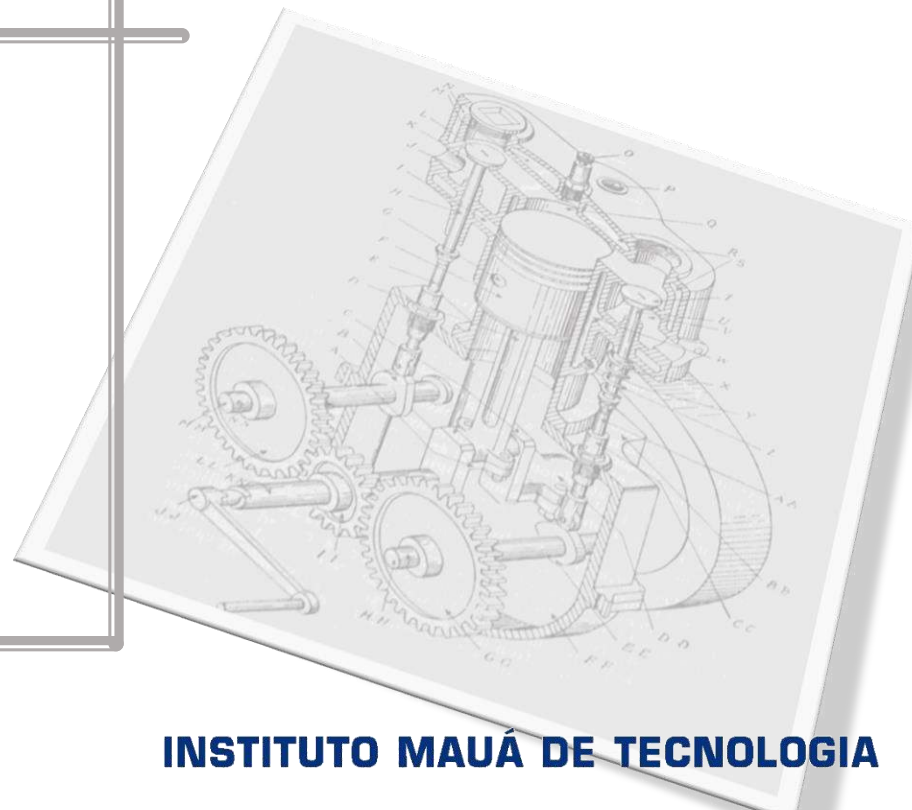


BAJA SAE BRASIL

Ensaio em motores de combustão interna
Correlação motores Série 19 e 20

Willian Kurilov



INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



PARTE 1

- Instituto Mauá de Tecnologia
- Ensaios em motores de combustão interna (Banco dinamométrico)
- Exemplo de aplicação grande escala (Fórmula SAE)
- Laboratório didático

PARTE 2

- Correlação dos motores Briggs & Stratton (Série 19 e Série 20)
 - Introdução
 - Metodologia aplicada
 - Resultados obtidos
 - Conclusão
 - Futuros estudos

Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

O Instituto Mauá de Tecnologia – IMT é uma entidade de direito privado – associação sem fins lucrativos.

Fundado em 11 de dezembro de 1961, mantém 2 unidades:

- >> Centro Universitário
- >> Centro de Pesquisas



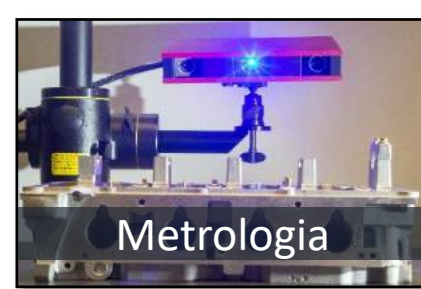
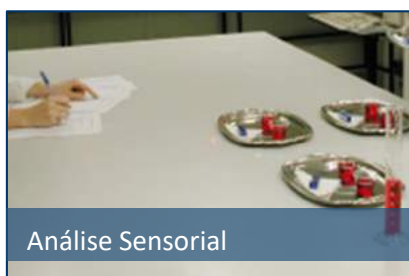
Campus de São Caetano do Sul



