

Resultados do Ensaio Estático do Motor Turbojato JetsMunt VT-80 (13/12/17)

Este documento procura relatar os resultados obtidos para o ensaio do motor JetsMunt VT-80 feito no dia 13/12/17, de forma breve e sem o formalismo de um relatório técnico convencional. Abaixo são mostrados alguns dados relativos ao ambiente em que o motor estava inserido:

Tabela 1 - Características lidas por alguns sensores relativos ao ambiente em que o experimento foi conduzido.

Característica	Valor
$T_{Bulbo\ Seco}$	25°C
$T_{Bulbo\ Húmido}$	19,5°C
Humidade Relativa (Instrumentação)	57,5%
Humidade Relativa (INPE, Pampulha)	57%
$P_{Ambiente}$ (INPE e AIS, Pampulha)	1019hPa
$T_{Sensor\ Interno\ VT-80}$	26°C
$T_{Termopar\ Carcaça\ Externa\ VT-80}$	25°C

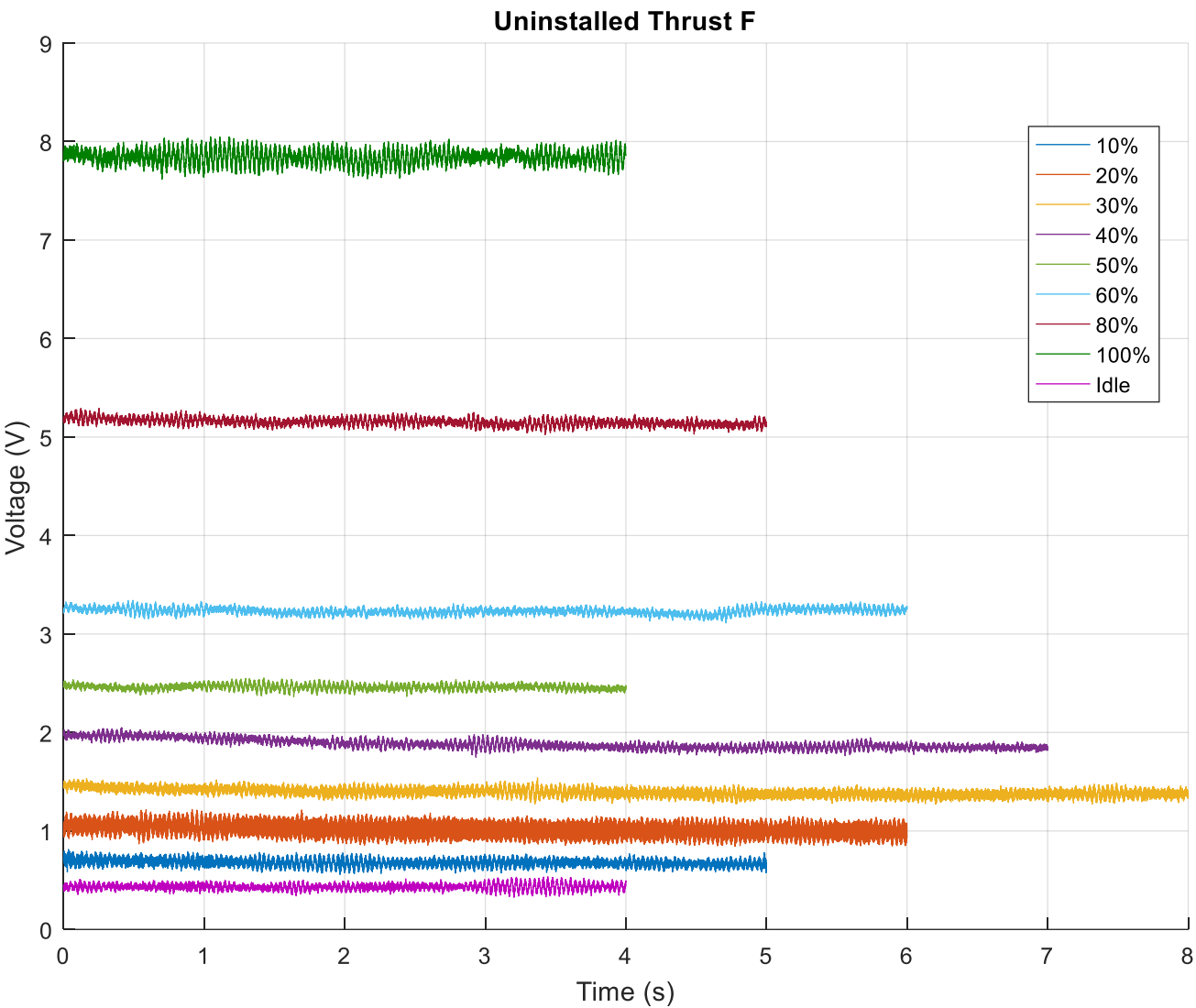
Durante o ensaio, alguns dados com relação ao ruído do motor foram obtidos utilizando um sensor de intensidade sonora (escala dBA, relativa ao ouvido humano) a cerca de 3m a 4m de distância em relação ao motor. A saber:

Tabela 2 - Intensidade sonora do motor medida entre 3m a 4m de distância do mesmo.

