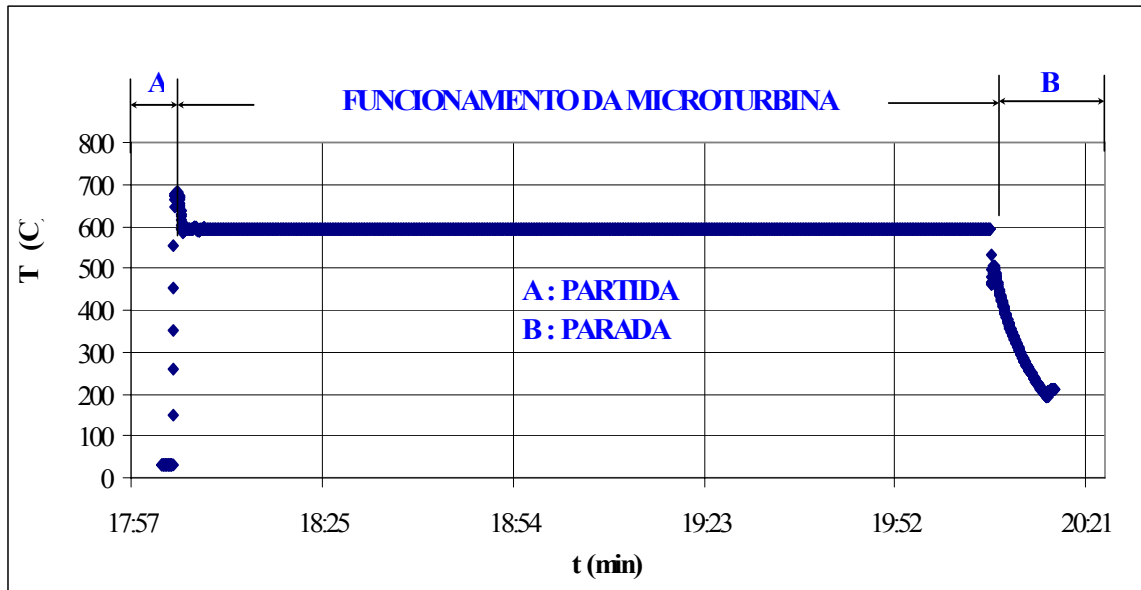


Figura B.7 - Variação da Temperatura de exaustão de microturbina durante o desenvolvimento do teste.

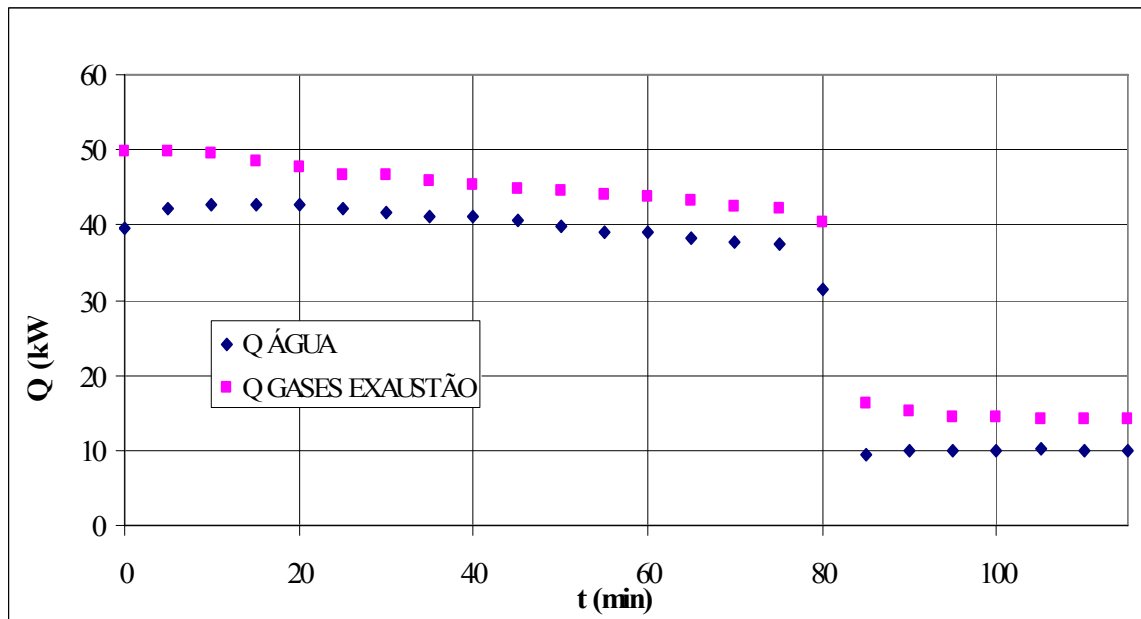


Figura B.8 - Variação do calor da água (Q ÁGUA) e o calor dos gases de exaustão (Q GASES EXAUSTÃO) durante o desenvolvimento do teste.

Apêndice C – Teste realizado no dia 20 de Junho de 2006

Tabela C.1 - Desempenho na produção de Potência.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		Po (kW)	COMBUSTÍVEL ENTRADA (GN)			T _{ARENT} (°C)	P _{AMB} (kPa)	η _{ELÉTRICA} (%)
	(%)	(kW)		VAZÃO	PCI	HI			
			(Nm ³ /h)	(kJ/Nm ³)	(kW)				
1	50	14	14,0	9,8	34664	94,1	21,2	100,0	14,9
2			13,8	9,1	34664	88,0	24,6	100,0	15,6
3			14,1	8,9	34664	86,2	25,5	99,9	16,3
4			13,9	8,9	34664	85,3	26,4	100,1	16,3
5			14,0	8,9	34664	85,8	26,1	100,1	16,3
6			14,1	8,8	34664	85,0	26,0	100,0	16,6
7			13,7	8,6	34664	82,8	26,9	100,0	16,6
8			14,0	8,7	34664	83,6	27,2	100,0	16,7
9			14,1	8,8	34664	84,9	25,9	99,9	16,6
10			13,9	8,8	34664	85,1	28,3	100,0	16,3
11			14,1	8,8	34664	84,8	26,2	99,9	16,6
12			13,9	8,9	34664	85,6	27,5	100,0	16,2
13			13,9	8,9	34664	85,5	27,2	100,0	16,2
14			13,8	8,8	34664	84,8	26,0	99,9	16,3
15			14,1	8,8	34664	84,7	29,0	100,0	16,7
16			13,9	8,9	34664	85,8	26,7	100,0	16,3
17			14,3	8,9	34664	86,2	27,6	100,0	16,6
18			14,4	8,9	34664	86,5	26,5	99,9	16,6
19			13,7	8,9	34664	85,9	27,8	100,0	15,9
20			14,0	8,8	34664	85,0	27,8	100,0	16,5
21			13,9	8,9	34664	86,0	28,1	100,0	16,1
22			14,1	9,0	34664	86,7	27,8	100,0	16,2
23			14,0	9,0	34664	87,0	26,2	100,0	16,1
24			14,1	8,9	34664	85,5	27,0	100,0	16,5
25			14,1	8,8	34664	84,9	27,2	100,0	16,7
26			13,9	9,1	34664	87,4	27,8	100,0	15,9
27			14,2	9,1	34664	87,7	26,5	99,9	16,2
28			13,9	9,1	34664	87,6	26,2	100,0	15,9
29			14,0	9,1	34664	87,5	27,8	99,9	15,9
30			14,1	9,0	34664	86,9	27,8	100,0	16,3
31			14,1	9,1	34664	87,6	26,5	100,0	16,1
MÉDIA			14,0	8,9	34664	86,1	26,8	100,0	16,3

Tabela C.2 - Condições do GN, fluido recuperador de calor (água) e gases de exaustão da planta de cogeração da PUC-Rio.

Nº	CONDIÇÃO		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	TESTE		VAZÃO (Nm³/h)	PCI (kJ/Nm³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m³/h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
	(%)	(kW)											
1	50	14	9,8	34664	86,19	19,8	171,8	42,4	129,4	10,5	26,6	28,8	2,21
2			9,1	34664	86,22	19,8	246,8	67,4	179,4	10,5	29,4	32,3	2,91
3			8,9	34664	86,20	19,9	252,3	73,5	178,8	10,5	30,9	33,9	2,91
4			8,9	34664	86,29	19,9	257,1	78,8	178,4	10,5	33,3	36,2	2,95
5			8,9	34664	86,83	19,9	257,1	82,4	174,7	10,5	35,3	38,3	2,98
6			8,8	34664	85,77	19,9	257,2	85,5	171,7	10,5	37,6	40,6	2,96
7			8,6	34664	86,15	19,9	257,5	87,9	169,5	10,5	39,9	42,8	2,94
8			8,7	34664	85,70	19,9	257,9	90,3	167,6	10,6	42,2	45,2	2,93
9			8,8	34664	85,75	19,9	257,7	92,2	165,5	10,6	44,4	47,3	2,86
10			8,8	34664	86,19	19,9	258,2	94,1	164,1	10,6	46,6	49,4	2,83
11			8,8	34664	86,73	19,9	257,5	95,9	161,6	10,6	48,7	51,6	2,82
12			8,9	34664	87,26	19,9	258,1	97,7	160,5	10,6	50,9	53,7	2,76
13			8,9	34664	87,38	19,9	258,3	99,3	158,9	10,6	53,0	55,8	2,74
14			8,8	34664	86,54	19,9	257,8	100,9	156,8	10,6	55,2	57,9	2,71
15			8,8	34664	86,74	19,9	259,1	102,7	156,4	10,6	57,1	59,8	2,67
16			8,9	34664	85,93	19,9	258,5	104,2	154,3	10,6	59,3	61,9	2,64
17			8,9	34664	86,09	19,9	258,8	105,7	153,1	10,6	61,3	63,9	2,61
18			8,9	34664	86,20	19,9	258,3	107,1	151,2	10,7	63,3	65,9	2,59
19			8,9	34664	86,11	19,8	258,8	108,6	150,2	10,7	65,1	67,7	2,55
20			8,8	34664	86,94	19,8	258,9	110,1	148,8	10,7	67,1	69,6	2,52
21			8,9	34664	86,42	19,8	259,2	111,8	147,4	10,7	69,4	71,9	2,42
22			9,0	34664	86,24	19,8	259,0	112,9	146,1	10,7	70,9	73,4	2,45
23			9,0	34664	87,75	19,7	258,6	114,3	144,3	10,7	72,8	75,3	2,42
24			8,8	34664	88,03	19,7	258,8	115,6	143,2	10,7	74,5	76,9	2,38
25			8,8	34664	87,99	19,7	259,5	117,1	142,4	10,7	76,6	78,9	2,36
26			9,1	34664	87,23	19,7	259,2	118,7	140,5	10,7	78,4	80,8	2,35
27			9,1	34664	88,36	19,7	258,5	119,6	138,9	10,8	79,9	82,2	2,30

Nº	CONDIÇÃO		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	TESTE		VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m ³ /h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
	(%)	(kW)											
29			9,1	34664	88,87	19,7	259,1	203,5	55,7	10,8	82,4	82,9	0,50
30			9,0	34664	87,85	19,7	259,2	209,8	49,4	10,8	82,7	83,3	0,52
31			9,1	34664	89,51	19,7	258,4	211,4	46,9	10,8	83,1	83,6	0,54
MÉDIA			8,9	34664	86,90	19,8	255,0	109,1	145,9	10,6	58,1	60,5	2,44

Tabela C.3 - Desempenho na produção de Potência e Calor.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		DESEMPENHO ELÉTRICO			DESEMPENHO TÉRM.		T _{AR ENT} (°C)	η _{TOT} (%)
	(%)	(kW)	HI (kW)	Po (kW)	η _{ELÉTRICA} (%)	Q H2O (kW)	η _{TÉRMICA} (%)		
1	50	14	94,1	14,0	14,9	26,8	28,4	21,2	43,3
2			88,0	13,8	15,6	35,3	40,1	24,6	55,7
3			86,2	14,1	16,3	35,4	41,1	25,5	57,4
4			85,3	13,9	16,3	35,9	42,0	26,4	58,3
5			85,8	14,0	16,3	36,1	42,1	26,1	58,4
6			85,0	14,1	16,6	36,0	42,3	26,0	58,9
7			82,8	13,7	16,6	35,6	43,1	26,9	59,7
8			83,6	14,0	16,7	35,6	42,6	27,2	59,3
9			84,9	14,1	16,6	34,9	41,1	25,9	57,6
10			85,1	13,9	16,3	34,5	40,6	28,3	56,8
11			84,8	14,1	16,6	34,4	40,6	26,2	57,2
12			85,6	13,9	16,2	33,6	39,2	27,5	55,4
13			85,5	13,9	16,2	33,4	39,1	27,2	55,3
14			84,8	13,8	16,3	32,9	38,7	26,0	55,0
15			84,7	14,1	16,7	32,4	38,3	29,0	54,9
16			85,8	13,9	16,3	32,0	37,3	26,7	53,6
17			86,2	14,3	16,6	31,7	36,8	27,6	53,4
18			86,5	14,4	16,6	31,5	36,4	26,5	53,0
19			85,9	13,7	15,9	31,0	36,0	27,8	51,9
20			85,0	14,0	16,5	30,7	36,0	27,8	52,5
21			86,0	13,9	16,1	29,4	34,2	28,1	50,3
22			86,7	14,1	16,2	29,8	34,4	27,8	50,7
23			87,0	14,0	16,1	29,4	33,8	26,2	50,0
24			85,5	14,1	16,5	28,9	33,7	27,0	50,2
25			84,9	14,1	16,7	28,7	33,7	27,2	50,4
26			87,4	13,9	15,9	28,6	32,7	27,8	48,6
27			87,7	14,2	16,2	28,0	31,9	26,5	48,1
28			87,6	13,9	15,9	27,4	31,3	26,2	47,1
29			87,5	14,0	15,9	6,1	6,9	27,8	23,0
30			86,9	14,1	16,3	6,4	7,4	27,8	23,6
31			87,6	14,1	16,1	6,5	7,4	26,5	23,5
MÉDIA			86,1	13,9	16,3	29,64	34,5	26,7	50,7

Tabela C.4 - Valores da relação ar – combustível, vazão de ar, vazão de combustível e vazão dos gases de exaustão.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		R _{A/C}	m _{AR} (kg/s)	m _{GN} (kg/s)	m _{GAS EXAUST} (kg/s)	Q _{GÁS} EXAUSTÃO (kW)
	(%)	(kW)					
1	50	14	182	0,20	0,0019	0,2048	29,2
2			208	0,21	0,0018	0,2100	41,5
3			200	0,21	0,0018	0,2118	41,7
4			201	0,21	0,0018	0,2125	41,7
5			200	0,21	0,0018	0,2138	41,1
6			200	0,21	0,0017	0,2128	40,2
7			210	0,21	0,0017	0,2126	39,6
8			202	0,21	0,0017	0,2126	39,2
9			195	0,21	0,0017	0,2126	38,7
10			202	0,21	0,0017	0,2126	38,4
11			200	0,21	0,0017	0,2126	37,8
12			202	0,21	0,0018	0,2128	37,6
13			207	0,21	0,0018	0,2128	37,2
14			203	0,21	0,0017	0,2126	36,7
15			190	0,21	0,0017	0,2110	36,3
16			199	0,21	0,0018	0,2118	35,9
17			197	0,21	0,0018	0,2119	35,7
18			202	0,21	0,0018	0,2122	35,3
19			197	0,21	0,0018	0,2125	35,1
20			201	0,21	0,0017	0,2110	34,5
21			203	0,21	0,0018	0,2114	34,3
22			193	0,21	0,0018	0,2122	34,1
23			195	0,21	0,0018	0,2127	33,8
24			193	0,21	0,0018	0,2111	33,3
25			194	0,21	0,0017	0,2126	33,3
26			202	0,21	0,0018	0,2115	32,7
27			198	0,21	0,0018	0,2122	32,4
28			201	0,21	0,0018	0,2132	32,3
29			198	0,21	0,0018	0,2114	12,9
30			190	0,21	0,0018	0,2122	11,5
31			197	0,21	0,0018	0,2118	10,9
MÉDIA			199	0,21	0,0018	0,2119	34,0

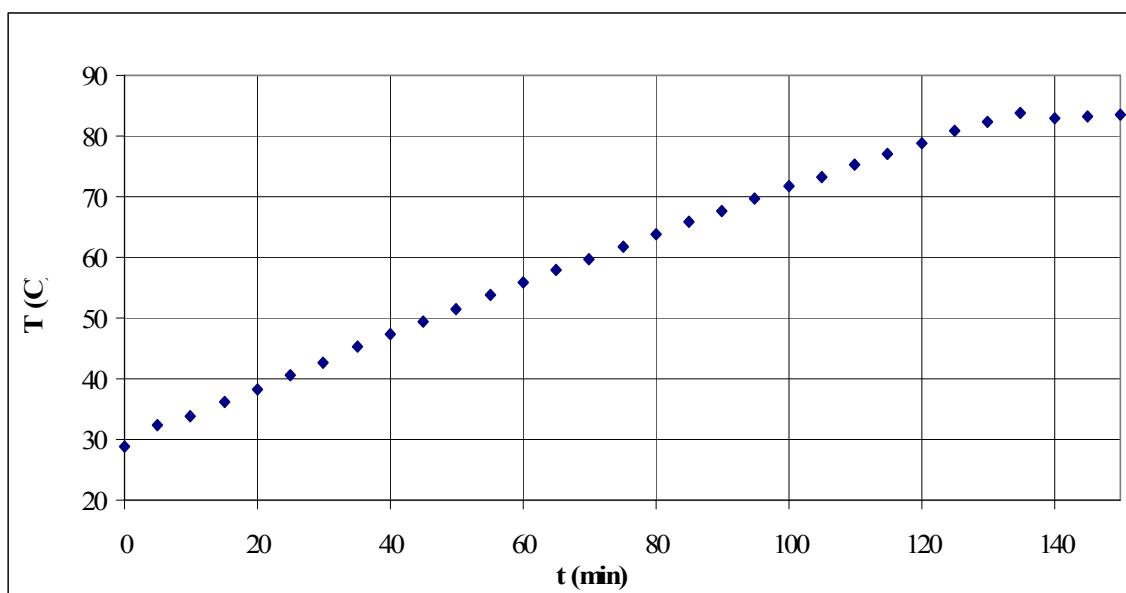


Figura C.1 - Variação da Temperatura de saída da água da caldeira durante o desenvolvimento do teste.