12 km da Praça da Sé – área de 130.000 m²



Centro de Pesquisas



Centro de Pesquisas



Divisão de Motores e Veículos



Testes Veiculares



Ensaio de Motores



Emissões de Motocicletas



Calibração

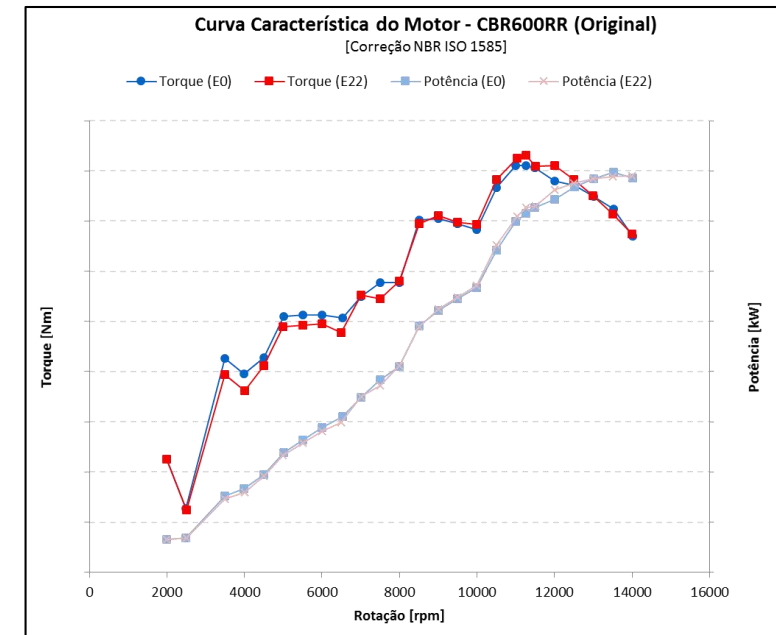


Ensaio em Motores

Banco de Provas



Resultados



ABNT NBR ISO 1585

Instrumentação

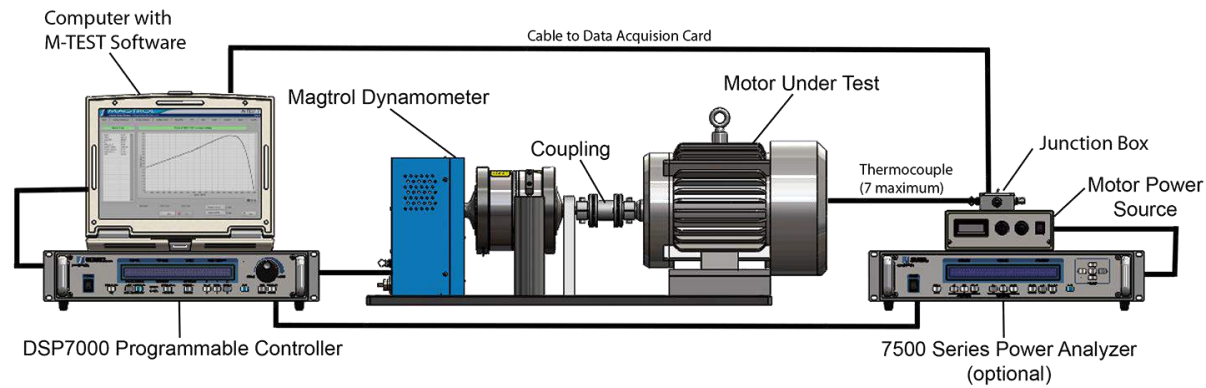


NBR ISO 1585

- Método de ensaio para motores projetados para veículos automotivos:
 - **Aplicado a: Carros de passageiro, carga;**
 - **Não aplicado: Motocicletas, motonetas e tratores agrícolas;**
- Destina-se à avaliação de desempenho (EM PLENA CARGA):
 - Curva de Potência;
 - Curvas de Consumo específico;
- Tipos de motores:
 - Motores alternativos de combustão interna (Otto ou Diesel)
 - X – Excluídos motores de pistão livre;**
 - Motores de pistões rotativos

*Os motores podem ser naturalmente aspirados ou sobrealimentados.

Ensaaios em Motores



Sala de Controle

Controlador

Computador



LINK



Dinamômetro

Motor

Instrumentação



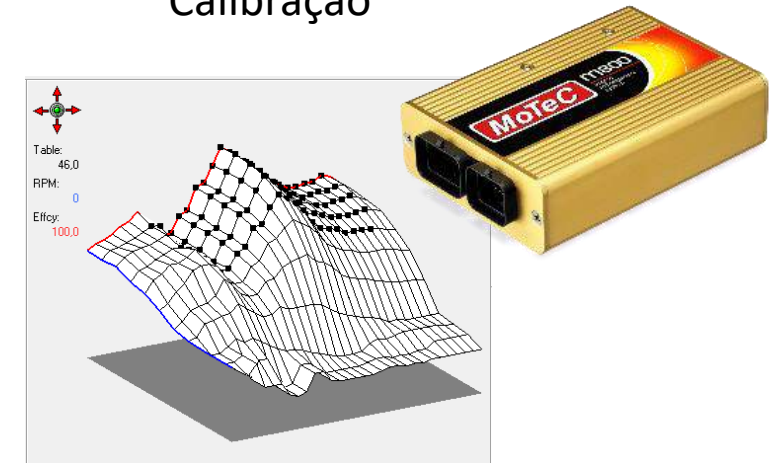
Adaptação Motor



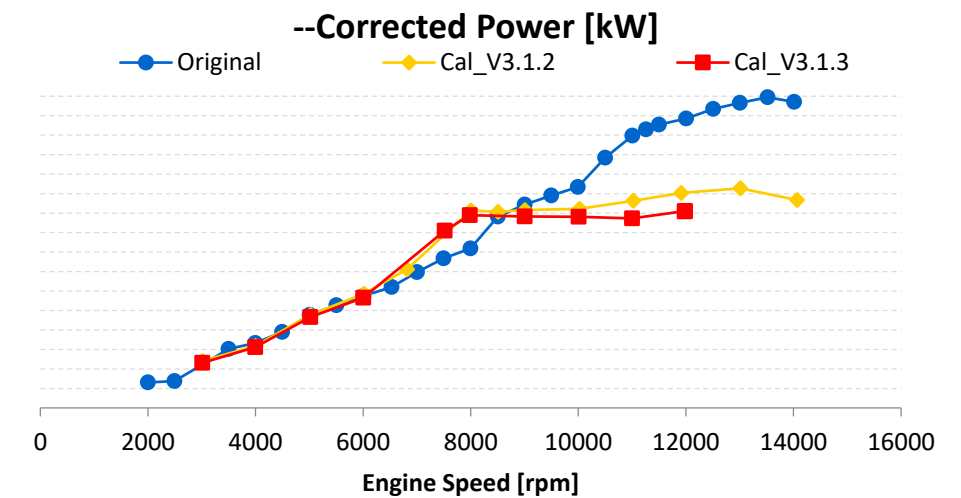
Adaptação "moto"