Fase	Intensidade Sonora
Startup	70~91dBA
Idle	96dBA
100%	123 dBA

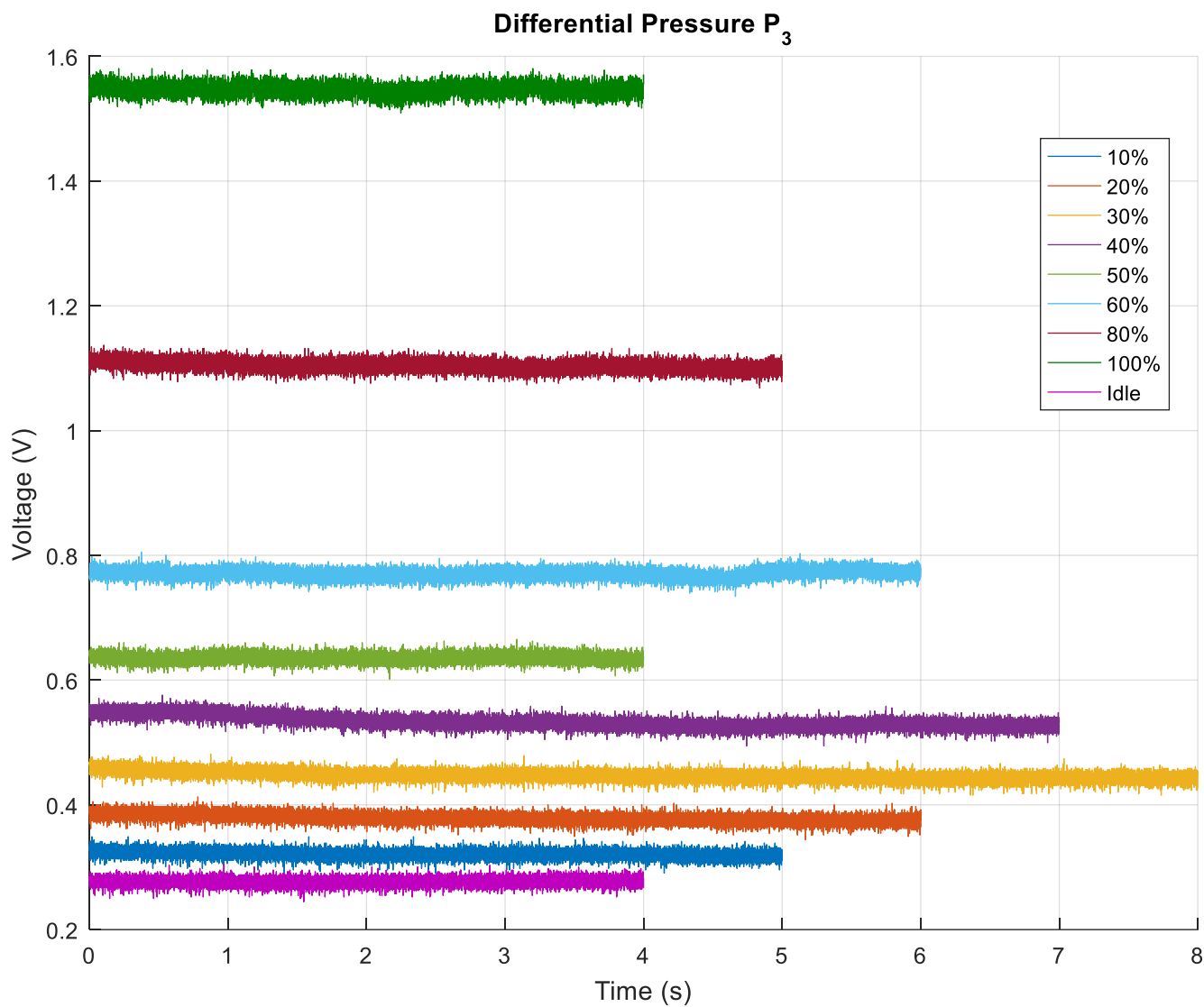
O teste foi feito em duas partes. A primeira adquiriu-se dados relativos ao *throttle* de 0% a 60%, enquanto na segunda parte mediu-se os valores de 80% e 100%. A seguir apresenta-se os dados RAW (conforme obtidos) de cada um dos sensores externos envolvidos no ensaio.

Célula de Carga Alfa G-10 (RAW):