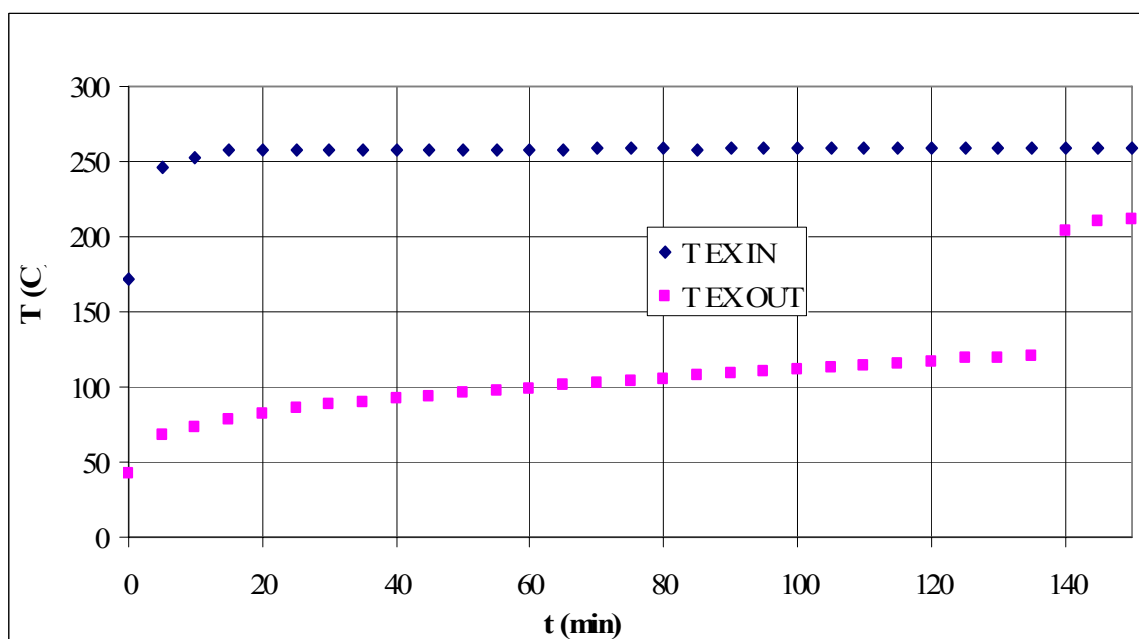


Figura C.2 - Variação da Temperatura dos gases de exaustão que entram (T EX IN) e saem (T EX OUT) da caldeira de recuperação durante o desenvolvimento do teste.

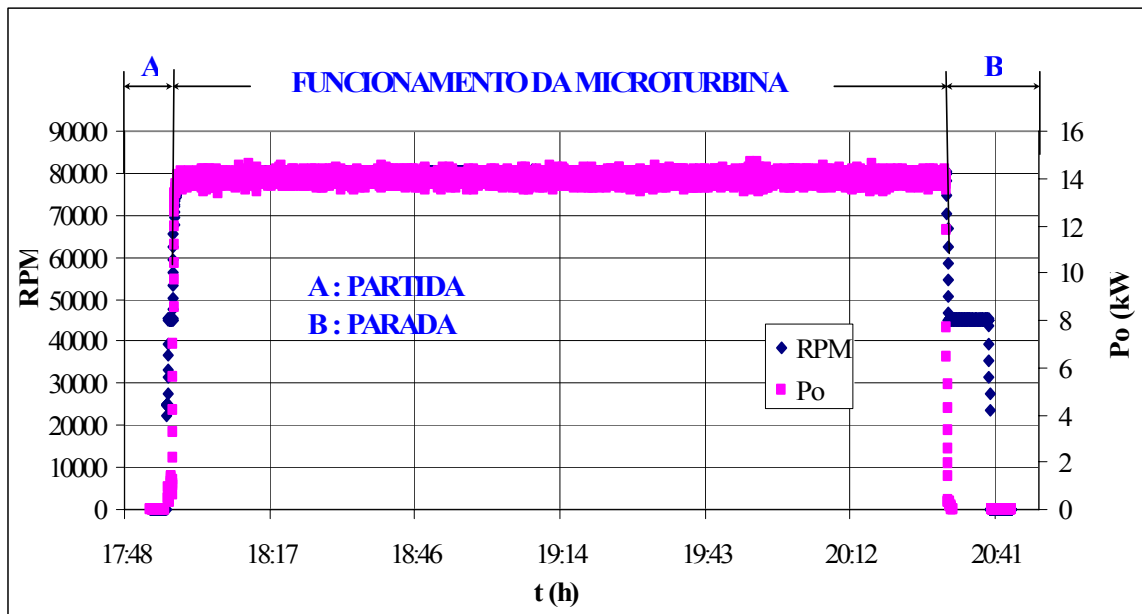


Figura C.3 - Variação das RPM e Potência Gerada pelo sistema (P_o) durante o desenvolvimento do teste.

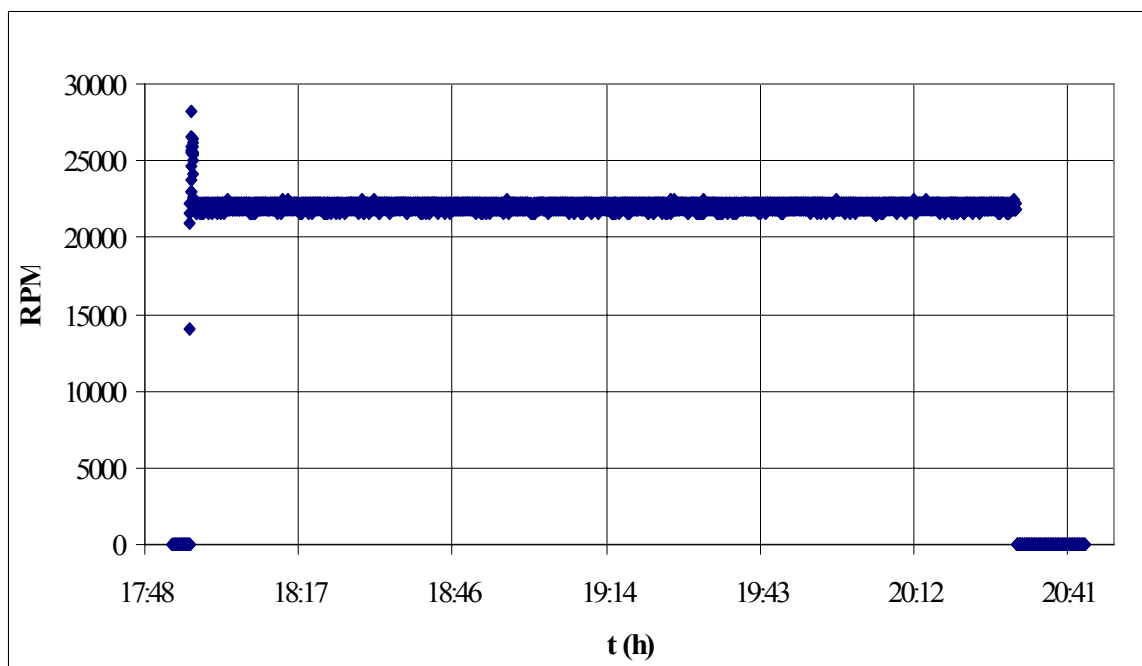


Figura C.4 - Variação das RPM do compressor de Gás Natural durante o desenvolvimento do teste.

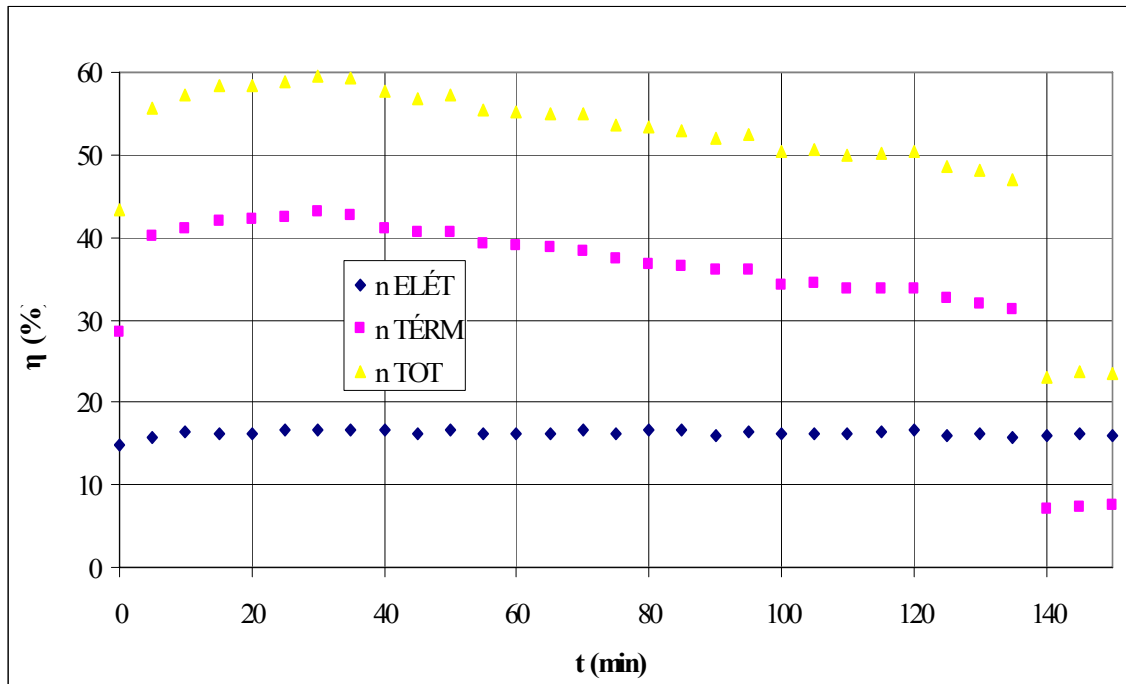


Figura C.5 - Variação da eficiência elétrica, térmica e total da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

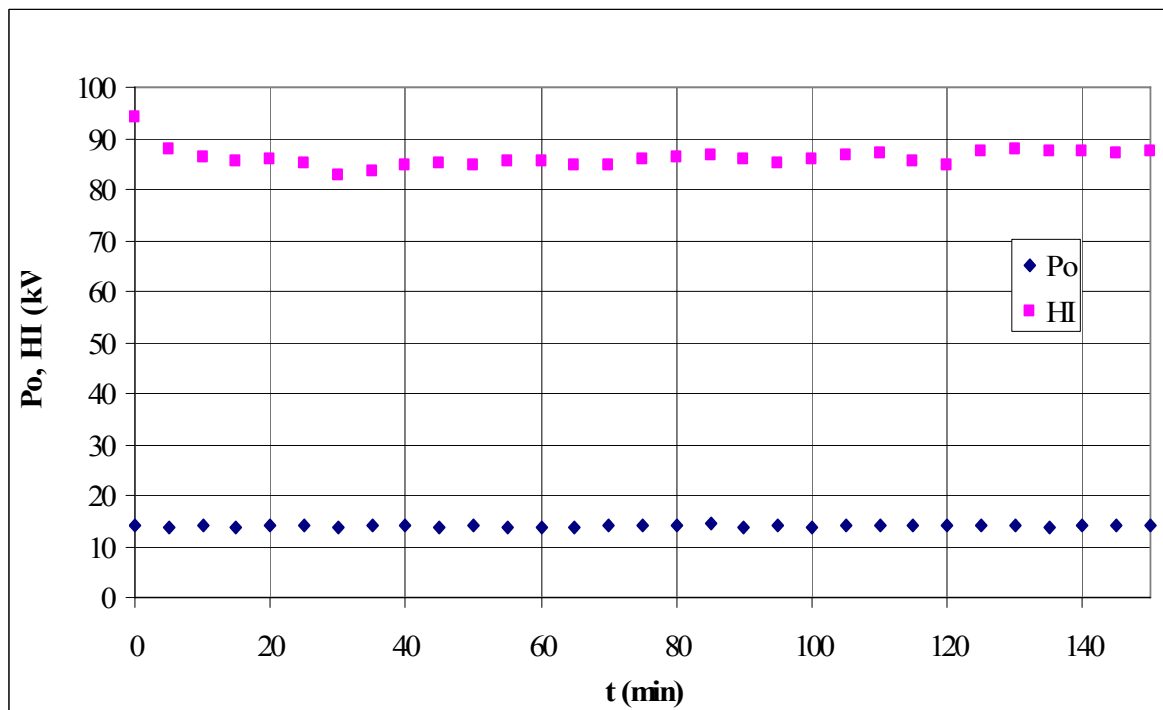


Figura C.6 - Potência elétrica gerada (Po) e Energia fornecida pelo Gás Natural (HI) da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

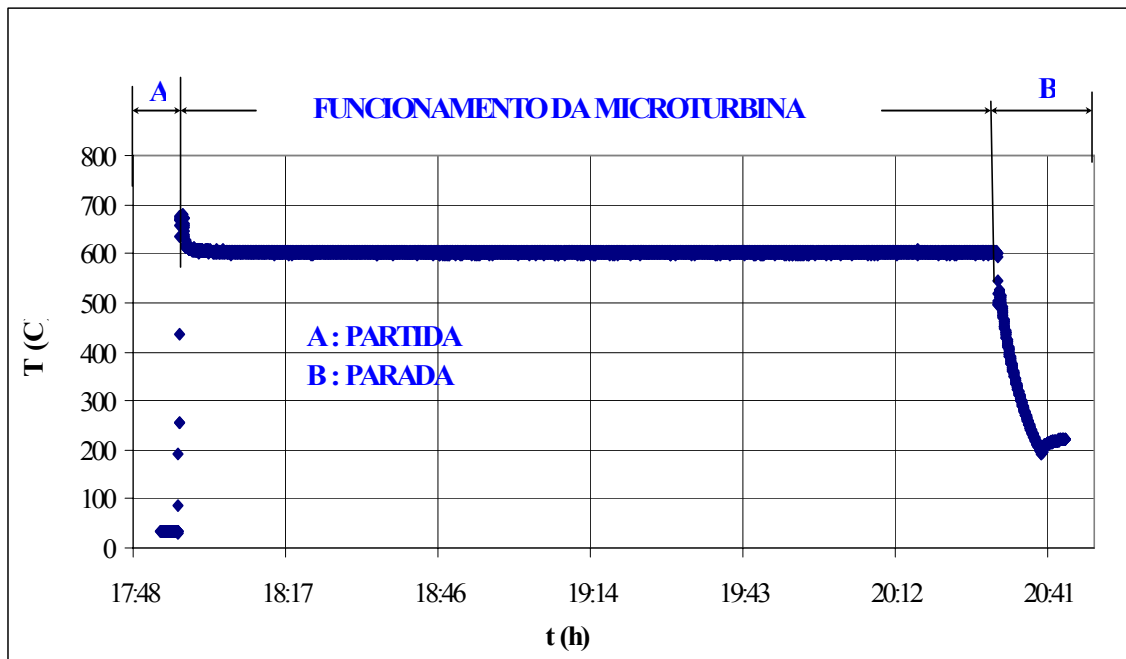


Figura C.7 - Variação da Temperatura de exaustão de microturbina durante o desenvolvimento do teste.