Calibração

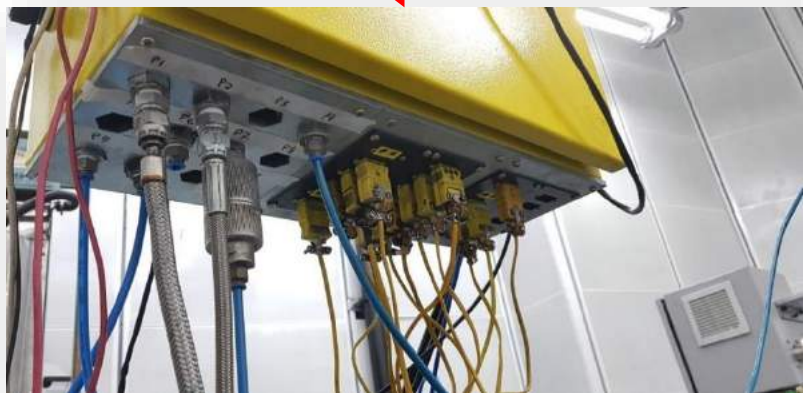


Resultado



Variáveis Medidas

Instrumentação



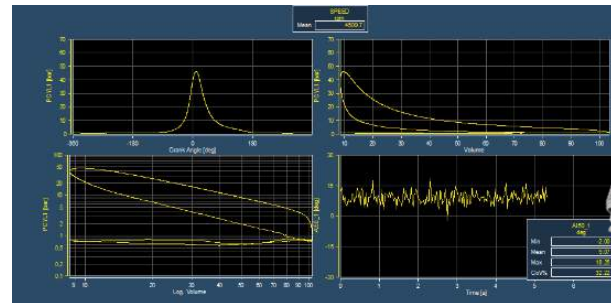
Pressões



Temperatura



Pressão Indicada



Lambda

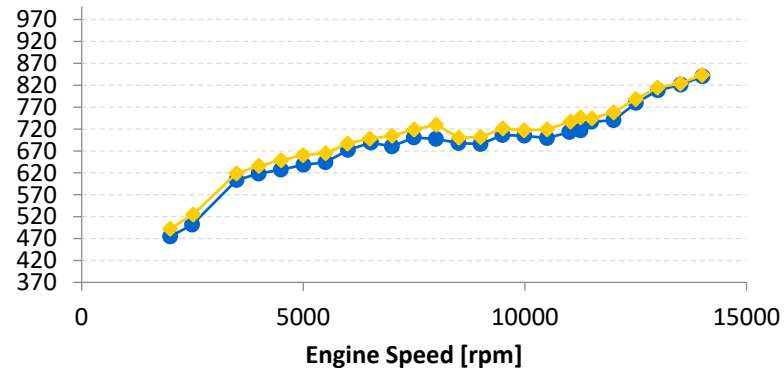


Resultados Obtidos

Temperaturas

--Exhaust Temperature Cyl. #1 [°C]

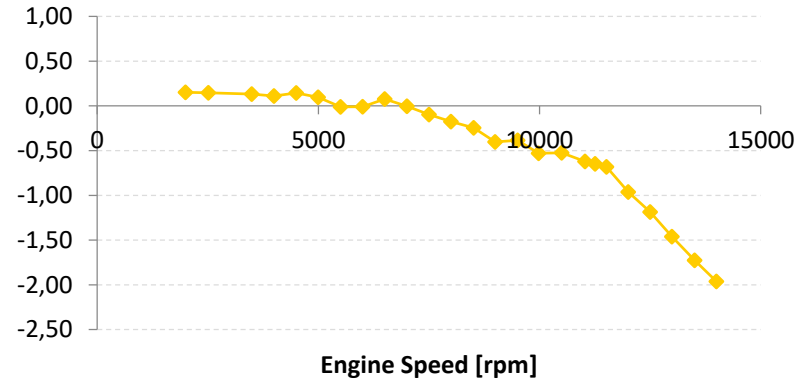
● E0_100% ◆ E22_100%



Pressões

--Intake Manifold Relative Pressure [kPa]

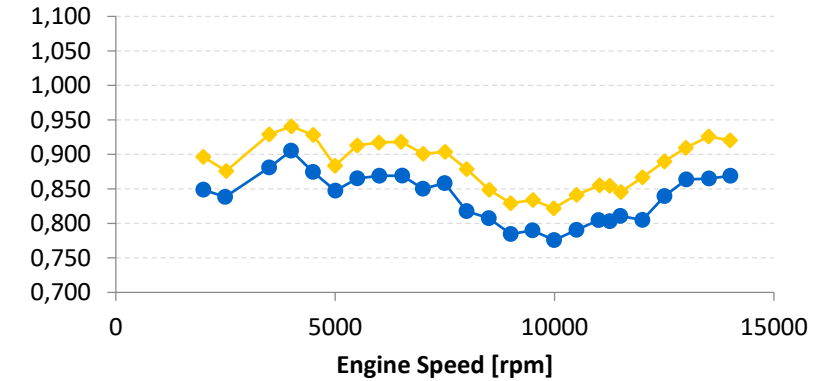
◆ E22_100%



Lambda

--Lambda [-]