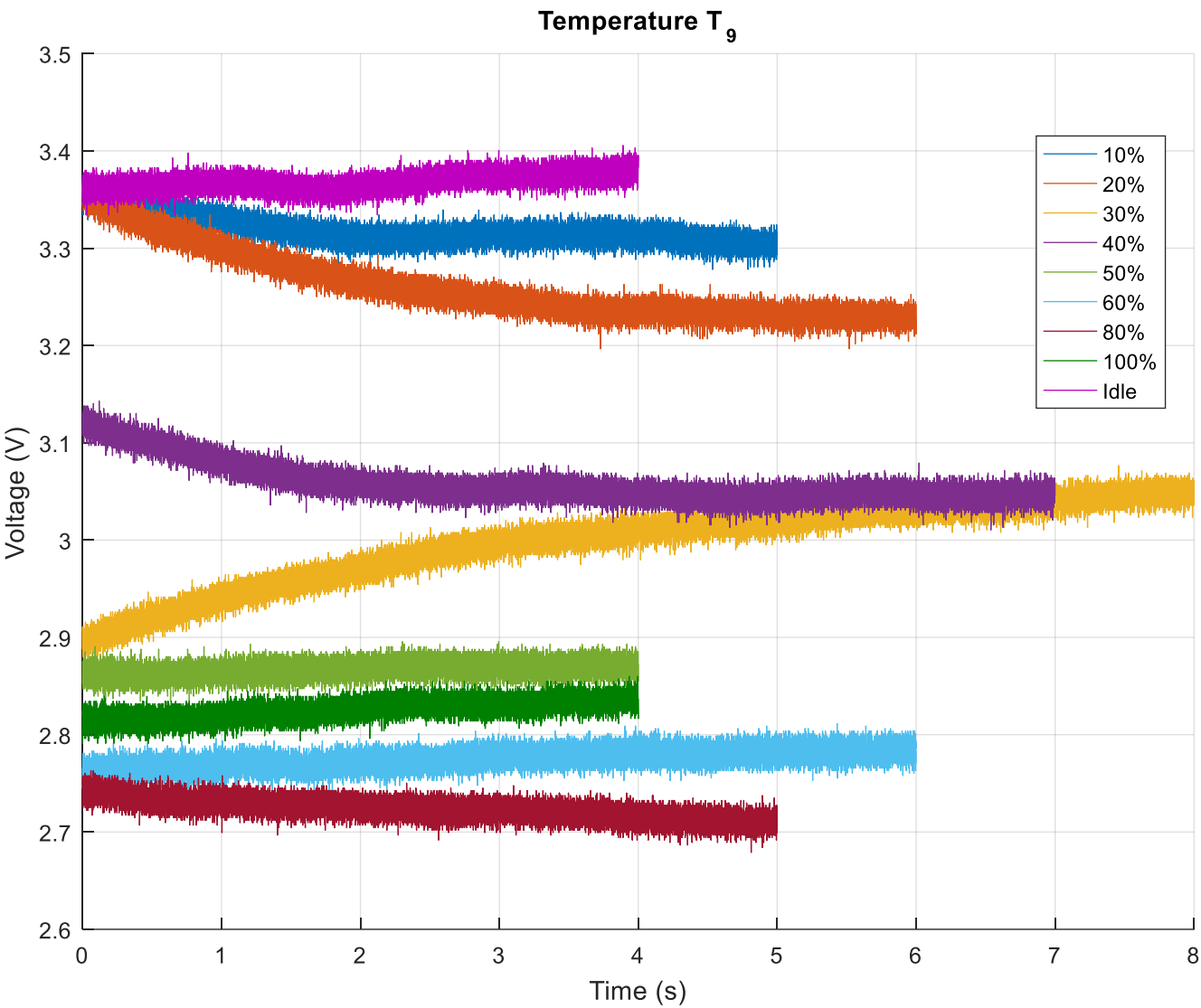
	<i>Idle</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>	<i>40%</i>	<i>50%</i>	<i>60%</i>	<i>80%</i>	<i>100%</i>
<i>Média (V)</i>	0.43332	0.6789	1.0179	1.3936	1.8837	2.4613	3.2336	5.1533	7.8423
<i>Incerteza (V)</i>	0.071912	0.087481	0.17546	0.099429	0.12359	0.063817	0.075532	0.089188	0.17618

Pressão Diferencial MPX5500DP (RAW):



	Idle	10%	20%	30%	40%	50%	60%	80%	100%
Média (V)	0.27674	0.32076	0.37877	0.44686	0.53306	0.63562	0.77048	1.1041	1.5468
Incerteza (V)	0.015102	0.015955	0.018055	0.019185	0.025541	0.016708	0.018622	0.020039	0.021994