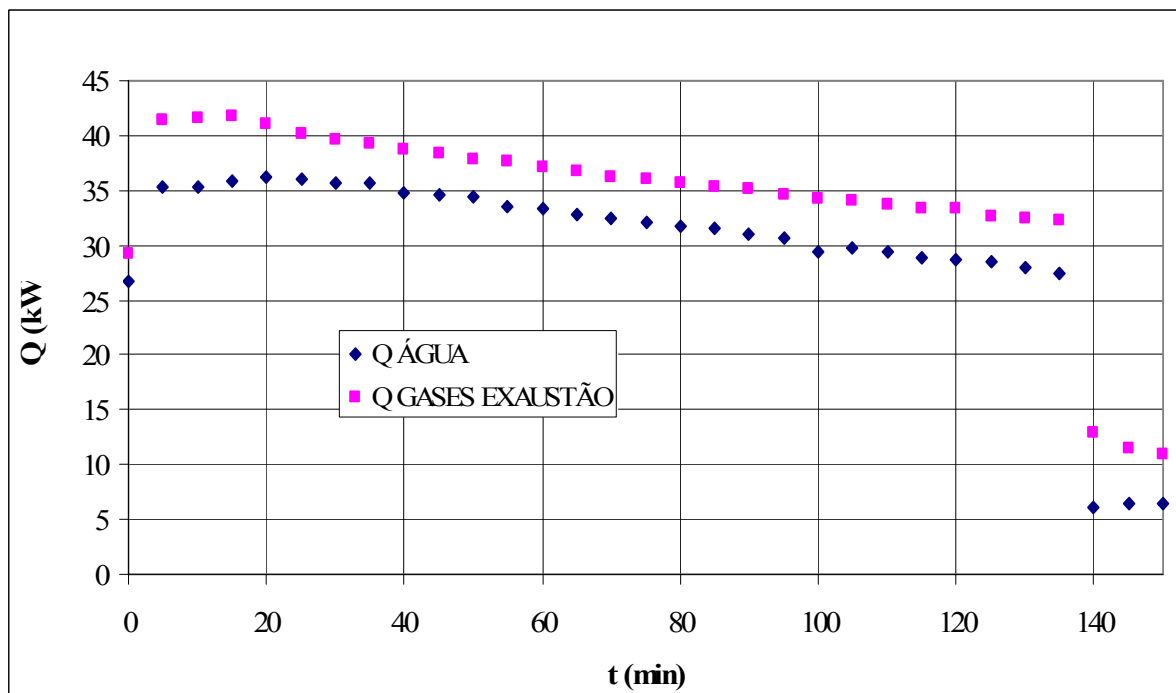


Figura C.8 - Variação do calor da água (Q ÁGUA) e o calor dos gases de exaustão (Q GASES EXAUSTÃO) durante o desenvolvimento do teste.

Apêndice D – Teste realizado no dia 21 de Junho de 2006

Tabela D.1 - Desempenho na produção de Potência.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		Po (kW)	COMBUSTÍVEL GN			T _{AR,ENT} (°C)	P _{AMB} (kPa)	η _{ELÉTRICA} (%)
	(%)	(kW)		VAZÃO (Nm³/h)	PCI (kJ/Nm³)	HI (kW)			
1	25	7	6,8	5,4	34664	52,1	22,8	99,9	13,1
2			7,2	5,2	34664	49,8	26,5	100,0	14,5
3			6,9	5,1	34664	49,2	27,7	99,9	13,9
4			6,8	5,2	34664	49,9	27,6	99,9	13,7
5			7,0	4,9	34664	48,1	28,6	99,9	14,5
6			6,8	4,9	34664	46,8	29,1	99,9	14,6
7			7,1	4,9	34664	47,2	27,1	99,9	15,1
8			7,1	4,9	34664	47,8	28,5	99,9	14,8
9			7,0	4,9	34664	46,6	28,8	99,9	14,9
10			7,0	4,9	34664	47,5	27,6	100,0	14,8
11			6,8	4,9	34664	47,4	29,0	100,0	14,4
12			6,9	4,9	34664	46,7	29,2	99,9	14,8
13			6,9	5,1	34664	49,2	29,0	100,0	14,1
14			6,9	5,1	34664	48,6	28,5	99,9	14,1
15			6,9	5,1	34664	49,0	28,1	99,9	14,1
16			7,2	5,1	34664	48,6	26,7	99,9	14,8
17			7,1	4,9	34664	47,2	29,2	100,0	15,1
18			7,1	4,9	34664	47,3	29,4	99,9	15,1
19			7,2	5,0	34664	48,5	28,8	99,9	14,8
20			7,1	5,1	34664	49,2	28,7	100,0	14,4
21			6,8	4,9	34664	47,6	26,2	100,0	14,3
22			7,2	5,2	34664	49,7	29,3	100,0	14,4
23			7,1	5,0	34664	48,5	27,0	100,0	14,7
24			7,0	5,1	34664	49,2	29,2	100,0	14,2
25			7,2	5,2	34664	49,8	29,0	99,9	14,4
26			7,2	5,1	34664	49,1	29,6	100,1	14,6
27			6,9	5,1	34664	48,6	25,9	100,0	14,3
28			7,0	5,2	34664	50,1	29,0	99,9	13,9
29			6,8	5,1	34664	49,0	29,6	100,0	13,9
30			6,8	5,2	34664	50,0	28,9	100,0	13,7
31			7,1	5,1	34664	49,5	28,6	100,1	14,3
MÉDIA			7,0	5,1	34664	48,6	28,2	100,0	14,4

Tabela D.2 - Condições do GN, fluido recuperador de calor (água) e gases de exaustão da planta de cogeração da PUC-Rio.

Nº	CONDIÇÃO		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	TESTE		VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m ³ /h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
	(%)	(kW)											
1	25	7	5,4	34664	92,52	21,3	180,7	44,9	135,9	10,5	27,7	29,4	1,67
2			5,2	34664	90,13	21,3	229,5	60,3	169,2	10,4	29,2	31,4	2,16
3			5,1	34664	90,61	21,3	232,4	62,3	170,2	10,4	30,9	33,1	2,17
4			5,2	34664	89,65	21,4	236,3	66,4	169,9	10,4	32,6	34,8	2,19
5			4,9	34664	89,95	21,4	237,8	69,3	168,5	10,4	34,2	36,4	2,20
6			4,9	34664	89,23	21,3	238,8	71,7	167,0	10,4	35,9	38,2	2,23
7			4,9	34664	89,75	21,3	239,1	73,7	165,4	10,4	37,6	39,8	2,17
8			4,9	34664	90,22	21,3	239,3	75,6	163,7	10,4	39,4	41,5	2,16
9			4,8	34664	89,68	21,2	239,5	77,3	162,3	10,4	41,1	43,2	2,13
10			4,9	34664	89,19	21,1	239,7	78,8	160,9	10,4	42,7	44,8	2,15
11			4,9	34664	89,73	21,1	239,9	80,2	159,7	10,4	44,3	46,4	2,09
12			4,9	34664	89,70	21,1	239,8	81,5	158,3	10,5	45,9	48,0	2,08
13			5,1	34664	89,67	21,1	239,8	83,1	156,7	10,5	47,6	49,6	2,05
14			5,1	34664	89,72	21,0	239,9	84,3	155,7	10,5	49,3	51,3	2,02
15			5,1	34664	89,19	21,1	239,8	85,6	154,2	10,5	50,8	52,8	2,00
16			5,1	34664	90,00	21,1	239,3	86,7	152,6	10,5	52,3	54,3	1,98
17			4,9	34664	89,82	21,2	239,8	87,9	151,8	10,5	53,9	55,8	1,96
18			4,9	34664	89,57	21,2	239,8	89,3	150,5	10,5	55,6	57,5	1,95
19			5,0	34664	89,85	21,1	240,1	90,4	149,8	10,5	56,9	58,9	1,93
20			5,1	34664	89,96	21,1	239,4	91,6	147,9	10,5	58,4	60,3	1,89
21			4,9	34664	89,59	21,1	239,4	92,5	146,9	10,6	59,7	61,6	1,87
22			5,2	34664	90,12	21,1	240,0	93,7	146,3	10,6	61,2	62,9	1,83
23			5,0	34664	89,60	21,1	239,2	94,9	144,3	10,6	62,7	64,5	1,82
24			5,1	34664	89,44	20,9	239,9	95,8	144,1	10,6	64,0	65,8	1,82
25			5,2	34664	90,34	20,9	239,9	97,1	142,8	10,6	65,4	67,2	1,79
26			5,1	34664	90,44	20,9	239,9	98,2	141,8	10,6	66,8	68,6	1,79
27			5,1	34664	90,77	20,8	239,3	99,1	140,1	10,6	68,2	69,9	1,76
28			5,2	34664	90,38	20,8	240,2	100,2	139,9	10,6	69,5	71,2	1,76
29			5,1	34664	90,56	20,7	239,9	101,3	138,6	10,6	70,9	72,6	1,73
30			5,2	34664	90,97	20,6	239,3	102,2	137,1	10,6	72,0	73,8	1,71

Nº	CONDIÇÃO		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	TESTE		VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m ³ /h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
	(%)	(kW)											
31			5,1	34664	90,78	20,6	239,7	103,3	136,4	10,6	73,4	75,1	1,68
MÉDIA			5,1	34664	90,04	21,1	237,0	84,5	152,5	10,5	51,6	53,6	1,96

Tabela D.3 - Desempenho na produção de Potência e Calor.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		DESEMPENHO ELÉTRICO			DESEMPENHO TÉRM.		T _{AR,ENT} (°C)	η _{TOTAL} (%)
	(%)	(kW)	HI (kW)	Po (kW)	η _{ELÉTRICA} (%)	Q _{H2O} (kW)	η _{TÉRMICA} (%)		
1	25	7	52,1	6,8	13,1	20,2	38,8	22,8	51,9
2			49,8	7,2	14,5	25,8	51,9	26,5	66,3
3			49,2	6,9	13,9	25,9	52,7	27,7	66,6
4			49,9	6,8	13,7	26,3	52,7	27,6	66,3
5			48,1	7,0	14,5	26,3	54,7	28,6	69,2
6			46,8	6,8	14,6	26,7	57,1	29,1	71,7
7			47,2	7,1	15,1	26,0	55,1	27,1	70,2
8			47,8	7,1	14,8	25,9	54,3	28,5	69,1
9			46,6	7,0	14,9	25,5	54,8	28,8	69,8
10			47,5	7,0	14,8	25,8	54,2	27,6	68,9
11			47,4	6,8	14,4	25,1	52,9	29,0	67,3
12			46,7	6,9	14,8	25,0	53,7	29,2	68,4
13			49,2	6,9	14,1	24,6	49,9	29,0	64,1
14			48,6	6,9	14,1	24,2	49,8	28,5	64,0
15			49,0	6,9	14,1	24,0	49,1	28,1	63,2
16			48,6	7,2	14,8	23,8	48,9	26,7	63,8
17			47,2	7,1	15,1	23,6	49,9	29,2	65,0
18			47,3	7,1	15,1	23,4	49,6	29,4	64,7
19			48,5	7,2	14,8	23,3	47,9	28,8	62,7
20			49,2	7,1	14,4	22,8	46,3	28,7	60,7
21			47,6	6,8	14,3	22,6	47,6	26,2	61,9
22			49,7	7,2	14,4	22,1	44,5	29,3	58,9
23			48,5	7,1	14,7	22,0	45,3	27,0	60,0
24			49,2	7,0	14,2	21,9	44,5	29,2	58,7
25			49,8	7,2	14,4	21,6	43,4	29,0	57,8
26			49,1	7,2	14,6	21,5	43,9	29,6	58,5
27			48,6	6,9	14,3	21,2	43,6	25,9	57,9
28			50,1	7,0	13,9	21,2	42,2	29,0	56,1
29			49,0	6,8	13,9	20,8	42,5	29,6	56,5
30			50,0	6,8	13,7	20,6	41,2	28,9	54,9
31			49,5	7,1	14,3	20,2	40,9	28,6	55,2
MÉDIA			48,6	6,9	14,4	23,6	48,5	28,2	62,9

Tabela D.4 - Valores da relação ar – combustível, vazão de ar, vazão de combustível e vazão dos gases de exaustão.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		R _{A/C}	m _{AR} (kg/s)	m _{GN} (kg/s)	m _{GAS EXAUST} (kg/s)	Q _{GÁS} EXAUSTÃO (kW)
	(%)	(kW)					
1	25	7	161	0,16	0,0011	0,1590	23,8
2			176	0,16	0,0010	0,1585	29,5
3			175	0,16	0,0010	0,1594	29,8
4			179	0,16	0,0010	0,1590	29,7
5			171	0,16	0,0010	0,1586	29,4
6			173	0,16	0,0010	0,1584	29,1
7			173	0,16	0,0010	0,1586	28,8
8			165	0,16	0,0010	0,1593	28,7
9			169	0,16	0,0010	0,1586	28,3
10			176	0,16	0,0010	0,1593	28,2
11			192	0,16	0,0010	0,1584	27,8
12			178	0,16	0,0010	0,1578	27,5
13			172	0,16	0,0010	0,1586	27,3
14			174	0,16	0,0010	0,1585	27,1
15			168	0,16	0,0010	0,1600	27,1
16			169	0,16	0,0010	0,1592	26,7
17			173	0,16	0,0010	0,1586	26,5
18			159	0,16	0,0010	0,1579	26,1
19			158	0,16	0,0010	0,1590	26,2
20			178	0,16	0,0010	0,1580	25,7
21			182	0,16	0,0010	0,1591	25,7
22			171	0,16	0,0010	0,1581	25,4
23			187	0,16	0,0010	0,1582	25,1
24			162	0,16	0,0010	0,1587	25,2
25			179	0,16	0,0010	0,1575	24,7
26			178	0,16	0,0010	0,1576	24,6
27			175	0,16	0,0010	0,1592	24,5
28			177	0,16	0,0010	0,1590	24,5
29			159	0,16	0,0010	0,1592	24,3
30			174	0,16	0,0010	0,1579	23,8
31			182	0,16	0,0010	0,1577	23,7
MÉDIA			173	0,16	0,0010	0,1586	26,6

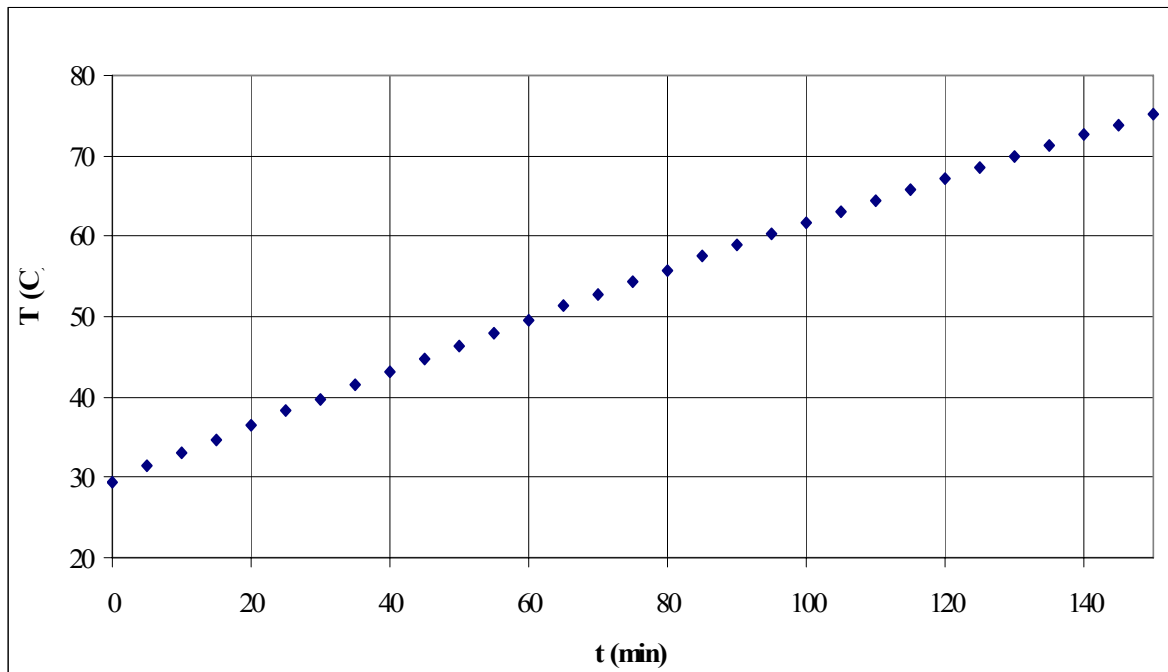


Figura D.1 - Variação da Temperatura de saída da água da caldeira durante o desenvolvimento do teste.