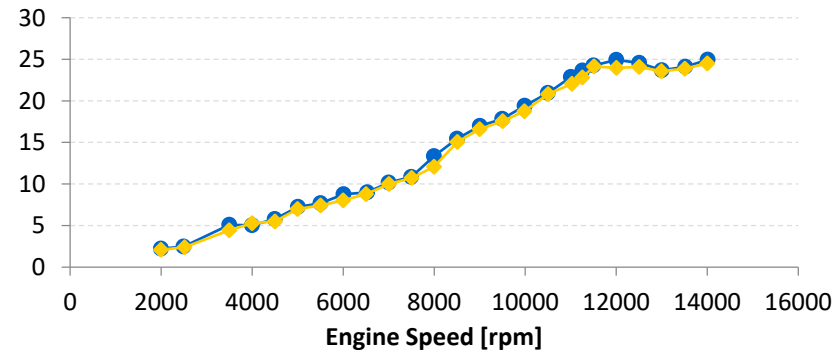
● E0_100% ◆ E22_100%



Consumo

--Fuel Consumption [kg/h]

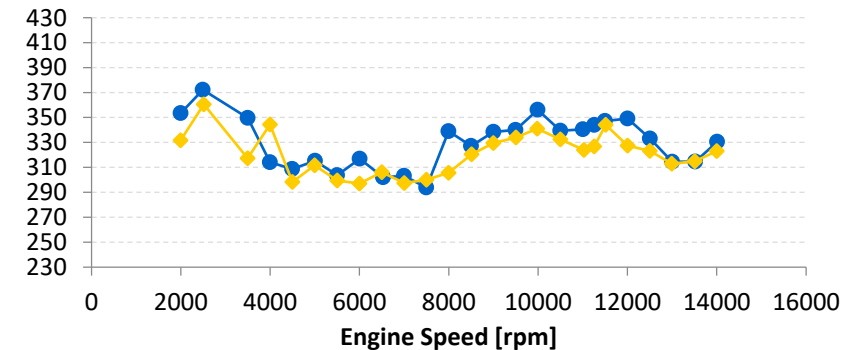
● E0_100% ◆ E22_100%



Conjugado de variáveis

--Specific Fuel Consumption [g/kW.h]

● E0_100% ◆ E22_100%



Real x Didático

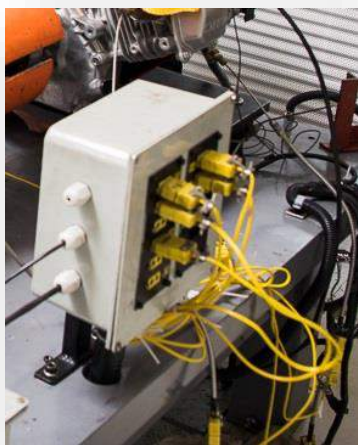
Sala de Controle



Banco de Provas



Instrumentação

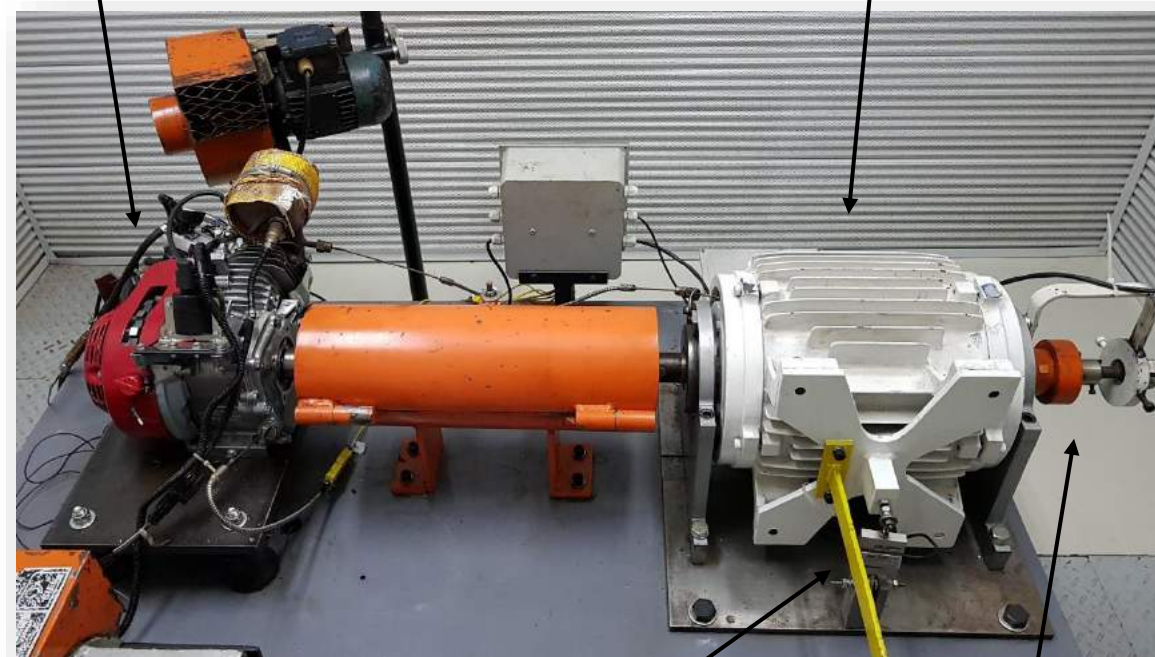


Consumo



Motor

Dinamômetro



Célula de Carga

Rotação

BAJA SAE BRASIL

Correlação de Motores

Briggs&Stratton Séries 19 e 20

Orientação: Willian Kurilov

Curvas: Filipe M. Piasentim



INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



- **Objetivo do estudo**: Apresentar as diferenças de desempenho entre os motores Briggs and Stratton séries 19 e 20;
- Abreviações:
 - Briggs and Stratton: B&S;
 - Série 20: S20;
 - Série 19: S19;



Briggs & Stratton 10 HP OHV
Modelo 20 (S20).