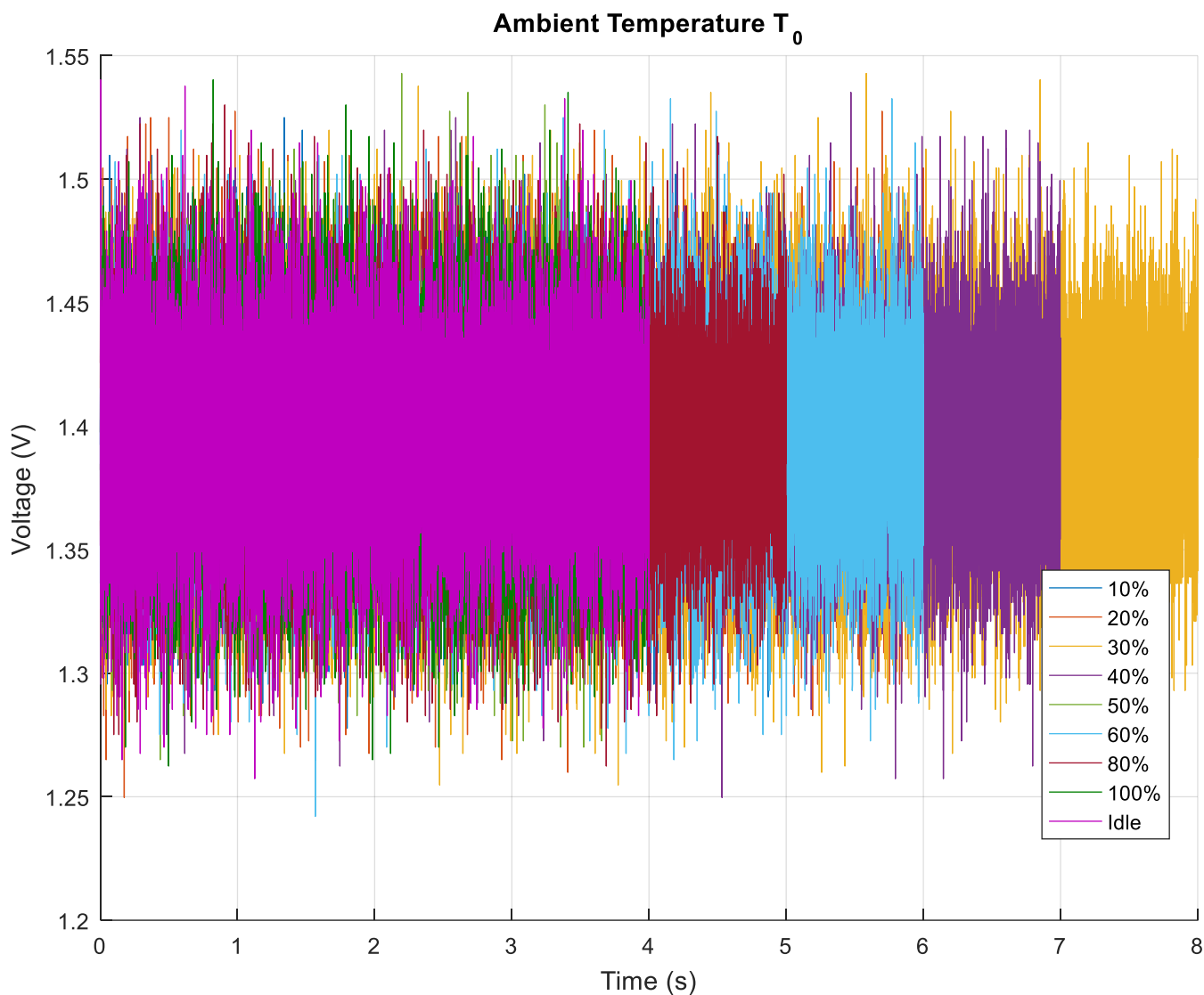
Termopares K (RAW):



	Idle	10%	20%	30%	40%	50%	60%	80%	100%
Média (V)	3.3799	3.3041	3.229	3.0483	3.0469	2.87	2.7842	2.7105	2.8368
Incerteza (V)	0.018147	0.018436	0.018725	0.017966	0.017789	0.018993	0.019261	0.018442	0.019495

OBS.: Observa-se que em alguns momentos, a temperatura medida pelos termopares ainda não havia alcançado o regime permanente. Dessa maneira, as estatísticas apresentadas acima são relativas somente aos últimos 200 pontos adquiridos no ensaio.

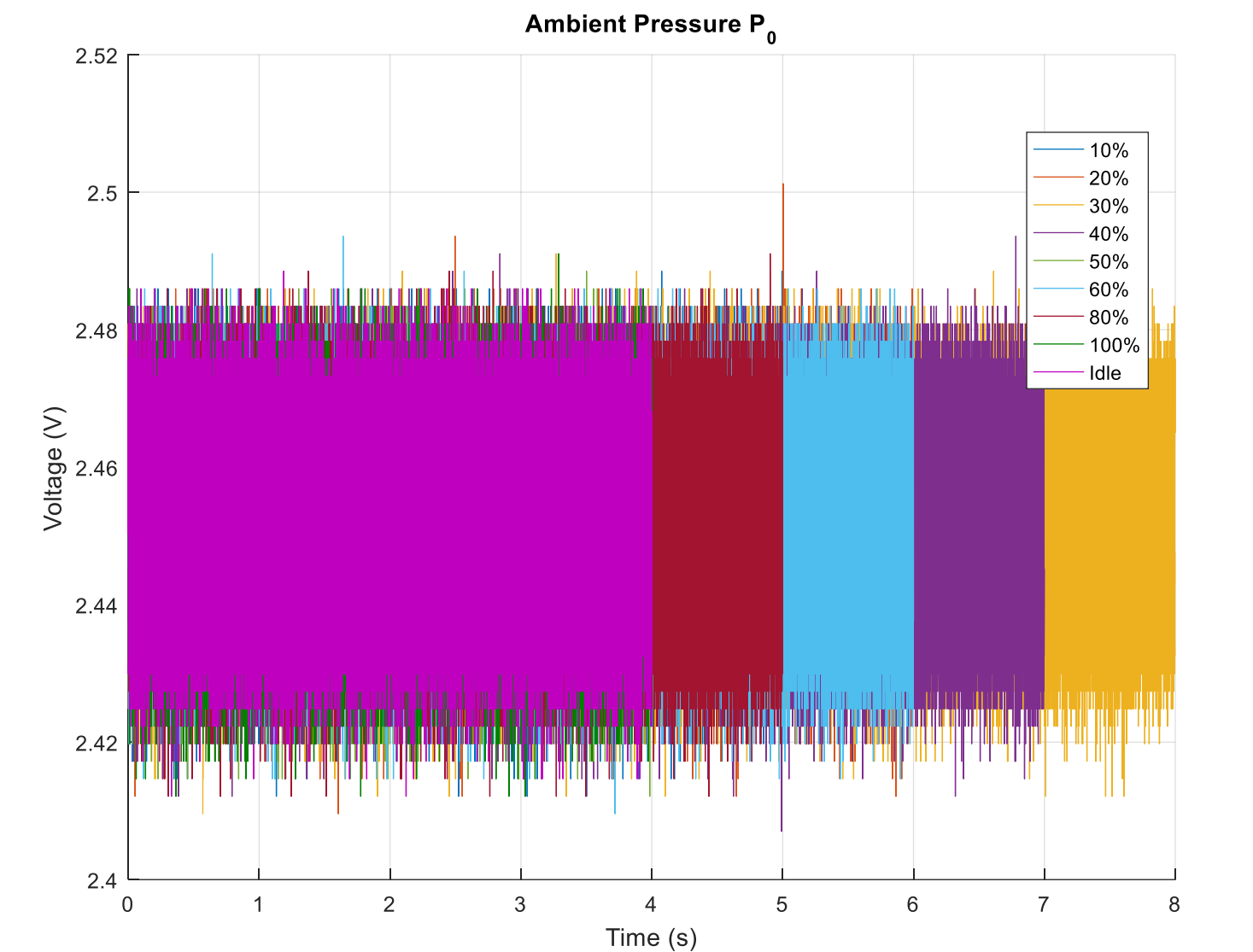
Temperatura Ambiente LM35 (RAW):