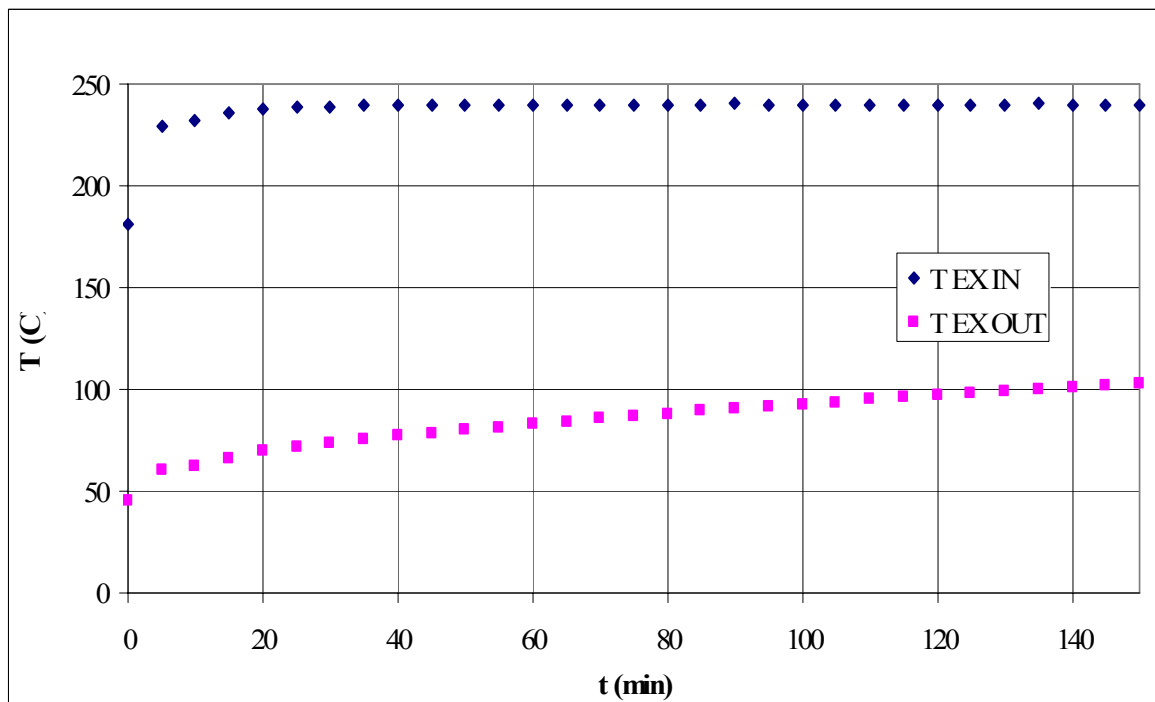


Figura D.2 - Variação da Temperatura dos gases de exaustão que entram (T EX IN) e saem (T EX OUT) da caldeira de recuperação durante o desenvolvimento do teste.

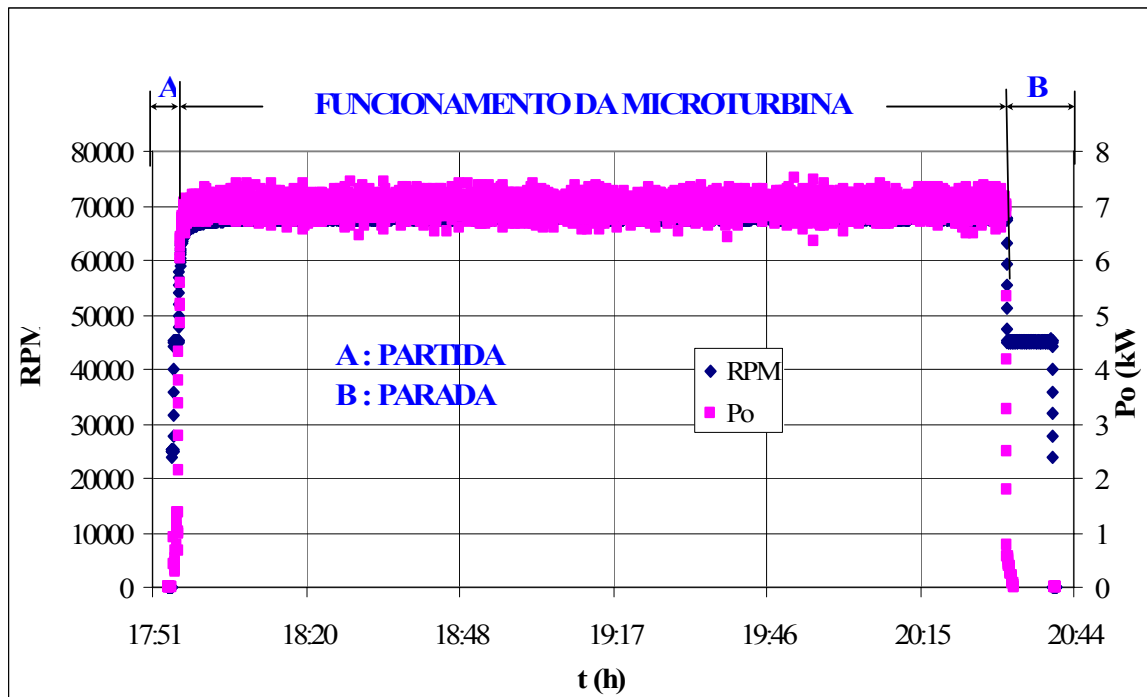


Figura D.3 - Variação das RPM e Potência Gerada pelo sistema (P_o) durante o desenvolvimento do teste.

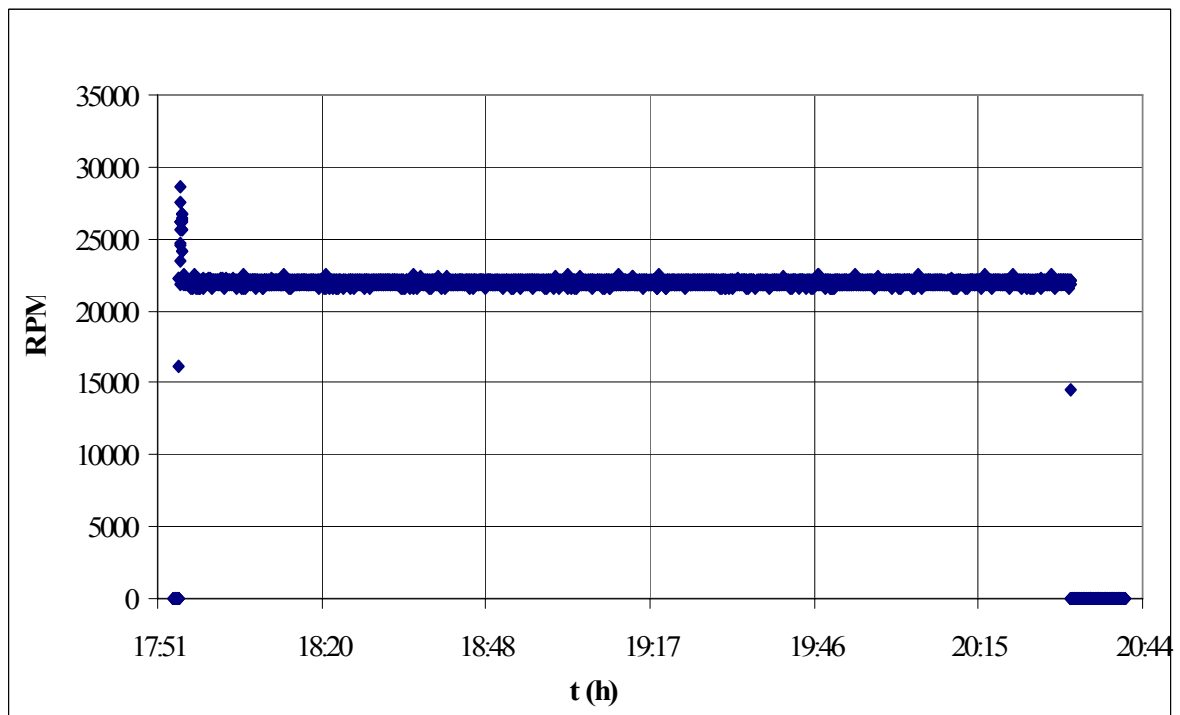


Figura D.4 - Variação das RPM do compressor de Gás Natural durante o desenvolvimento do teste.

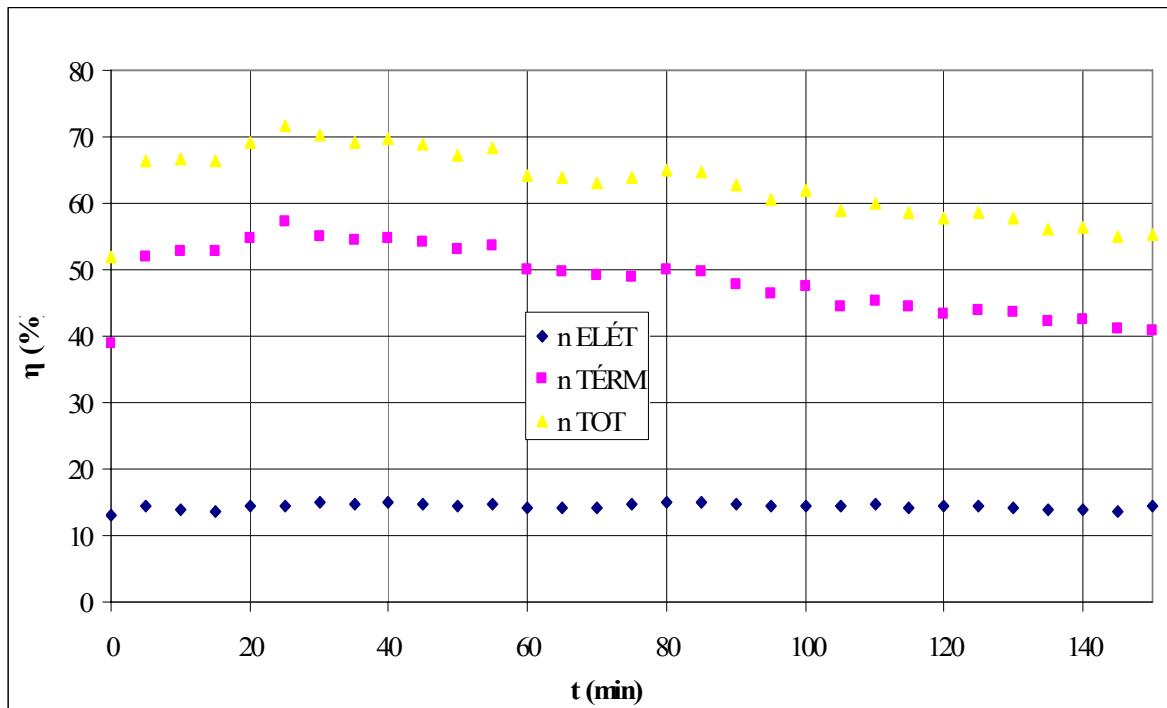


Figura D.5 - Variação da eficiência elétrica, térmica e total da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

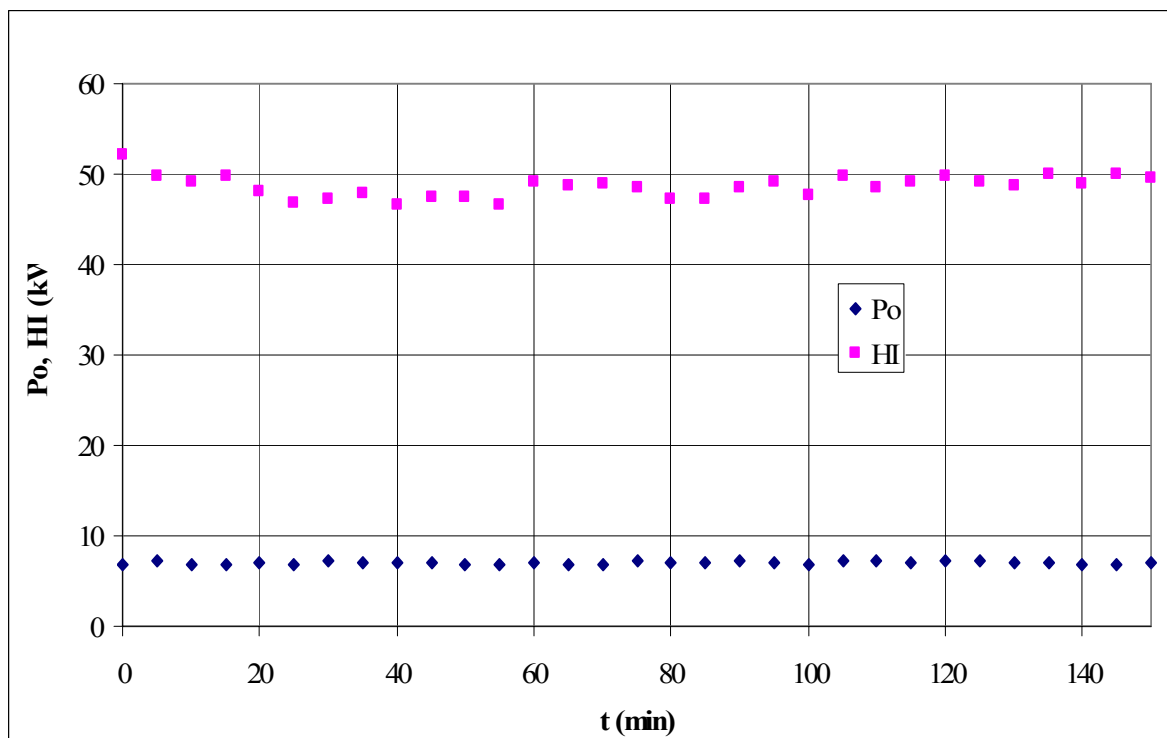


Figura D.6 - Potência elétrica gerada (Po) e Energia fornecida pelo Gás Natural (HI) da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

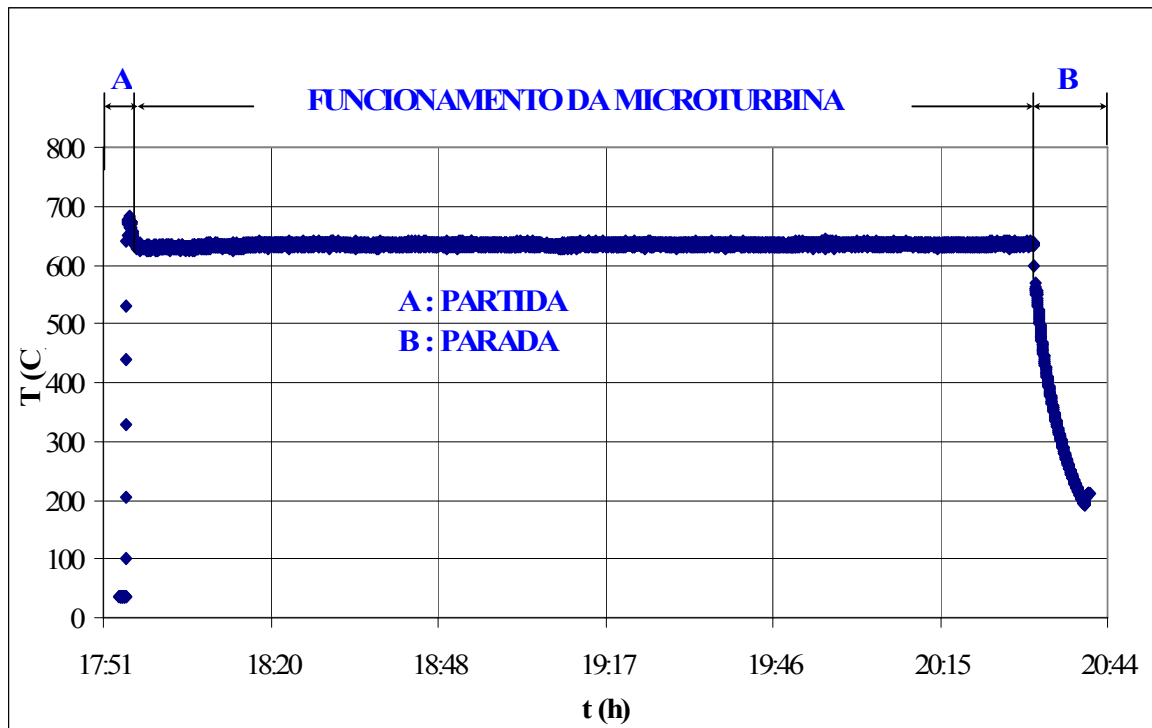


Figura D.7 - Variação da Temperatura de exaustão de microturbina durante o desenvolvimento do teste.