Briggs & Stratton 10 HP OHV Vanguard
Modelo 19 (S19).

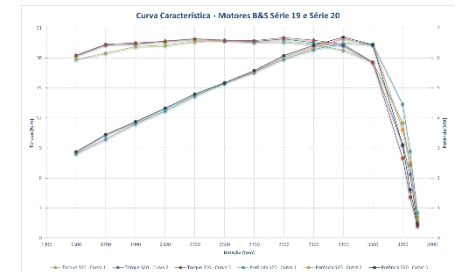


- **Motores:** Foram utilizados para estudo dois motores novos S19 e S20;
- **Metodologia:**



- **Ensaios:** Os ensaios de medição de torque e potência foram baseados na norma **ABNT NBR ISO 1585***;

- **Acompanhamento:** Os motores passaram por um processo de amaciamento, e a evolução de seus desempenhos foi mensurada;



- **Regras:** O estudo se pautou nas diretrizes das regras nacional e internacional;

- Regulamento Administrativo e Técnico Baja SAE BRASIL (RATBSB – Emenda 1 - 01 de Julho de 2018) – [\[RATBSB\]](#);
- Collegiate Design Series Baja SAE® Rules 2018 (Revision D – 1º de Maio de 2018) – [\[CDSBSR\]](#);

*Os ensaios foram apenas baseados na Norma ABNT NBR ISO 1585 – Para a plena aplicação apenas o Centro de Pesquisas está habilitado.



- Critérios prescritos pelas regras:

| Regras | RATBSB (BR) | CDSBSR (US) | Critério aplicado nos ensaios* |
|-----------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Mínima rotação – eixo livre | Não especificado | 1,750 RPM \pm 100 RPM | 1,750 RPM \pm 100 RPM |
| Máxima rotação – eixo livre | Não especificado | Max 3,800 RPM | Max 3,800 RPM |

*O critério adotado para os ensaios foi baseado na regra norte-Americana para que houvesse limites estipulados aos ensaio, tendo em vista que regra nacional não restringe os limites de atuação dos motores;

Variáveis Aquisitadas

- Para a boa execução dos ensaios, bem como avaliação dos resultados de desempenho, o motor e banco de provas foram instrumentados e as seguintes variáveis foram aquisitadas:

| VARIÁVEL | SIGLA | UNIDADE | SENSOR | TAXA DE AQUISIÇÃO |
|-----------------------------------------------------|-------|---------|-----------------------|-------------------|
| Temperatura de Admissão de Ar do Motor | Tadm | [°C] | Termopar Tipo K | 1Hz |
| Temperatura de Óleo do Motor (Temperatura do Motor) | Tm | [°C] | Termopar Tipo K | 1Hz |
| Temperatura do Combustível | Tc | [°C] | Termopar Tipo K | 1Hz |
| Pressão Atmosférica | Patm | [mmHg] | Transdutor de Pressão | 1Hz |
| Temperatura Ambiente | Tamb | [°C] | Termohigrometro | 1Hz |
| Umidade Relativa do Ar | U% | [-] | Termohigrometro | 1Hz |
| Torque | T | [N.m] | Célula de Carga | 10Hz |
| Rotação do Motor | N | [rpm] | Feedback Inversor | 10Hz |



- **Alimentação e Lubrificação**



- Óleo lubrificante Mobil Super Moto 4T – 20W50*

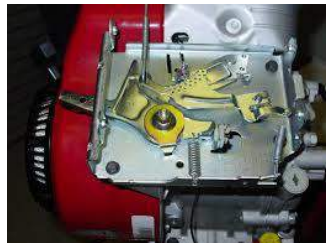
- *Seguindo a recomendação da B&S do nível de óleo (Linha superior da vareta de medição);

- Combustível: Gasolina E27**

- ** Tipo comum – Sem aditivos especiais (compra direta Petrobras);



- **Condição de Carga**



- Teste TIPO 1: Motor Governado – Governador Posição Máxima (100%)*

- Teste TIPO 2: Motor Desgovernado – Borboleta Posição Máxima (100%) – WOT**



*Mesmo governado, o motor se mantém em WOT quase toda a faixa de rotação;

** WOT: *Wide Open Throttle*;

- A fim de seguir o procedimento padrão em motores de combustão interna, os motores, novos, passaram por um procedimento de amaciamento;
 - Aquecimento → Carga Parcial 30% → Carga Parcial 50% → Plena Carga 100%

S20



| Amaciamento | | | | | | | | |
|----------------------------------------|------------|-------------|----------|--------------|----------------------------|---------|------|--------|
| Ciclo | Data | Hora início | Hora fim | ΔTempo [min] | Tempo total do Motor [min] | Alpha | Rpm | T óleo |
| Eixo livre - Regulagem da Marcha Lenta | 20/05/2018 | 22:40 | 22:46 | 00:06 | 00:06 | 0,00% | 1750 | 47,9 |
| Eixo Livre - Maxima rotação | 20/05/2018 | 22:46 | 22:58 | 00:12 | 00:18 | 100,00% | 3850 | 65,7 |
| Aquecimetno | 09/06/2018 | 16:50 | 17:05 | 00:15 | 00:33 | 30,00% | 1400 | 60,7 |
| nível 1 | 09/06/2018 | 17:05 | 17:20 | 00:15 | 00:48 | 30,00% | 1800 | 77,0 |
| nível 2 | 09/06/2018 | 17:20 | 17:35 | 00:15 | 01:03 | 50,00% | 2200 | 95,4 |
| nível 3 | 09/06/2018 | 17:35 | 17:50 | 00:15 | 01:18 | 100,00% | 2500 | 98,2 |