	<i>Idle</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>	<i>40%</i>	<i>50%</i>	<i>60%</i>	<i>80%</i>	<i>100%</i>
<i>Média (V)</i>	1.3949	1.3948	1.3948	1.3949	1.3948	1.3949	1.3948	1.3948	1.395
<i>Incerteza (V)</i>	0.071887	0.065116	0.069908	0.073193	0.069685	0.06971	0.069706	0.070037	0.069943

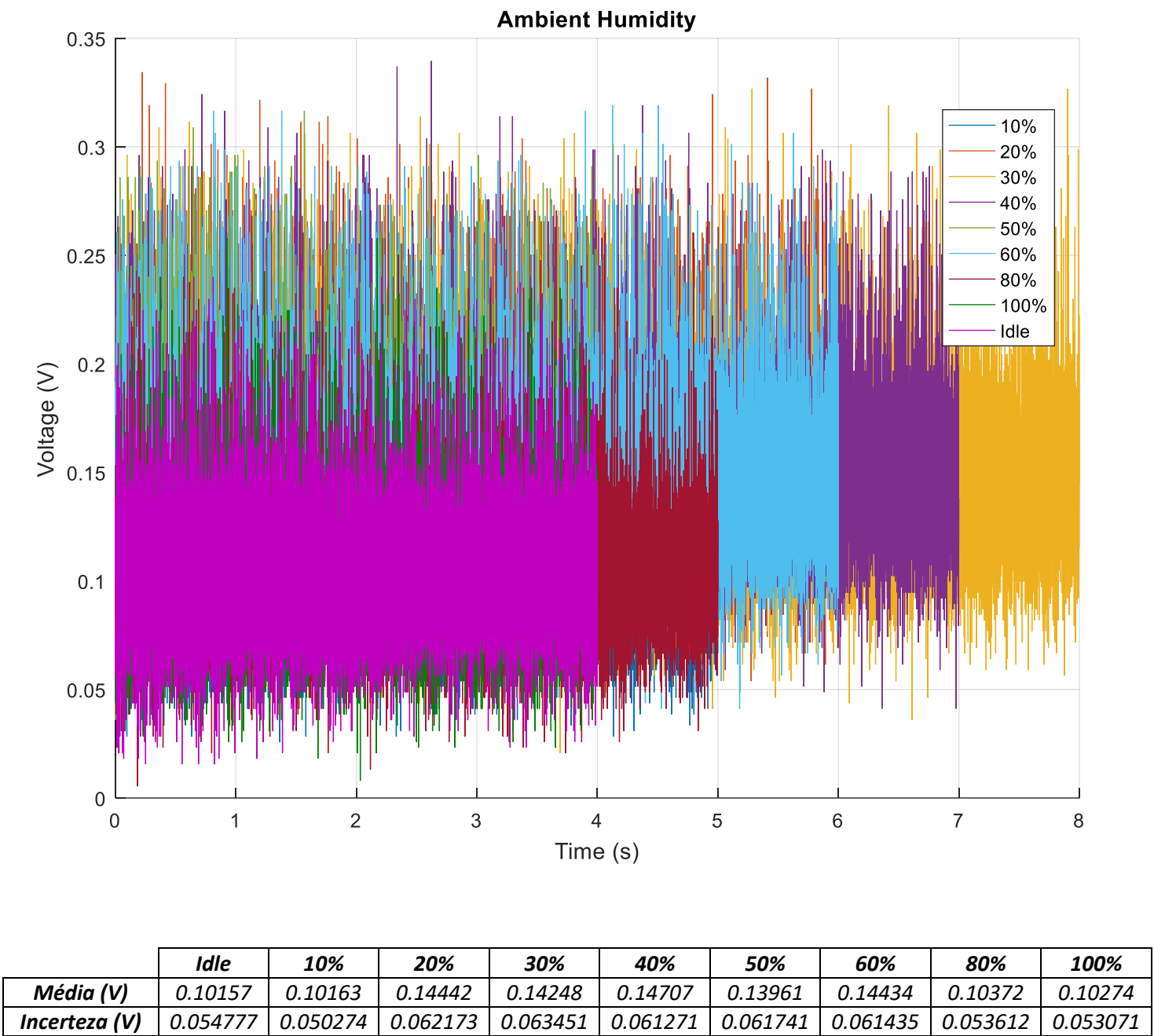
OBS.: Atualmente, este sensor aparenta não estar funcionando corretamente. O valor de 1.4V é a tensão atribuída pela DAQ USB-6009 para portas analógicas não conectadas (*No Connection*, NC).