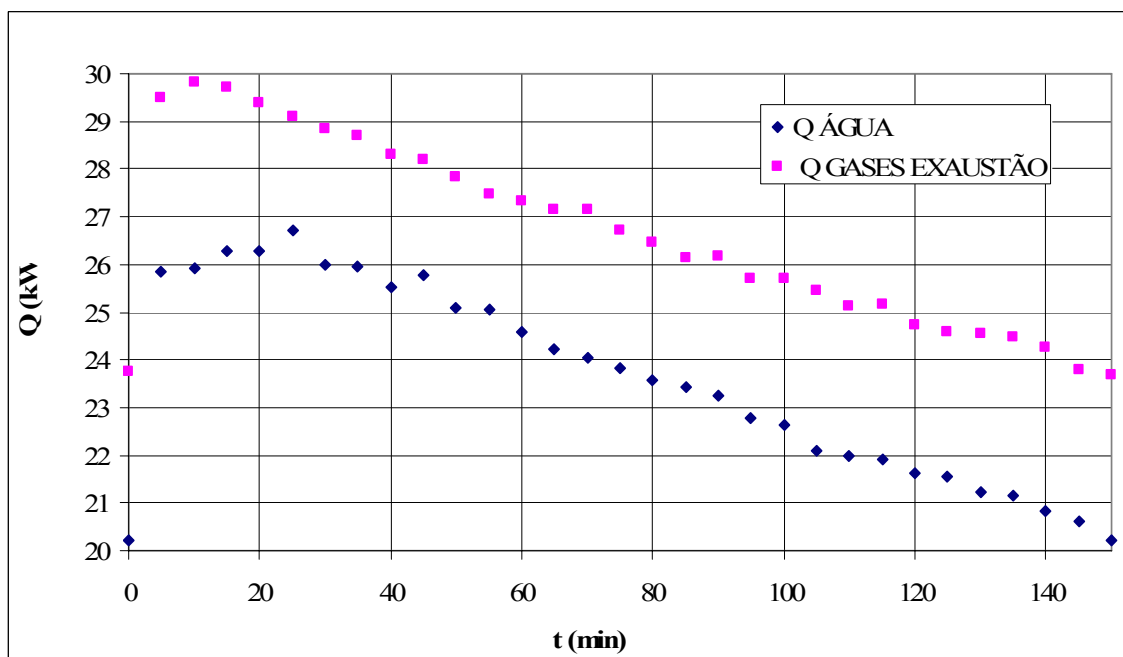


Figura D.8 - Variação do calor da água (Q ÁGUA) e o calor dos gases de exaustão (Q GASES EXAUSTÃO) durante o desenvolvimento do teste.

Apêndice E – Teste realizado no dia 23 de Junho de 2006

Tabela E.1 - Desempenho na produção de Potência.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		Po (kW)	COMBUSTÍVEL ENTRADA (GN)			T _{AR} ENT (°C)	P _{AMB} (kPa)	η ELÉTRICA (%)
				VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	HI (kW)			
	(%)	(kW)							
1	75	21	14,6	15,1	34664	145,3	21,7	100,3	10,0
2			21,0	13,6	34664	131,2	24,9	100,1	16,0
3			21,0	13,6	34664	130,8	26,0	100	16,0
4			21,0	13,8	34664	132,6	28,3	100	15,9
5			21,0	13,9	34664	133,5	28,8	100	15,7
6			21,0	13,8	34664	132,9	28,8	100	15,8
7			21,0	13,8	34664	133,0	29,4	100	15,8
8			21,0	13,8	34664	132,6	29,8	100,1	15,8
9			21,0	13,7	34664	131,9	28,6	100	15,9
10			20,9	13,6	34664	131,4	28,8	100	15,9
11			21,0	13,7	34664	131,6	29,7	100	15,9
12			21,0	13,7	34664	131,5	29,4	100,1	15,9
13			21,0	13,6	34664	131,2	29,5	99,9	16,0
14			21,0	13,6	34664	131,1	29,3	100	16,0
15			21,1	13,6	34664	130,6	29,6	100	16,1
16			20,9	13,4	34664	128,8	29,7	99,9	16,3
17			21,0	13,3	34664	128,2	29,0	100,1	16,3
18			21,0	13,4	34664	129,0	29,2	100,1	16,2
19			20,8	13,3	34664	128,2	28,3	100,1	16,3
20			20,9	13,3	34664	128,4	29,1	100,1	16,3
21			20,9	13,3	34664	128,4	29,7	100,2	16,3
22			21,0	12,9	34664	124,4	29,1	100,1	16,9
23			21,0	12,9	34664	124,8	29,2	100,1	16,8
24			21,0	13,1	34664	126,3	29,4	100,2	16,6
25			21,0	13,3	34664	127,6	29,0	100,1	16,5
26			21,0	13,4	34664	128,6	29,7	100	16,3
27			20,9	13,3	34664	128,4	29,7	100,1	16,3
MÉDIA			20,7	13,5	34664	130,4	28,7	100,1	15,9

Tabela E.2 - Condições do GN, fluido recuperador de calor (água) e gases de exaustão da planta de cogeração da PUC-Rio.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	(%)	(kW)	VAZÃO (Nm³/h)	PCI (kJ/Nm³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m³/h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
1	75	21	15,1	34664	87,00	20,7	126,0	35,8	90,2	10,5	23,5	26,0	2,56
2			13,6	34664	87,72	20,7	258,5	72,7	185,7	10,5	25,7	29,4	3,67
3			13,6	34664	84,73	20,8	274,3	86,3	188,0	10,4	28,7	31,7	3,03
4			13,7	34664	83,97	20,8	279,6	93,9	185,7	10,4	31,7	35,6	3,86
5			13,8	34664	84,23	20,8	280,8	98,4	182,3	10,4	34,5	38,5	3,97
6			13,8	34664	83,83	20,8	281,6	102,0	179,5	10,5	37,6	41,4	3,83
7			13,8	34664	83,77	20,8	282,0	105,0	177,0	10,5	40,5	44,3	3,79
8			13,7	34664	84,43	20,7	282,5	108,0	174,5	10,5	43,6	47,3	3,75
9			13,7	34664	85,33	20,7	282,1	110,1	172,0	10,6	46,4	50,1	3,69
10			13,6	34664	84,14	20,7	282,2	112,3	169,8	10,6	49,3	53,0	3,67
11			13,6	34664	83,51	20,7	282,7	114,6	168,0	10,6	52,1	55,7	3,59
12			13,6	34664	83,56	20,7	282,5	116,5	166,0	10,6	55,0	58,5	3,55
13			13,6	34664	84,46	20,7	282,8	118,7	164,0	10,6	57,8	61,3	3,49
14			13,6	34664	84,30	20,7	283,3	120,7	162,6	10,6	60,5	63,9	3,46
15			13,5	34664	83,85	20,7	282,9	122,5	160,3	10,6	63,2	66,6	3,39
16			13,3	34664	83,70	20,7	282,6	124,3	158,3	10,6	66,0	69,3	3,33
17			13,3	34664	83,60	20,7	282,5	126,1	156,4	10,6	68,6	71,9	3,27
18			13,4	34664	83,46	20,7	282,5	127,8	154,7	10,7	71,1	74,3	3,24
19			13,3	34664	85,01	20,7	282,2	129,5	152,7	10,7	73,7	76,8	3,19
20			13,3	34664	84,12	20,7	282,5	131,4	151,1	10,7	76,2	79,3	3,14
21			13,3	34664	84,54	20,7	282,7	133,1	149,6	10,7	78,6	81,8	3,15
22			12,9	34664	83,90	20,6	282,5	134,8	147,7	10,7	81,1	84,1	3,03
23			12,9	34664	83,83	20,6	282,7	224,1	58,6	10,7	82,2	83,0	0,79
24			13,1	34664	85,62	20,6	282,9	230,5	52,4	10,7	82,8	83,6	0,82
25			13,25	34664	84,36	20,6	282,7	231,8	50,8	10,7	83,3	84,2	0,83
26			13,35	34664	84,15	20,6	283,0	232,9	50,1	10,7	83,9	84,8	0,83
27			13,34	34664	85,11	20,6	283,0	233,3	49,7	10,7	85,3	85,3	0,04
MÉDIA			13,5	34664	84,52	20,7	275,4	132,5	142,9	10,6	58,7	61,6	2,91

Tabela E.3 - Desempenho na produção de Potência e Calor.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		DESEMPENHO ELÉTRICO			DESEMPENHO TÉRM.		T _{ARENT} (°C)	η _{TOTAL} (%)
			HI (kW)	Po (kW)	η ELÉTRICA (%)	Q H2O (kW)	η TÉRMICA (%)		
	(%)	(kW)							
1	75	21	145,3	14,6	10,0	30,9	21,2	21,7	31,3
2			131,2	21,0	16,0	44,3	33,7	24,9	49,8
3			130,8	21,0	16,0	36,4	27,78	26,0	43,8
4			132,6	21,0	15,9	46,4	34,9	28,3	50,8
5			133,5	21,0	15,7	47,8	35,8	28,8	51,5
6			132,9	21,0	15,8	46,1	34,7	28,8	50,5
7			133,0	21,0	15,8	45,6	34,2	29,4	50,1
8			132,6	21,0	15,8	45,1	34,0	29,8	49,9
9			131,9	21,0	15,9	44,8	33,9	28,6	49,9
10			131,4	20,9	15,9	44,5	33,9	28,8	49,8
11			131,6	21,0	15,9	43,6	33,1	29,7	49,0
12			131,5	21,0	15,9	43,0	32,7	29,4	48,7
13			131,2	21,0	16,0	42,2	32,1	29,5	48,2
14			131,1	21,0	16,0	41,8	31,8	29,3	47,9
15			130,6	21,1	16,1	41,0	31,4	29,6	47,5
16			128,8	20,9	16,3	40,4	31,3	29,7	47,6
17			128,2	21,0	16,3	39,6	30,8	29,0	47,3
18			129,0	21,0	16,2	39,3	30,4	29,2	46,7
19			128,2	20,8	16,3	38,6	30,1	28,3	46,4
20			128,4	20,9	16,3	38,0	29,6	29,1	45,9
21			128,4	20,9	16,3	38,1	29,6	29,7	46,0
22			124,4	21,0	16,9	36,7	29,5	29,1	46,4
23			124,8	21,0	16,8	9,6	7,6	29,2	24,5
24			126,3	21,0	16,6	9,8	7,8	29,4	24,4
25			127,6	21,0	16,5	10,0	7,8	29,0	24,3
26			128,6	21,0	16,3	10,0	7,7	29,7	24,1
27			128,4	20,9	16,3	0,5	0,3	29,7	16,7
MÉDIA			130,4	20,7	15,9	35,3	27,0	28,7	42,9

Tabela E.4 - Valores da relação ar – combustível, vazão de ar, vazão de combustível e vazão dos gases de exaustão.

Nº	CONDIÇÃO TESTE		R _{A/C}	m _{AR} (kg/s)	m _{GN} (kg/s)	m _{GAS EXAUST} (kg/s)	Q _{GÁS} EXAUSTÃO (kW)
	(%)	(kW)					
1	75	21	110	0,21	0,0030	0,2110	20,9
2			103	0,25	0,0027	0,2554	52,2
3			102	0,26	0,0027	0,2579	53,3
4			101	0,26	0,0027	0,2587	52,8
5			101	0,26	0,0027	0,2586	51,9
6			99	0,26	0,0027	0,2592	51,2
7			102	0,26	0,0027	0,2578	50,2
8			101	0,26	0,0027	0,2586	49,6
9			99	0,26	0,0027	0,2586	48,9
10			101	0,26	0,0027	0,2587	48,3
11			101	0,26	0,0027	0,2581	47,7
12			98	0,26	0,0027	0,2581	47,1
13			101	0,26	0,0027	0,2585	46,7
14			100	0,26	0,0027	0,2593	46,4
15			98	0,26	0,0027	0,2580	45,5
16			100	0,26	0,0026	0,2579	44,9
17			100	0,26	0,0026	0,2584	44,5
18			100	0,26	0,0026	0,2581	43,9
19			101	0,26	0,0026	0,2590	43,5
20			100	0,26	0,0026	0,2587	43,0
21			101	0,26	0,0026	0,2585	42,5
22			99	0,26	0,0026	0,2579	41,9
23			101	0,26	0,0026	0,2584	16,7
24			99	0,26	0,0026	0,2587	14,9
25			102	0,26	0,0026	0,2585	14,5
26			100	0,26	0,0026	0,2581	14,2
27			103	0,26	0,0026	0,2584	14,1
MÉDIA			100	0,25	0,0027	0,2566	40,4

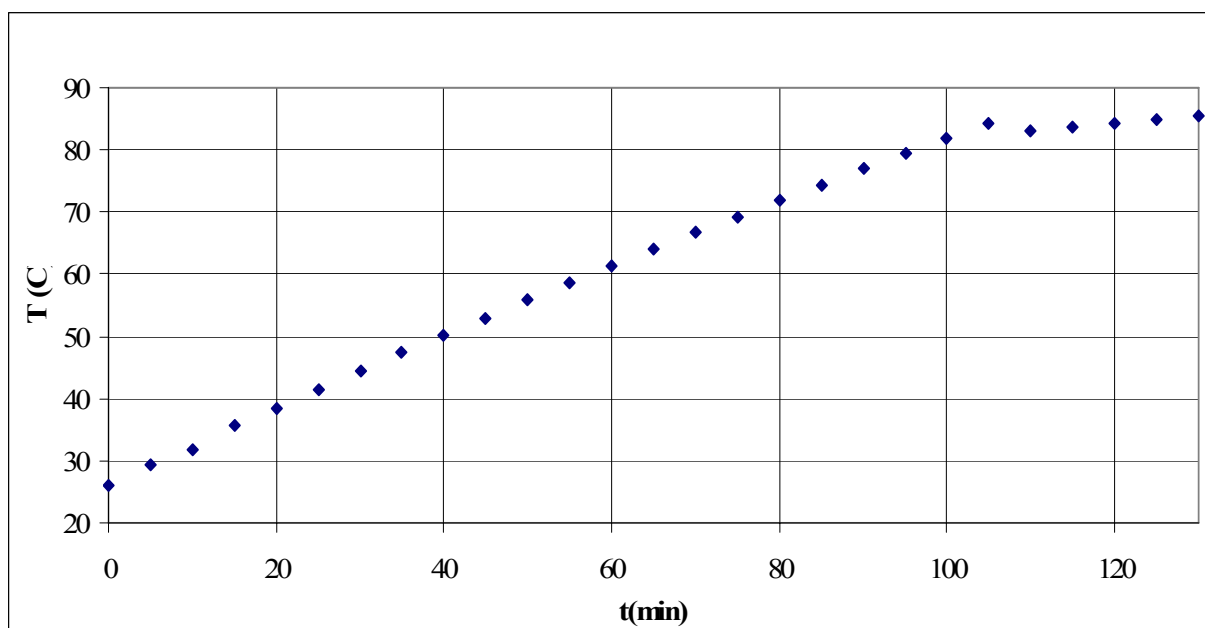


Figura E.1 - Variação da Temperatura de saída da água da caldeira durante o desenvolvimento do teste.