S19



| Amaciamento | | | | | | | | |
|----------------------------------------|------------|-------------|----------|--------------|----------------------------|---------|------|--------|
| Ciclo | Data | Hora início | Hora fim | ΔTempo [min] | Tempo total do Motor [min] | Alpha | Rpm | T óleo |
| Eixo livre - Regulagem da Marcha Lenta | 20/05/2018 | 22:00 | 22:08 | 00:08 | 00:08 | 0,00% | 1750 | 50,3 |
| Eixo livre - Maxima rotação | 20/05/2018 | 22:08 | 22:18 | 00:10 | 00:18 | 100,00% | 3850 | 63,4 |
| Aquecimetno | 22/06/2018 | 21:05 | 21:15 | 00:10 | 00:28 | 30,00% | 1400 | 55,0 |
| nível 1 | 22/06/2018 | 21:15 | 21:30 | 00:15 | 00:43 | 30,00% | 1800 | 77,0 |
| nível 2 | 22/06/2018 | 21:30 | 21:45 | 00:15 | 00:58 | 50,00% | 2200 | 93,0 |
| nível 3 | 22/06/2018 | 21:45 | 22:00 | 00:15 | 01:13 | 100,00% | 2500 | 97,0 |

- Após o procedimento de amaciamento, foram iniciadas as caracterizações dos motores:
 - Foram levantadas quatro curvas características de cada motor/modelo em plena carga;
 - Três curvas com o motor governado (Curvas 1, 2 e 3);
 - Uma curva com o motor desgovernado (Curva 4);
 - Todas as variáveis foram aquisitadas (vide exemplo abaixo)

| Rotação | Carga Observada | Torque Observado | Potência observada | | | | T_Intake | T_Fuel | T_Oil |
|---------|-----------------|------------------|--------------------|-----------|--------|--------|----------|--------|-------|
| | | | N.m/s | J/s=W | kW | cv | | | |
| rpm | N | N.m | | | | | °C | °C | °C |
| 1500 | 72,6413 | 17,8698 | 2806,9748 | 2806,9748 | 2,8070 | 3,8164 | 21 | 22,7 | 90 |
| 1700 | 75,1450 | 18,4857 | 3290,8869 | 3290,8869 | 3,2909 | 4,4744 | 21 | 22,7 | 95 |
| 1900 | 77,7786 | 19,1335 | 3806,9545 | 3806,9545 | 3,8070 | 5,1760 | 21 | 22,7 | 100 |
| 2100 | 78,3128 | 19,2649 | 4236,5833 | 4236,5833 | 4,2366 | 5,7601 | 21 | 22,7 | 101 |
| 2300 | 79,8089 | 19,6330 | 4728,7149 | 4728,7149 | 4,7287 | 6,4293 | 21,5 | 22,7 | 102 |
| 2500 | 80,3501 | 19,7661 | 5174,7607 | 5174,7607 | 5,1748 | 7,0357 | 21,5 | 22,7 | 102 |
| 2700 | 79,5898 | 19,5791 | 5535,8545 | 5535,8545 | 5,5359 | 7,5267 | 22 | 22,7 | 102 |
| 2900 | 79,7659 | 19,6224 | 5959,0789 | 5959,0789 | 5,9591 | 8,1021 | 22 | 22,7 | 102 |
| 3100 | 78,6127 | 19,3387 | 6277,9542 | 6277,9542 | 6,2780 | 8,5356 | 22 | 22,7 | 102 |
| 3300 | 76,3358 | 18,7786 | 6489,4166 | 6489,4166 | 6,4894 | 8,8231 | 22 | 22,7 | 102 |
| 3500 | 71,5747 | 17,6074 | 6453,4435 | 6453,4435 | 6,4534 | 8,7742 | 22 | 22,7 | 103 |
| 3700 | 46,7999 | 11,5128 | 4460,7710 | 4460,7710 | 4,4608 | 6,0650 | 22 | 22,7 | 103 |
| 3750 | 29,9432 | 7,3660 | 2892,6321 | 2892,6321 | 2,8926 | 3,9329 | 22 | 22,7 | 103 |
| 3800 | 8,6631 | 2,1311 | 848,0527 | 848,0527 | 0,8481 | 1,1530 | 22 | 22,7 | 103 |