Pressão Ambiente MPX5100A (RAW):



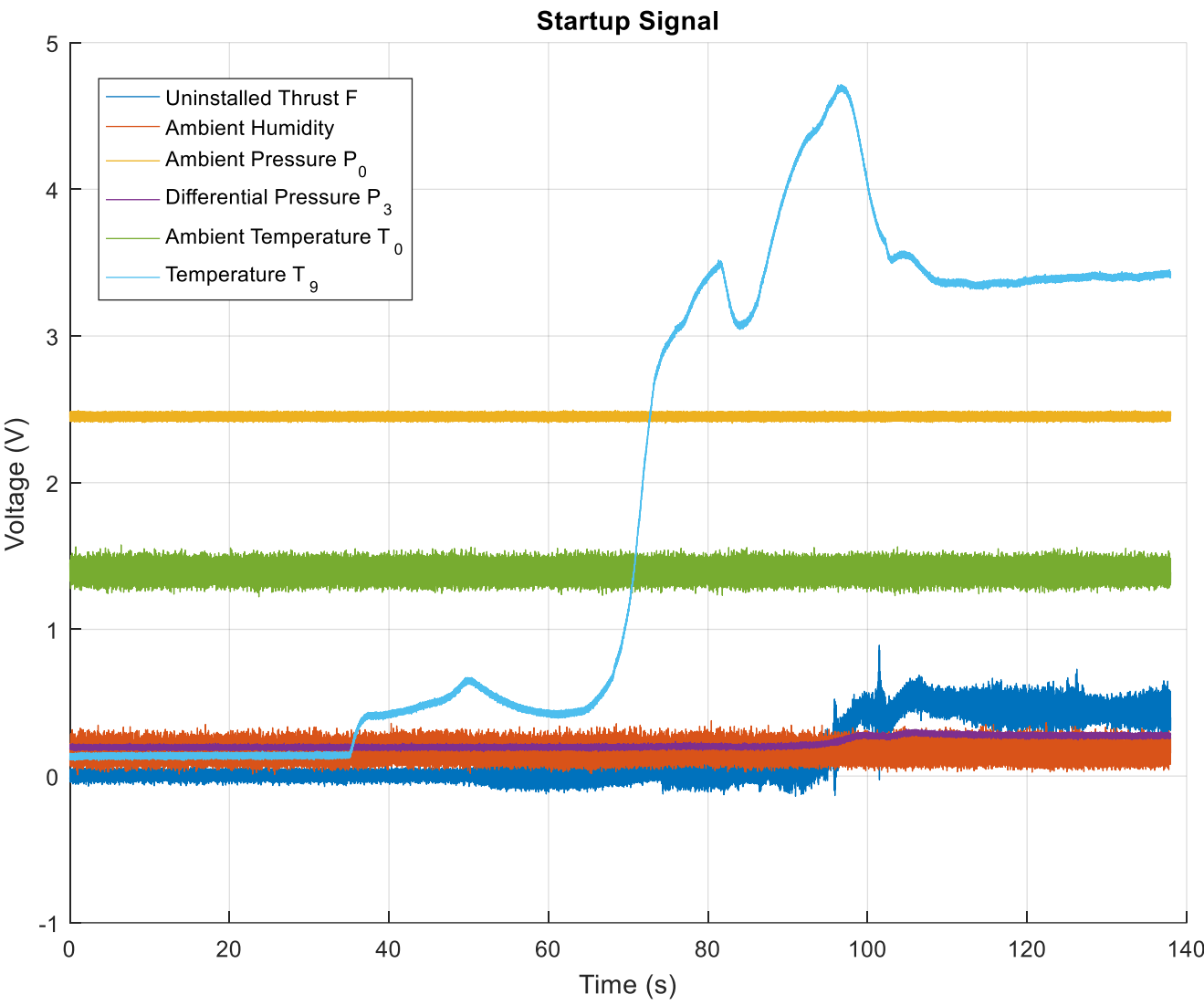
	<i>Idle</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>	<i>40%</i>	<i>50%</i>	<i>60%</i>	<i>80%</i>	<i>100%</i>
<i>Média (V)</i>	2.4489	2.4489	2.4487	2.4486	2.4483	2.4482	2.4484	2.4487	2.448
<i>Incerteza (V)</i>	0.033814	0.03402	0.03378	0.033846	0.03376	0.033808	0.033839	0.033788	0.033877

Humidade Ambiente HiH-4000 (RAW):