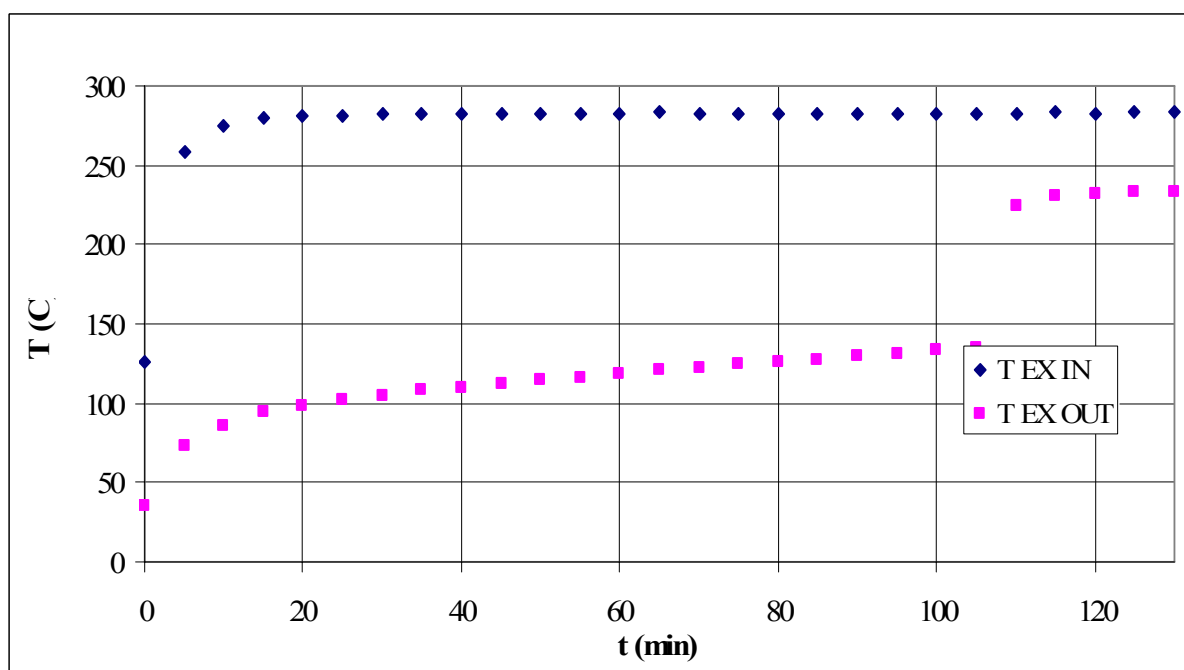


Figura E.2 - Variação da Temperatura dos gases de exaustão que entram (T EX IN) e saem (T EX OUT) da caldeira de recuperação durante o desenvolvimento do teste.

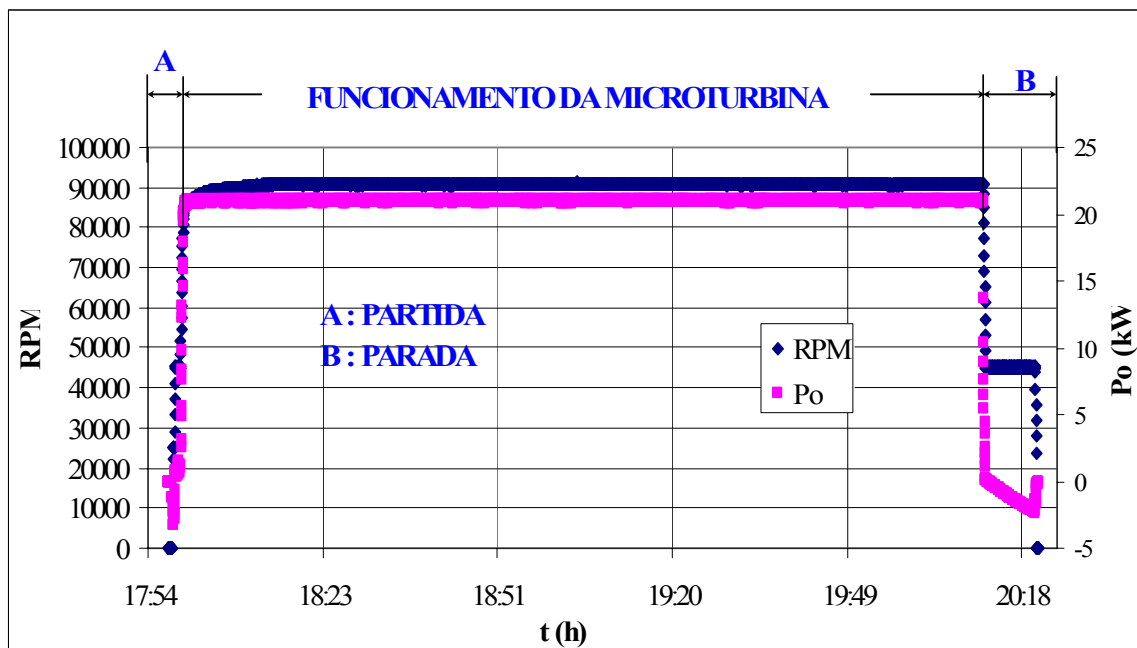


Figura E.3 - Variação das RPM e Potência Gerada pelo sistema (P_o) durante o desenvolvimento do teste.

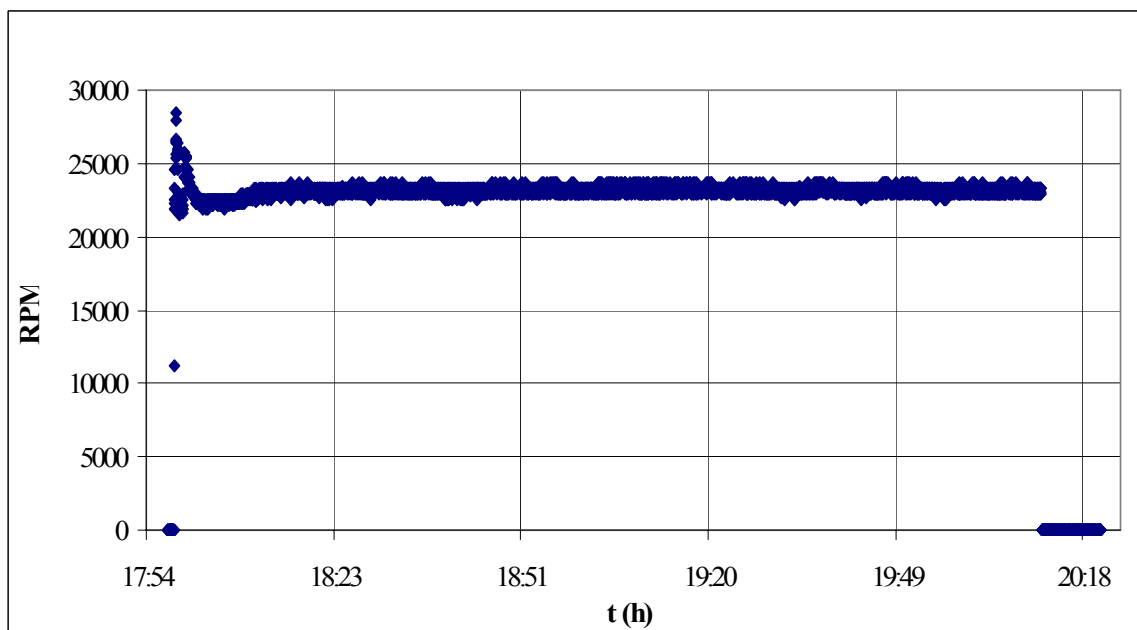


Figura E.4 - Variação das RPM do compressor de Gás Natural durante o desenvolvimento do teste.

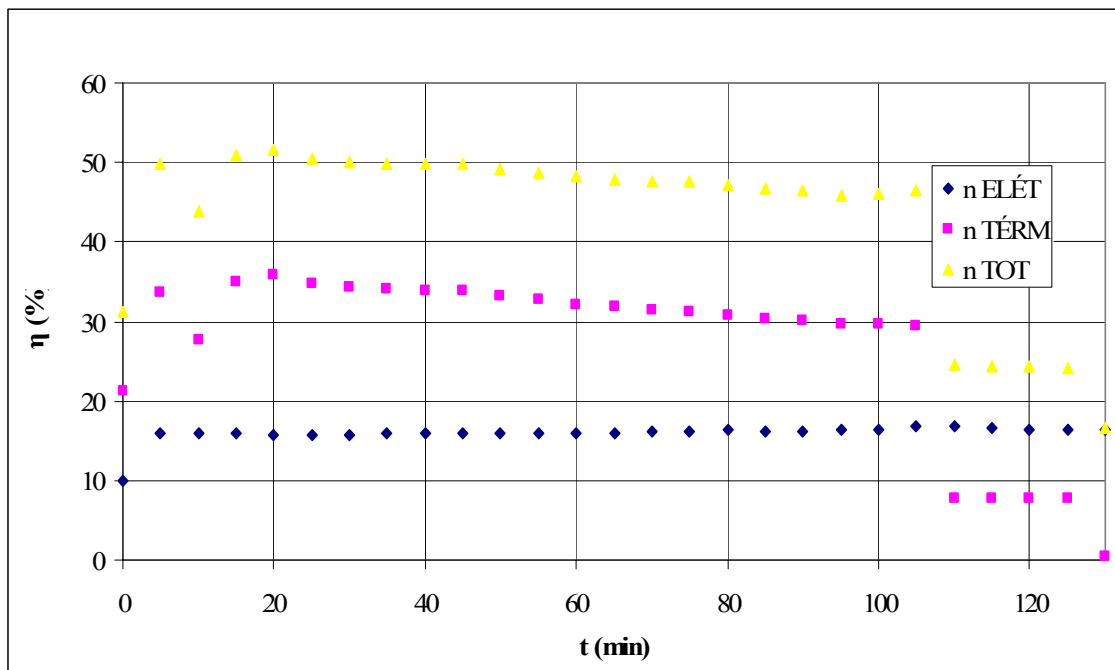


Figura E.5 - Variação da eficiência elétrica, térmica e total da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

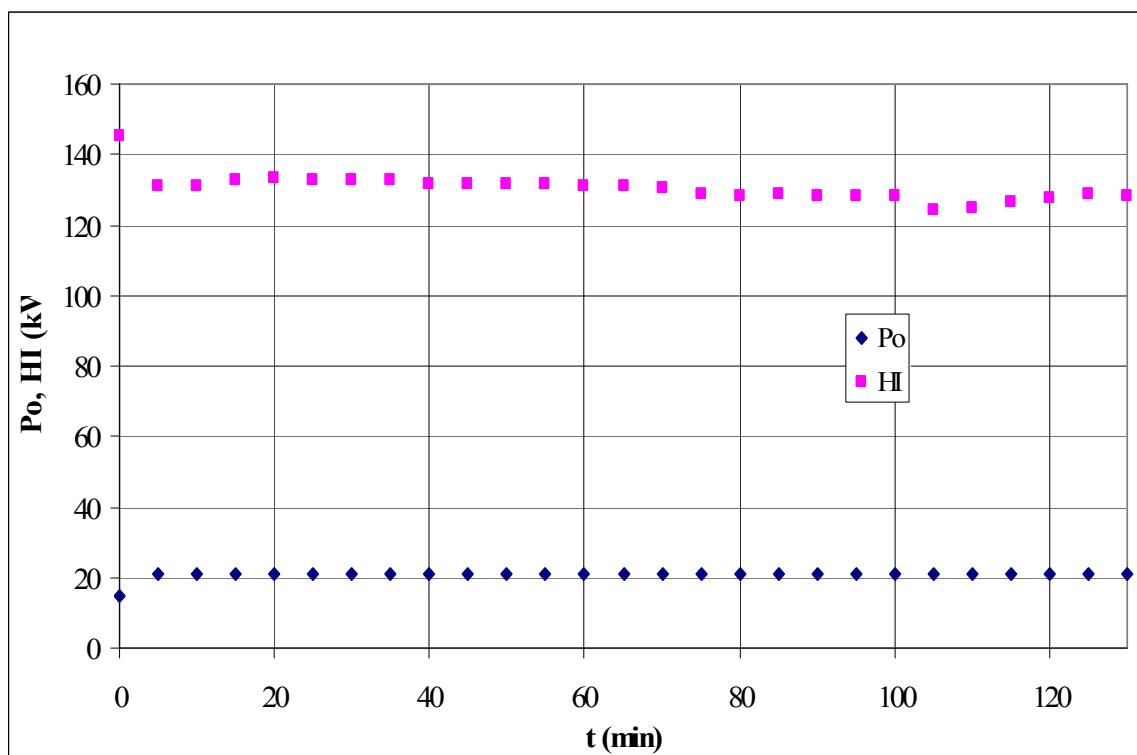


Figura E.6 - Potência elétrica gerada (Po) e Energia fornecida pelo Gás Natural (HI) da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

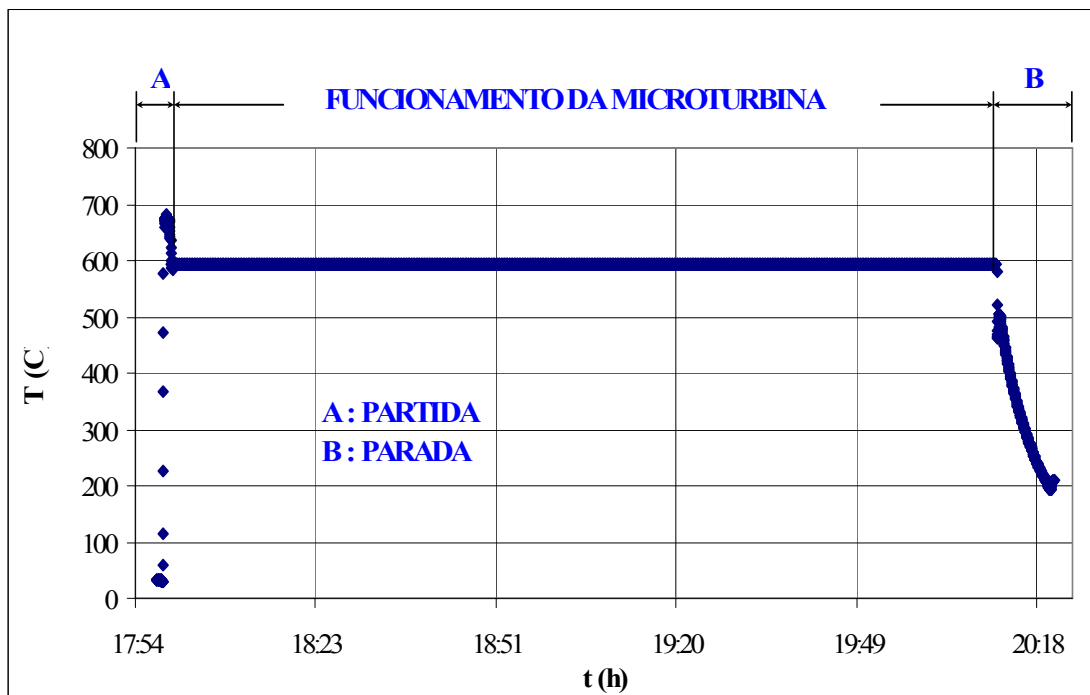


Figura E.7 - Variação da Temperatura de exaustão de microturbina durante o desenvolvimento do teste.