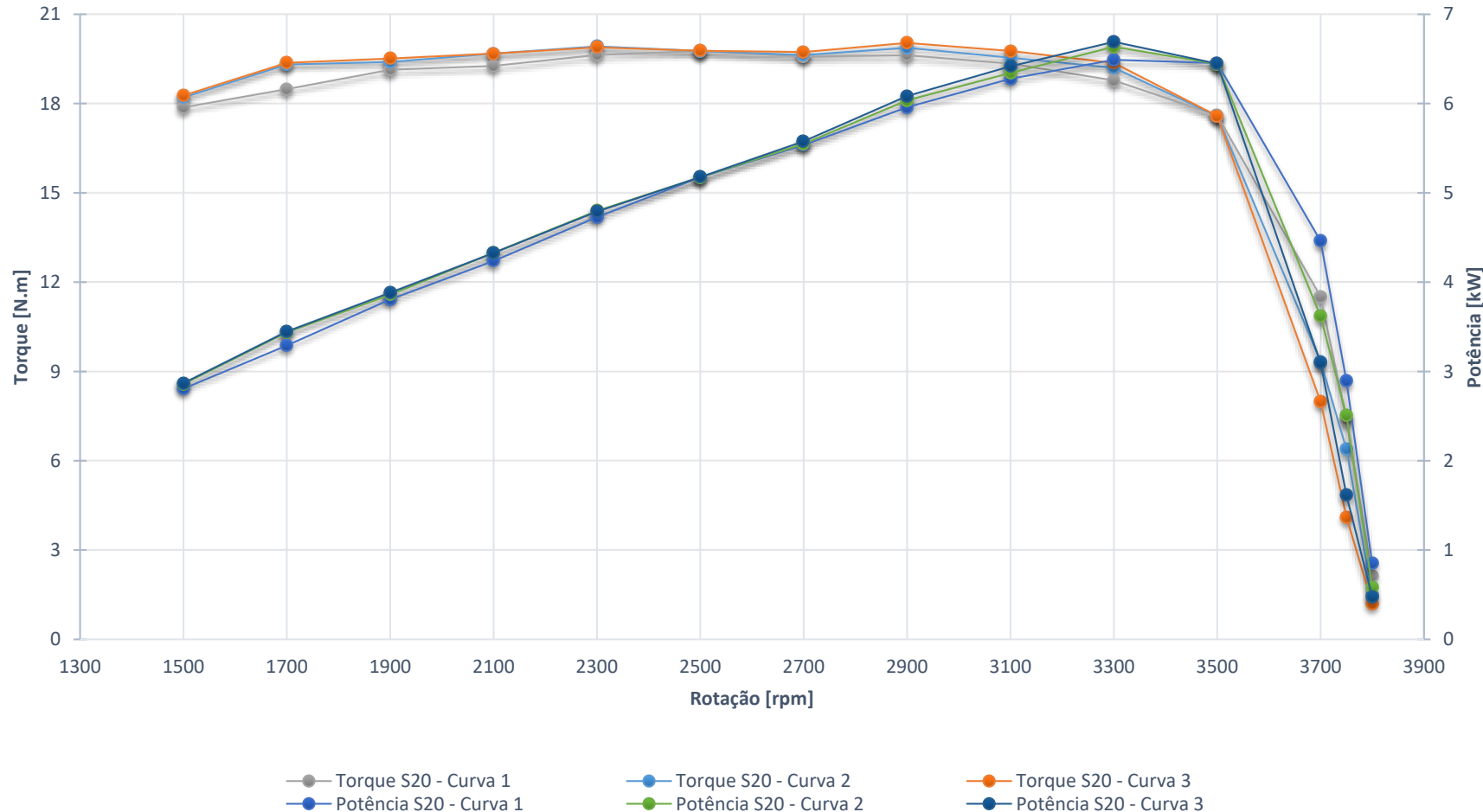
Potência Observada

As tabelas contém
Fator de Correção
Baseado na NBR15085

Ex.: Dados aquisitados na curva 1 do motor S20

Curvas Motor S20

Curvas Características
Motor B&S Série 20

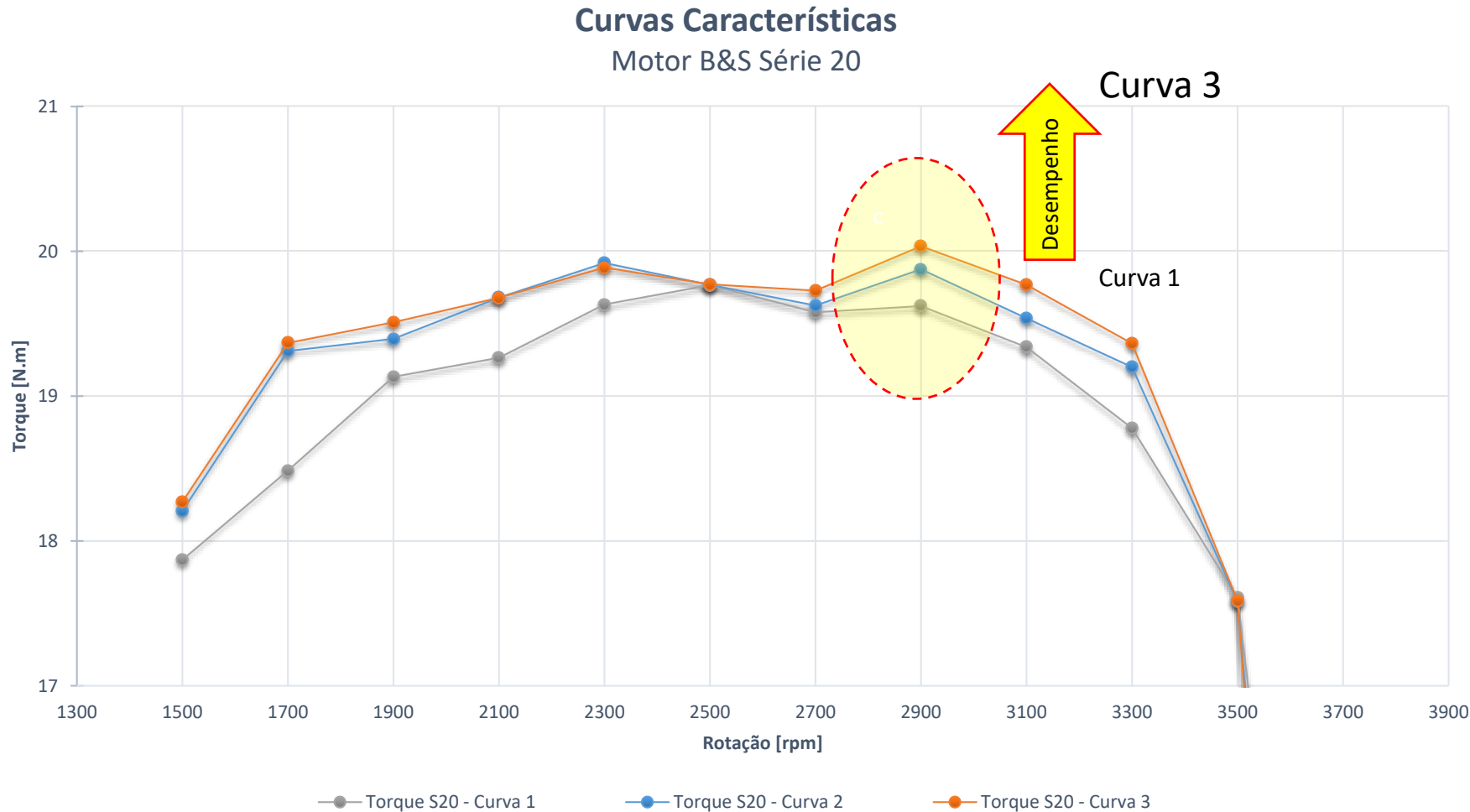


NOTAS:

1. Curvas com o motor governado (Curvas 1, 2 e 3);
2. Evolução de desempenho com o tempo de uso;