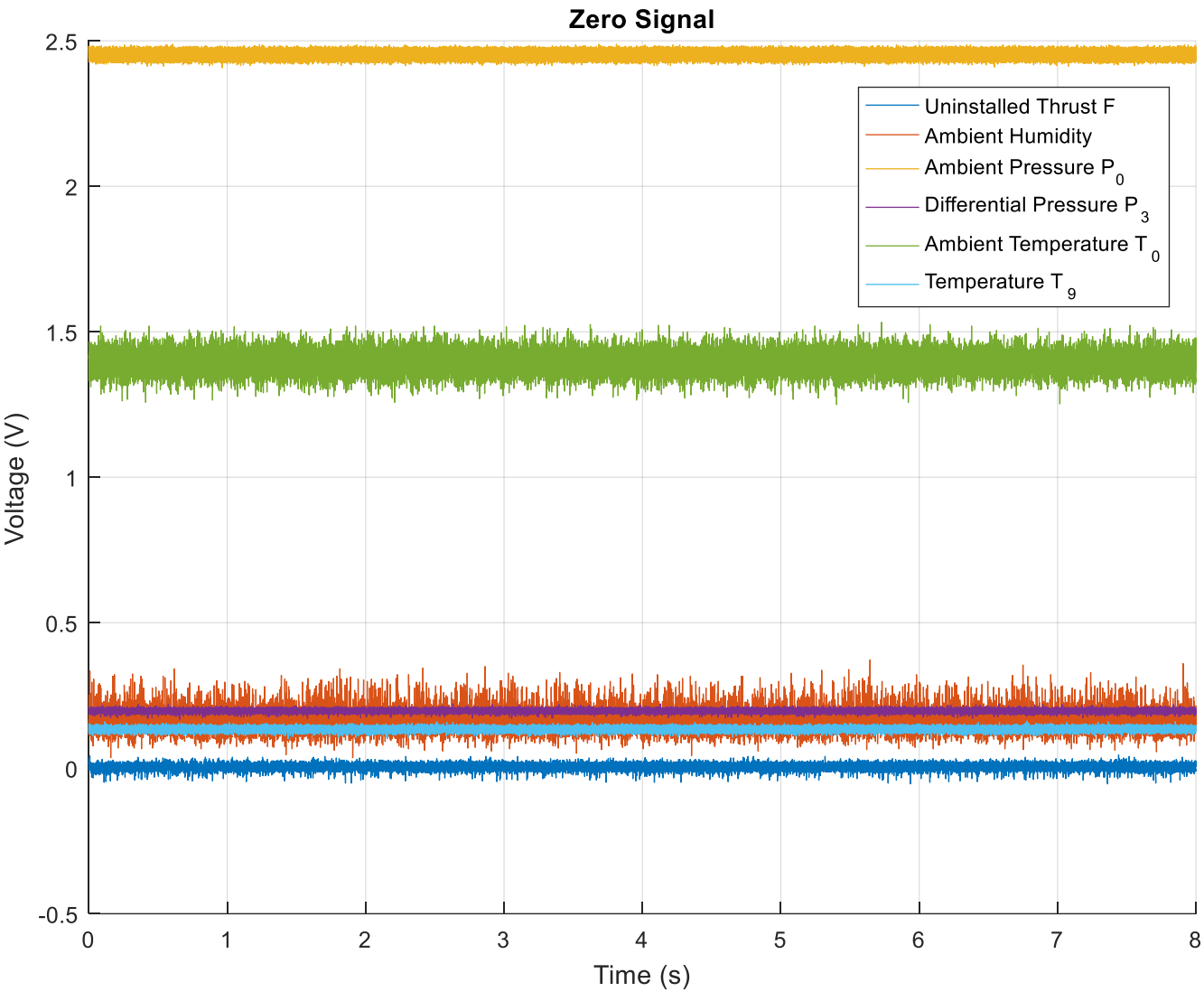


OBS.: Os valores relativos a 80% e 100% foram obtidos em um ensaio a parte dos demais, o que pode ter conferido tempo suficiente para que a humidade ambiente se alterasse.

Engine Startup (RAW):



Zero Reference Level (RAW):



	F	H	P_0	P_3	T_0	T_9
<i>Média (V)</i>	0.0045353	0.16067	2.4487	0.19711	1.3948	0.13399
<i>Incerteza (V)</i>	0.0086498	0.02633	0.013063	0.0054262	0.029152	0.0066381

Para analisar-se os valores mensurados pela célula de carga e pelo termopar, utiliza-se o valor de zero como referência e supõe-se um comportamento linear com os seguintes coeficientes angulares:

$$\frac{dF}{dV} = 0,96124 \text{ (Célula de Carga) [kg]}$$

$$\frac{dT_9}{dV} = 180,07 \text{ (Média entre os 3 Termopares)}$$

Para o sensor de pressão diferencial, utiliza-se a equação fornecida pelo fabricante:

$$V = 5,0(0,0018 \cdot \Delta P + 0,04) \text{ [V]}$$

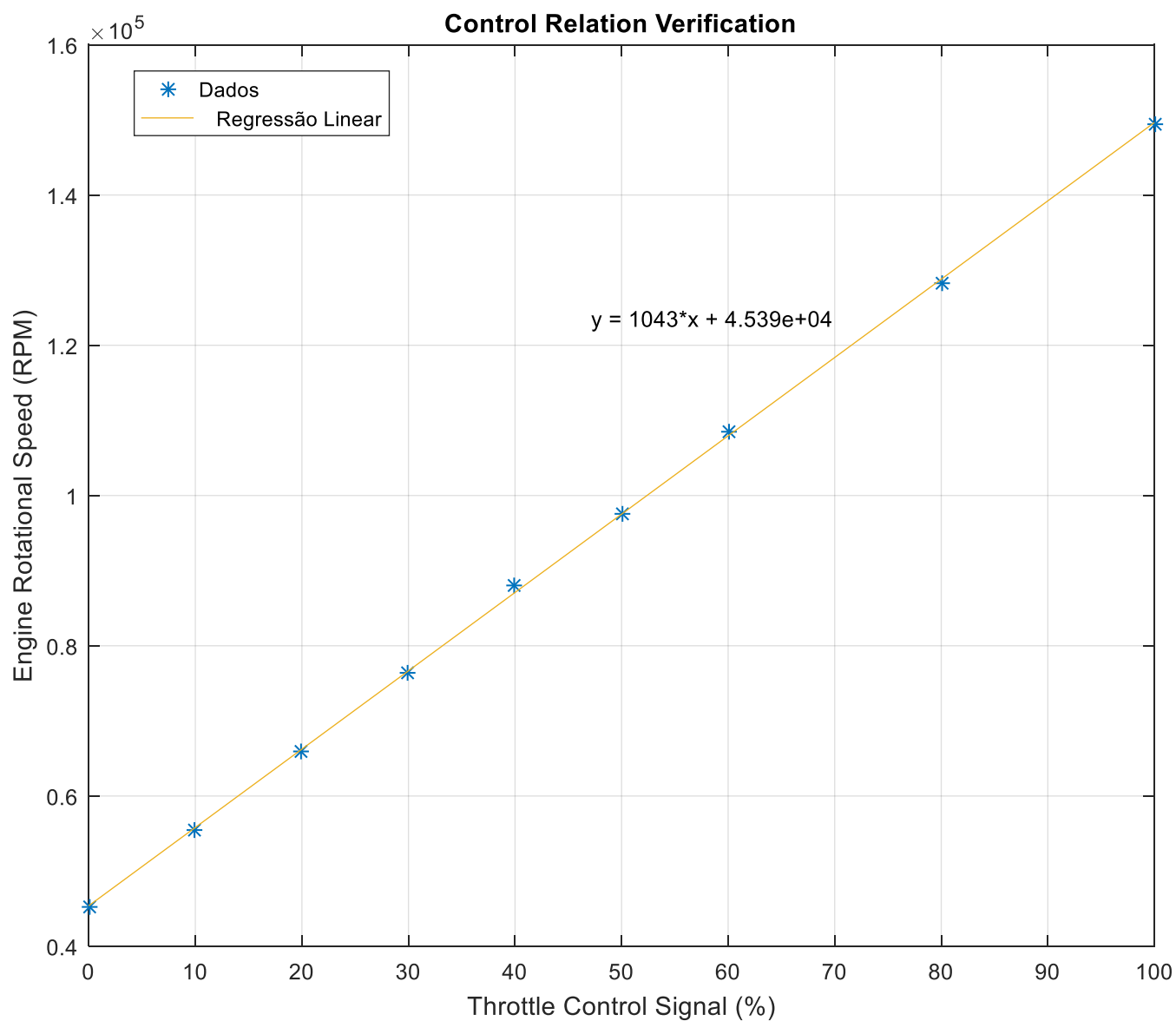
$$\Delta P = \frac{V - 0,2}{0,009} \text{ [kPa]}$$

Utilizando a metodologia descrita acima em conjunto com a leitura dos sensores internos fornecidas pela ECU (FADEC) do motor, obtém-se os seguintes resultados (a aceleração da gravidade em Belo Horizonte é considerada 9,7838 m/s²):

Tabela 3 - Dados de interesse obtidos durante o ensaio para o motor JetsMunt VT-80. OBS.: A curva de calibração dos termopares foi levantada para uma faixa de temperaturas muito inferior à das alcançadas durante a operação do motor, o que pode gerar inconsistências nos resultados apresentados abaixo.

THR	RPM	EGT (°C)	PWR	T _{carcaça} (°C)	F (N)	T ₉ (°C)	T ₉ /T ₀	P ₃ (kPa)	P ₃ /P ₀
0	45300	558	85	59	4,0325	609,4910	24,3796	8,5267	0,0837
10	55500	552	90	58	6,3421	595,8417	23,8337	13,4178	0,1317
20	66000	551	101	62	9,5303	582,3185	23,2927	19,8633	0,1949
30	76500	530	90 (?)	70	13,0636	549,7798	21,9912	27,4289	0,2692
40	88000	553	121	64	17,6728	549,5277	21,9811	37,0067	0,3632
50	97500	532	129	77	23,1048	517,6733	20,7069	48,4022	0,4750
60	108600	561	155	72	30,3680	502,2233	20,0889	63,3867	0,6220
80	128200	558	193	91	48,4220	488,9522	19,5581	100,4556	0,9858
100	149500	580	278	116	73,7109	511,6950	20,4678	149,6444	1,4685

Verifica-se se a velocidade de rotação do motor comporta-se de forma linear em relação ao sinal de controle (*throttle* THR):



Como se pode perceber, a relação é realmente linear entre o controle e a velocidade de rotação do motor.