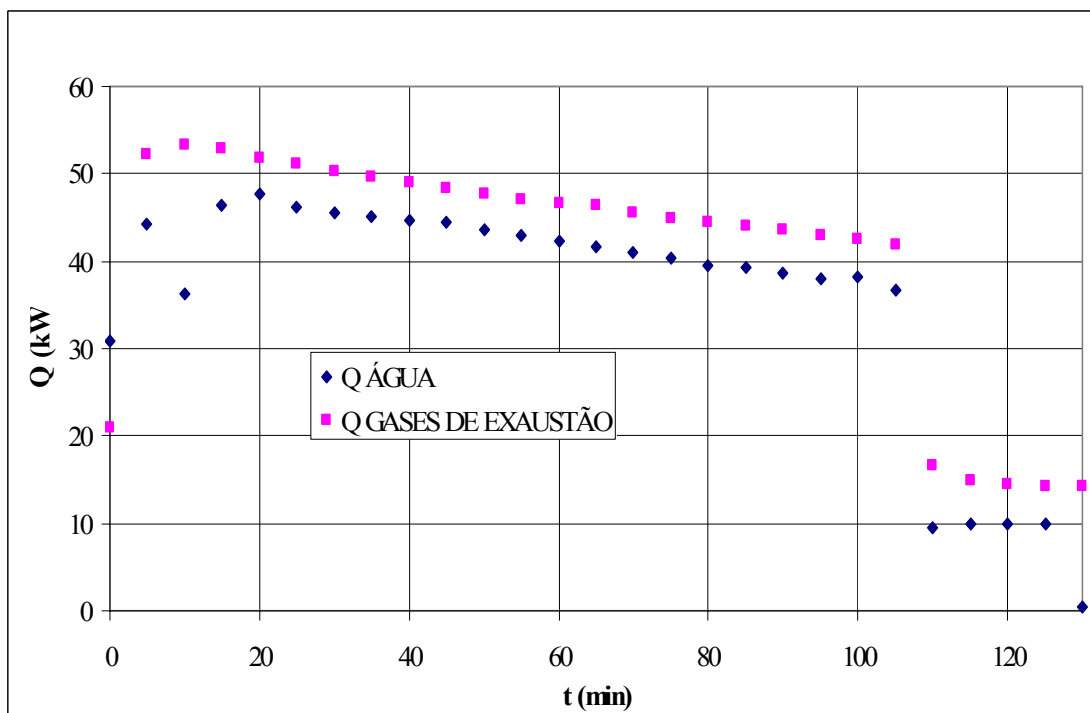


Figura E.8 - Variação do calor da água (Q ÁGUA) e o calor dos gases de exaustão (Q GASES EXAUSTÃO) durante o desenvolvimento do teste.

Apêndice F – Teste realizado no dia 29 de Junho de 2006

Tabela F.1 - Desempenho na produção de Potência.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		Po (kW)	COMBUSTÍVEL ENTRADA (GN)			T _{ARENT} (°C)	P _{AMB} (kPa)	η ELÉTRICA (%)
	(%)	(kW)		VAZÃO (Nm³/h)	PCI (kJ/Nm³)	HI (kW)			
	1	100	28	28,1	17,5	34664	169,3	21,0	100,5
2	26,6			16,2	34664	156,6	23,0	100,3	17,0
3	26,2			16,0	34664	154,9	24,7	100,3	16,9
4	25,8			16,0	34664	154,4	26,5	100,3	16,7
5	25,8			16,1	34664	155,1	26,5	100,3	16,6
6	25,9			16,0	34664	154,2	26,5	100,3	16,7
7	25,8			16,1	34664	155,0	26,4	100,3	16,6
8	25,6			16,0	34664	154,5	26,5	100,4	16,5
9	25,8			16,0	34664	154,1	26,3	100,1	16,7
10	25,7			16,0	34664	154,9	26,3	100,3	16,6
11	25,5			16,2	34664	156,0	28,1	100,3	16,3
12	25,3			16,0	34664	154,1	28,2	100,2	16,3
13	25,7			16,2	34664	156,4	26,5	100,1	16,4
14	25,6			15,9	34664	154,0	26,0	100,2	16,6
15	25,4			15,9	34664	153,3	28,3	100,2	16,5
16	25,6			15,6	34664	151,0	26,6	100,4	16,9
17	25,4			15,8	34664	153,0	28,6	100,2	16,6
18	25,3			15,6	34664	151,0	29,4	100,2	16,7
19	25,4			15,7	34664	151,4	27,6	100,3	16,7
20	25,5			15,7	34664	151,5	28,2	100,3	16,8
21	25,5			15,7	34664	152,0	26,4	100,4	16,7
22	25,6			15,8	34664	152,4	26,9	100,3	16,8
23	25,5			15,9	34664	153,2	27,5	100,3	16,6
24	25,7			15,9	34664	153,6	26,0	100,3	16,7
MÉDIA			25,8	16,0	34664	154,4	26,6	100,3	16,7

Tabela F.2 - Condições do GN, fluido recuperador de calor (água) e gases de exaustão da planta de cogeração da PUC-Rio.

No	CONDIÇÃO		CONDIÇÕES GN				GASES DE EXAUSTÃO			CONDIÇÕES DA ÁGUA			
	TESTE		VAZÃO (Nm ³ /h)	PCI (kJ/Nm ³)	PRESSÃO (kPa)	TEMP (°C)	T _{EX IN} (°C)	T _{EX OUT} (°C)	ΔT _{EXAUSTÃO} (°C)	VAZÃO (m ³ /h)	T _{ÁGUA IN} (°C)	T _{ÁGUA OUT} (°C)	ΔT _{ÁGUA} (°C)
	(%)	(kW)											
1	100	28	17,5	34664	87,61	19,1	198,0	50,2	147,7	10,4	28,6	32,1	3,49
2			16,2	34664	87,05	19,3	285,5	90,6	194,9	10,5	31,4	35,5	4,16
3			16,0	34664	85,24	19,4	292,8	102,8	189,9	10,5	34,6	38,9	4,28
4			16,0	34664	85,82	19,4	294,5	109,7	184,7	10,5	37,7	42,0	4,31
5			16,1	34664	83,84	19,5	295,3	114,4	180,8	10,5	41,2	45,4	4,25
6			16,0	34664	84,43	19,5	295,8	118,0	177,8	10,5	44,3	48,5	4,22
7			16,1	34664	83,51	19,5	296,0	120,9	175,1	10,5	47,5	51,6	4,16
8			16,0	34664	85,91	19,5	296,3	123,5	172,7	10,5	50,8	54,9	4,09
9			16,0	34664	84,14	19,5	296,1	125,9	170,2	10,6	54,0	58,0	4,03
10			16,0	34664	85,42	19,6	296,1	128,1	168,0	10,6	57,1	61,0	3,98
11			16,2	34664	86,45	19,6	296,6	130,4	166,2	10,6	60,2	64,1	3,93
12			16,0	34664	85,37	19,5	296,9	132,3	164,5	10,6	63,1	66,9	3,85
13			16,2	34664	84,10	19,5	296,4	134,6	161,8	10,6	66,2	70,0	3,80
14			15,9	34664	86,23	19,5	296,7	136,6	160,0	10,6	69,1	72,9	3,75
15			15,9	34664	85,94	19,5	297,1	138,5	158,6	10,7	71,8	75,4	3,58
16			15,6	34664	83,84	19,5	296,9	140,4	156,4	10,6	74,6	78,3	3,64
17			15,8	34664	83,72	19,5	297,1	142,2	154,8	10,7	77,5	81,1	3,58
18			15,6	34664	84,57	19,4	297,5	144,1	153,4	10,7	80,2	83,7	3,53
19			15,7	34664	84,95	19,3	297,1	231,0	66,0	10,6	82,0	83,0	1,01
20			15,7	34664	84,82	19,3	297,4	239,2	58,1	10,6	82,7	83,7	1,02
21			15,7	34664	83,69	19,3	297,0	240,9	56,1	10,7	83,4	84,4	1,04
22			15,8	34664	83,98	19,3	297,2	241,9	55,3	10,6	84,0	85,2	1,17
23			15,9	34664	84,82	19,4	297,3	242,5	54,8	10,7	84,9	85,9	1,03
24			15,9	34664	86,73	19,4	297,1	242,7	54,3	10,7	85,6	86,6	1,02
MÉDIA			16,04	34664	85,09	19,4	291,9	150,9	140,9	10,6	62,2	65,4	3,21

Tabela F.3 - Desempenho na produção de Potência e Calor.

Nº	CONDIÇÃO DO TESTE		DESEMPENHO ELÉTRICO			DESEMPENHO TÉRM.		T _{AR ENT} (°C)	η _{TOTAL} (%)
			HI (kW)	Po (kW)	η ELÉTRICA (%)	Q H ₂ O (kW)	η _{TÉRMICA} (%)		
	(%)	(kW)							
1	100	28	169,3	28,1	16,5	42,1	24,8	21,0	41,4
2			156,6	26,6	17,0	50,4	32,1	23,0	49,2
3			154,9	26,2	16,9	51,8	33,4	24,7	50,3
4			154,4	25,8	16,7	52,3	33,8	26,5	50,5
5			155,1	25,8	16,6	51,6	33,2	26,5	49,9
6			154,2	25,9	16,7	51,0	33,1	26,5	49,9
7			155,0	25,8	16,6	50,4	32,5	26,4	49,2
8			154,5	25,6	16,5	49,6	32,0	26,5	48,7
9			154,1	25,8	16,7	49,0	31,7	26,3	48,6
10			154,9	25,7	16,6	48,5	31,3	26,3	47,9
11			156,0	25,5	16,3	47,8	30,6	28,1	47,0
12			154,1	25,3	16,3	46,9	30,4	28,2	46,8
13			156,4	25,7	16,4	46,1	29,4	26,5	45,9
14			154,0	25,6	16,6	45,5	29,5	26,0	46,2
15			153,3	25,4	16,5	43,5	28,4	28,3	45,0
16			151,0	25,6	16,9	44,1	29,2	26,6	46,2
17			153,0	25,4	16,6	43,5	28,4	28,6	45,0
18			151,0	25,3	16,7	42,9	28,4	29,4	45,2
19			151,4	25,4	16,7	12,2	8,0	27,6	24,8
20			151,5	25,5	16,8	12,4	8,1	28,2	25,0
21			152,0	25,5	16,7	12,6	8,3	26,4	25,1
22			152,4	25,6	16,8	14,2	9,2	26,9	26,1
23			153,2	25,5	16,6	12,5	8,1	27,5	24,8
24			153,6	25,7	16,7	12,3	8,0	26,0	24,8
MÉDIA			154,4	25,7	16,7	38,9	25,1	26,6	41,8

Tabela F.4 - Valores da relação ar – combustível, vazão de ar, vazão de combustível e vazão dos gases de exaustão.

No	CONDIÇÃO TESTE		R _{AC}	m _{AR} (kg/s)	m _{GN} (kg/s)	m _{GAS} EXAUST (kg/s)	Q _{GÁS} EXAUSTÃO (kW)
	(%)	(kW)					
1	100	28	102	0,28	0,0035	0,2850	46,3
2			104	0,29	0,0032	0,2927	62,8
3			103	0,29	0,0032	0,2902	60,6
4			103	0,29	0,0032	0,2886	58,7
5			103	0,29	0,0032	0,2893	57,6
6			103	0,29	0,0032	0,2889	56,5
7			102	0,29	0,0032	0,2883	55,5
8			102	0,29	0,0032	0,2890	54,9
9			102	0,29	0,0032	0,2882	54,0
10			104	0,29	0,0032	0,2883	53,3
11			100	0,28	0,0032	0,2860	52,3
12			102	0,28	0,0032	0,2865	51,8
13			101	0,28	0,0032	0,2882	51,3
14			102	0,29	0,0032	0,2884	50,8
15			105	0,28	0,0031	0,2861	49,9
16			104	0,29	0,0031	0,2882	49,6
17			101	0,28	0,0031	0,2856	48,6
18			102	0,28	0,0031	0,2847	48,0
19			101	0,28	0,0031	0,2876	20,9
20			102	0,28	0,0031	0,2863	18,3
21			102	0,29	0,0031	0,2888	17,8
22			102	0,28	0,0031	0,2877	17,5
23			104	0,28	0,0031	0,2876	17,3
24			103	0,29	0,0032	0,2886	17,3
MÉDIA			102	0,28	0,0032	0,2879	44,7

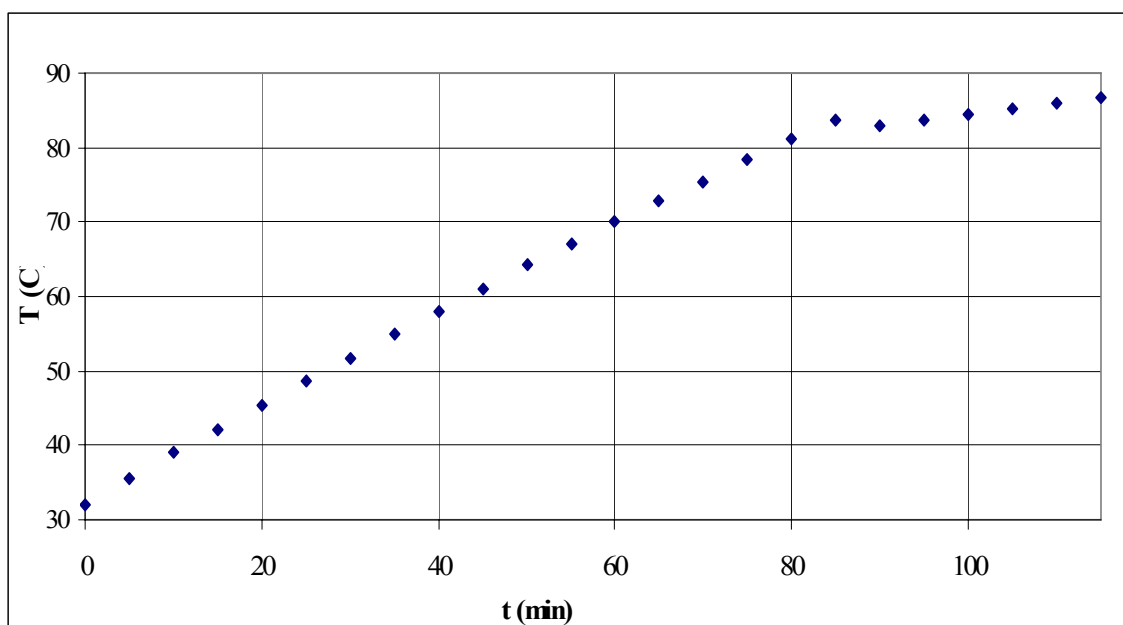


Figura F.1 - Variação da Temperatura de saída da água da caldeira durante o desenvolvimento do teste.

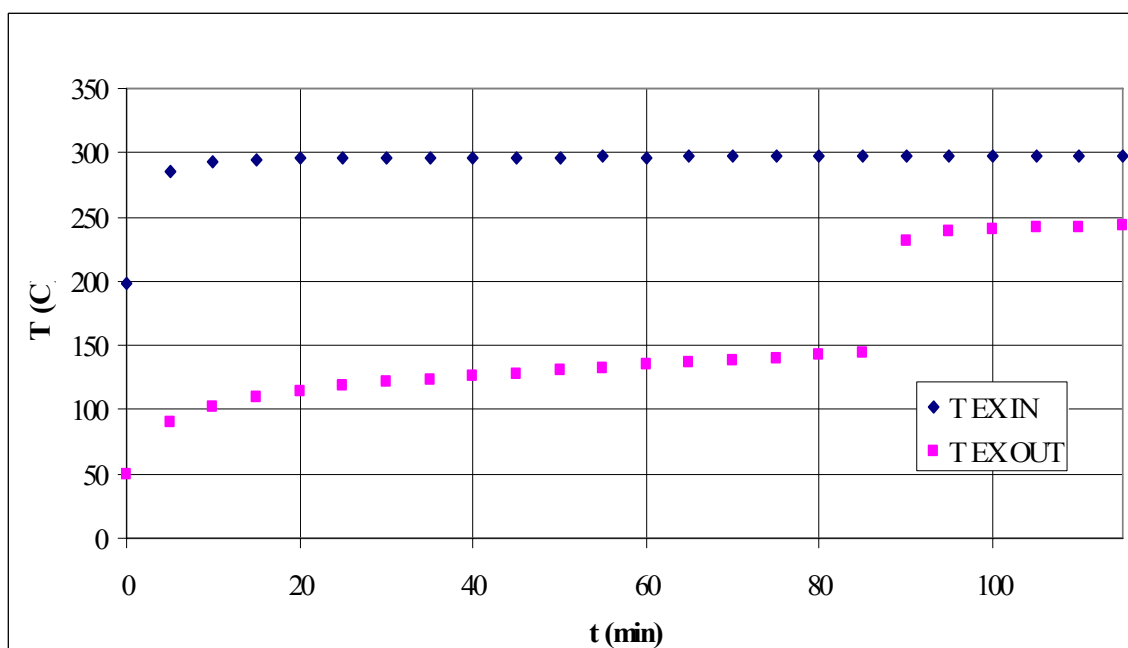


Figura F.2 - Variação da Temperatura dos gases de exaustão que entram (T EX IN) e saem (T EX OUT) da caldeira de recuperação durante o desenvolvimento do teste.

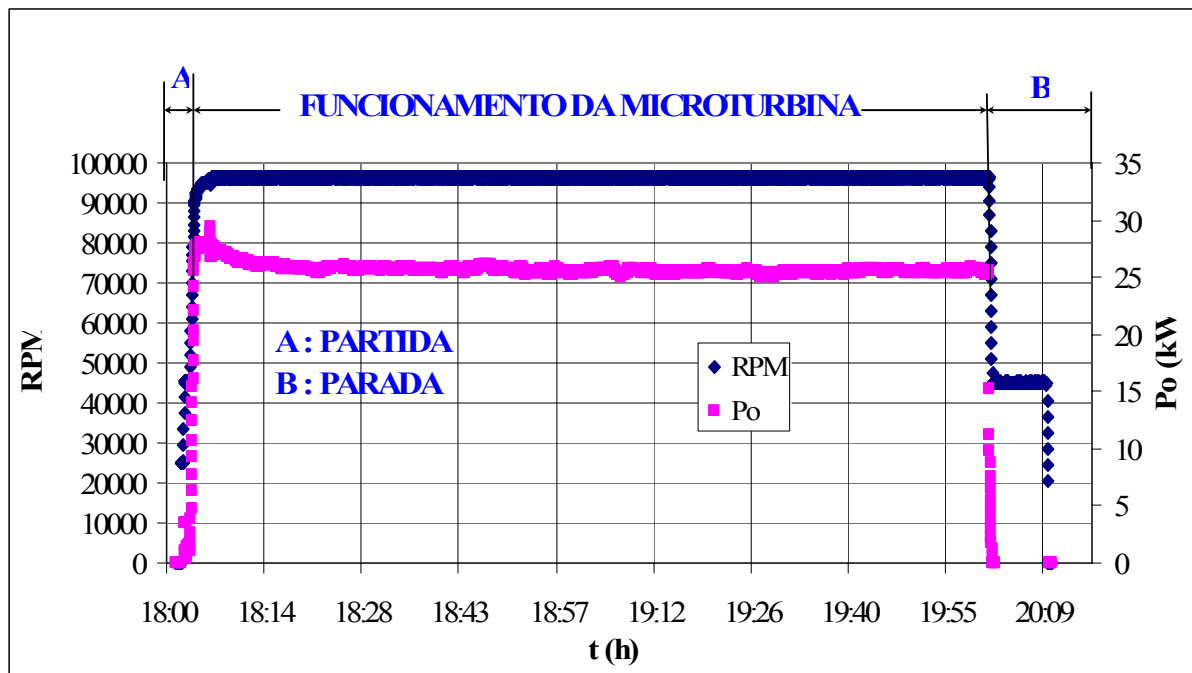


Figura F.3 - Variação das RPM e Potência Gerada pelo sistema (P_o) durante o desenvolvimento do teste.

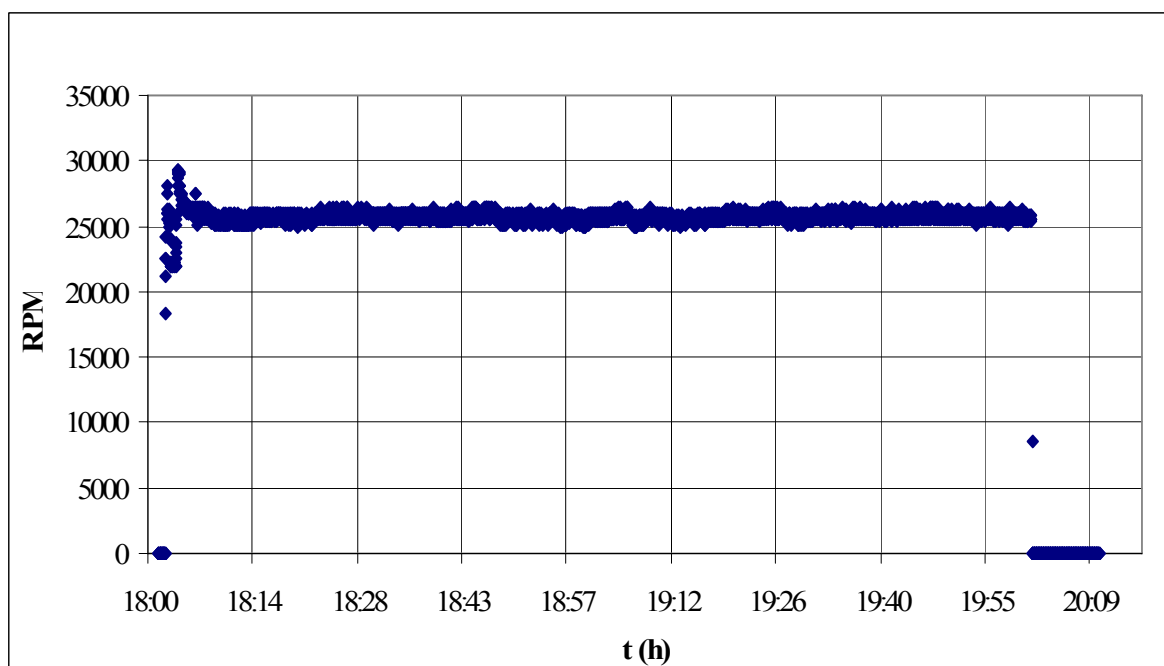


Figura F.4 - Variação das RPM do compressor de Gás Natural durante o desenvolvimento do teste.

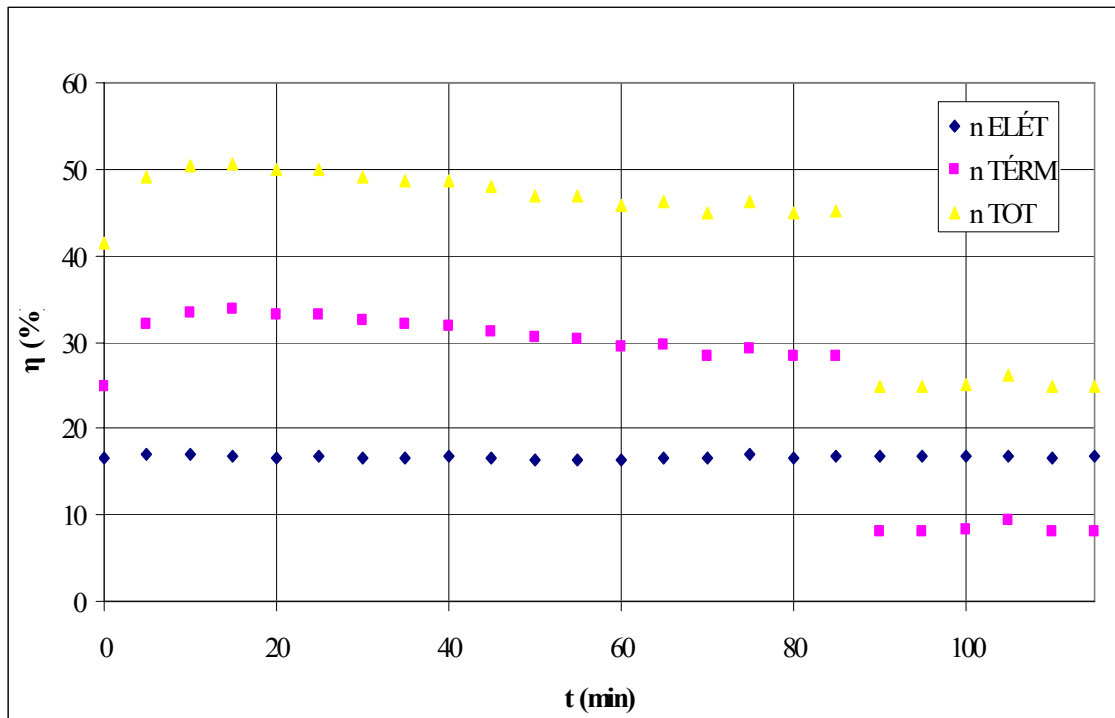


Figura F.5 - Variação da eficiência elétrica, térmica e total da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

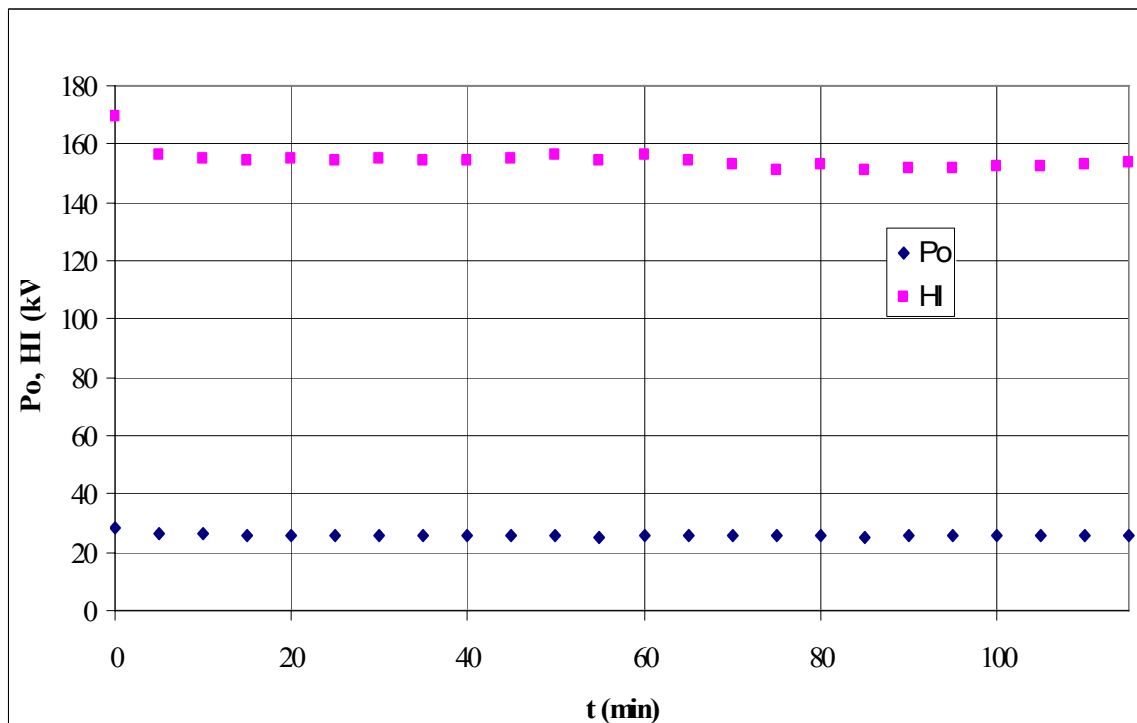


Figura F.6 - Potência elétrica gerada (Po) e Energia fornecida pelo Gás Natural (HI) da planta de cogeração durante o desenvolvimento do teste.

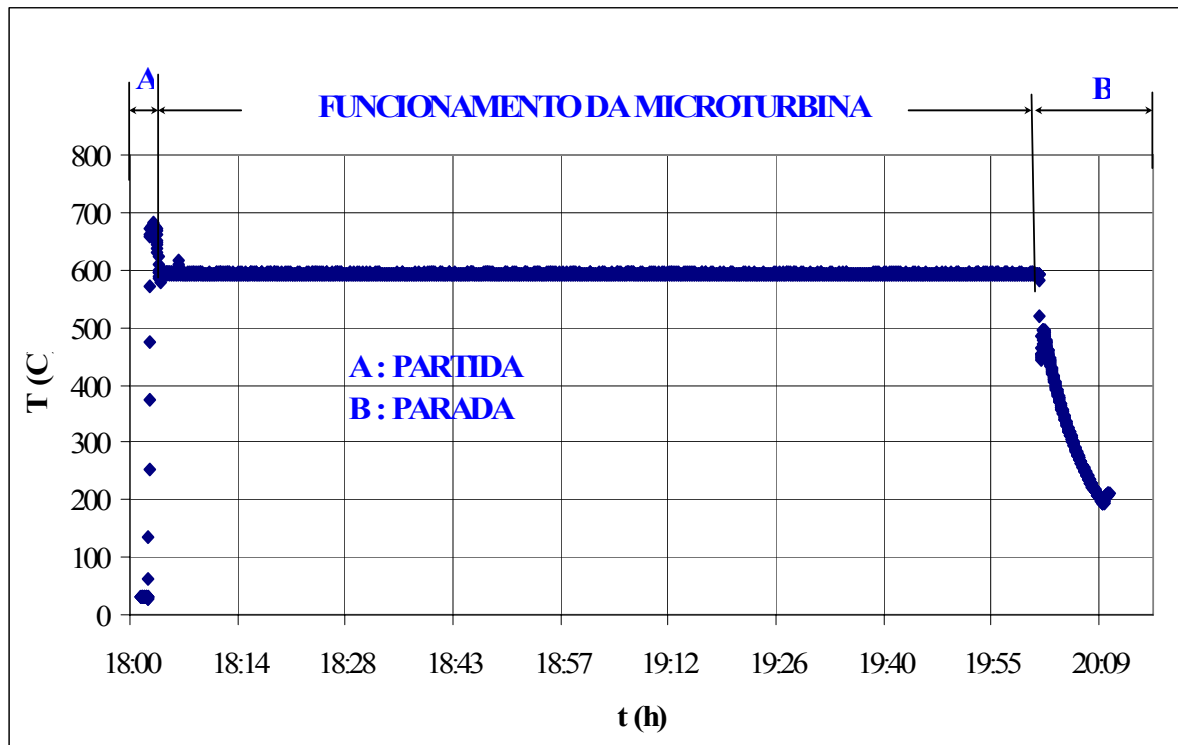


Figura F.7 - Variação da Temperatura de exaustão de microturbina durante o desenvolvimento do teste.

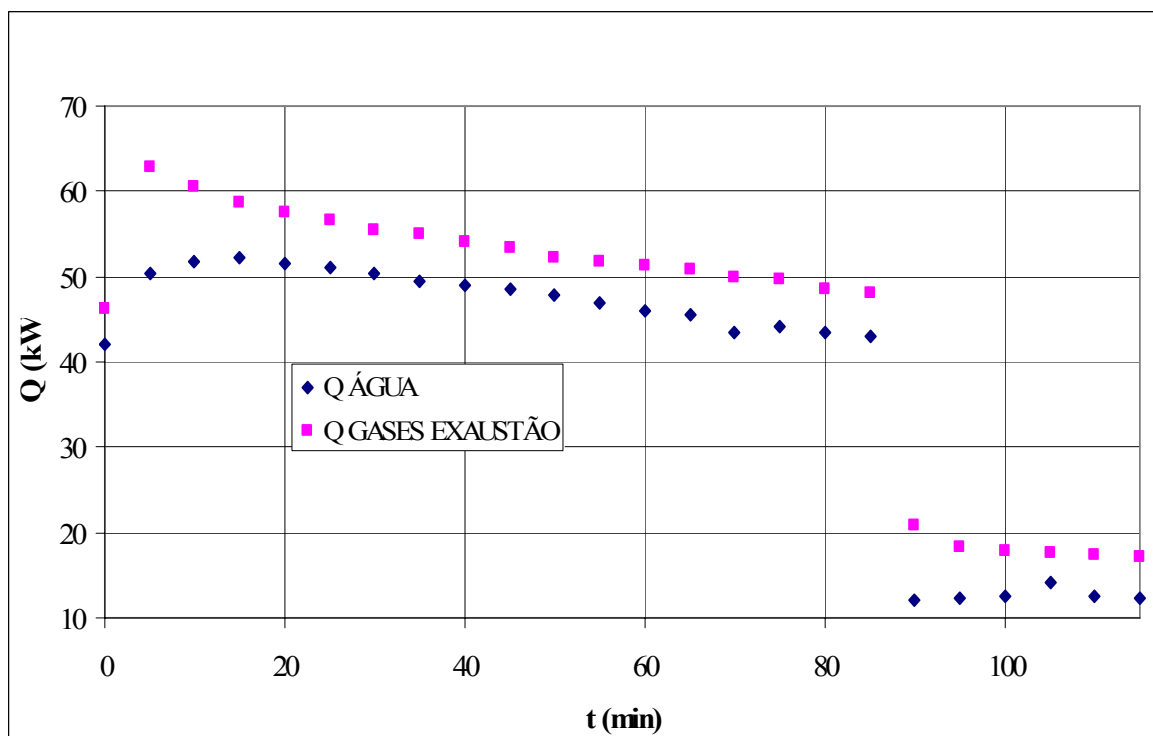


Figura F.8 - Variação do calor da água (Q ÁGUA) e o calor dos gases de exaustão (Q GASES EXAUSTÃO) durante o desenvolvimento do teste.