3. Nítida faixa de atuação do governador;

Evolução de Desempenho

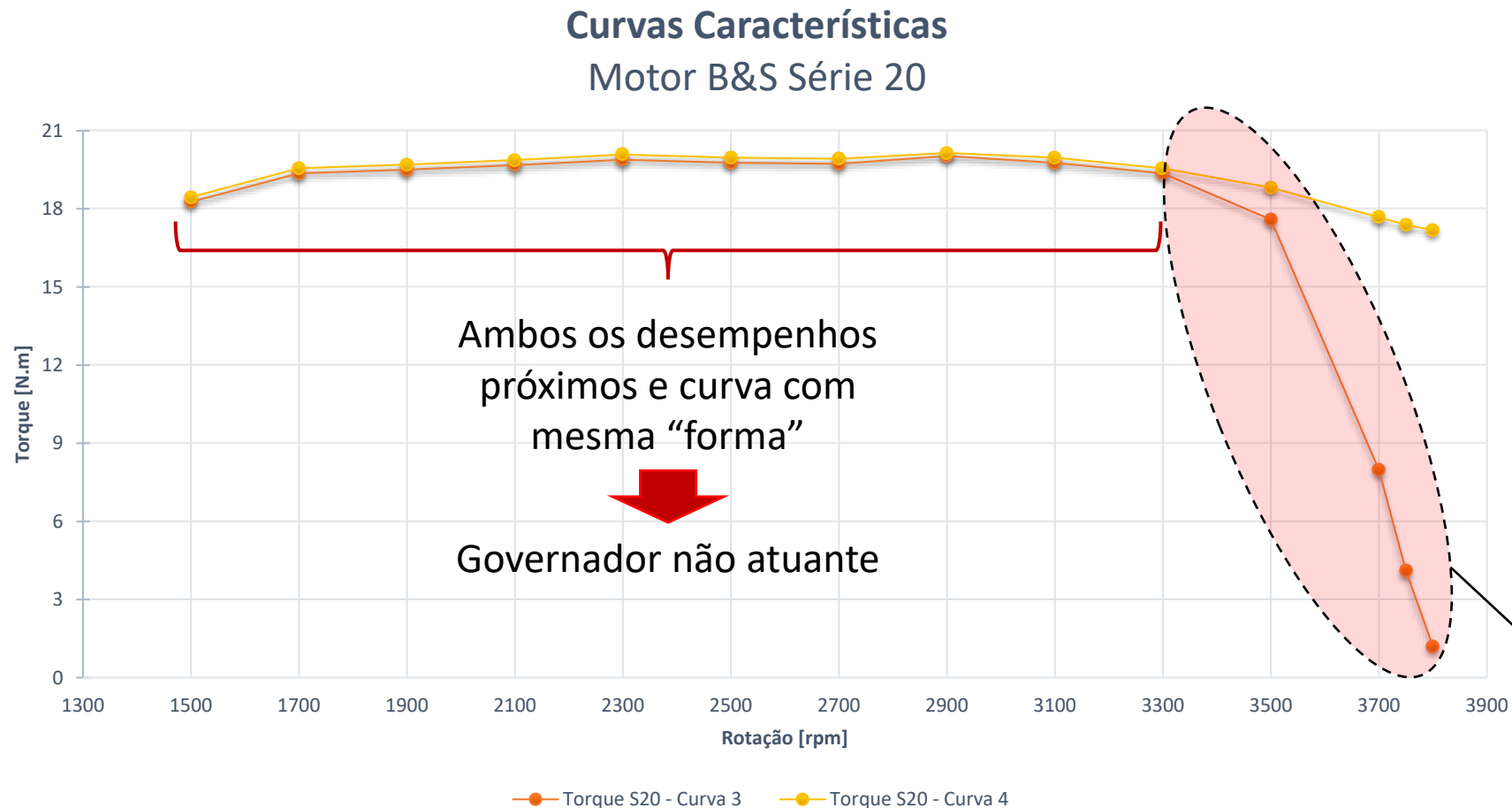
*** Comparativo de torque S20 - Curvas 1, 2 e 3 ***



NOTAS:

1. Curvas com o motor governado (Curvas 1, 2 e 3);
2. Evolução de desempenho com o tempo de uso;
3. Nítida faixa de atuação do governador;

*** Comparativo de torque S20 - Curva 3 (governado) e Curva 4 (desgovernado) ***



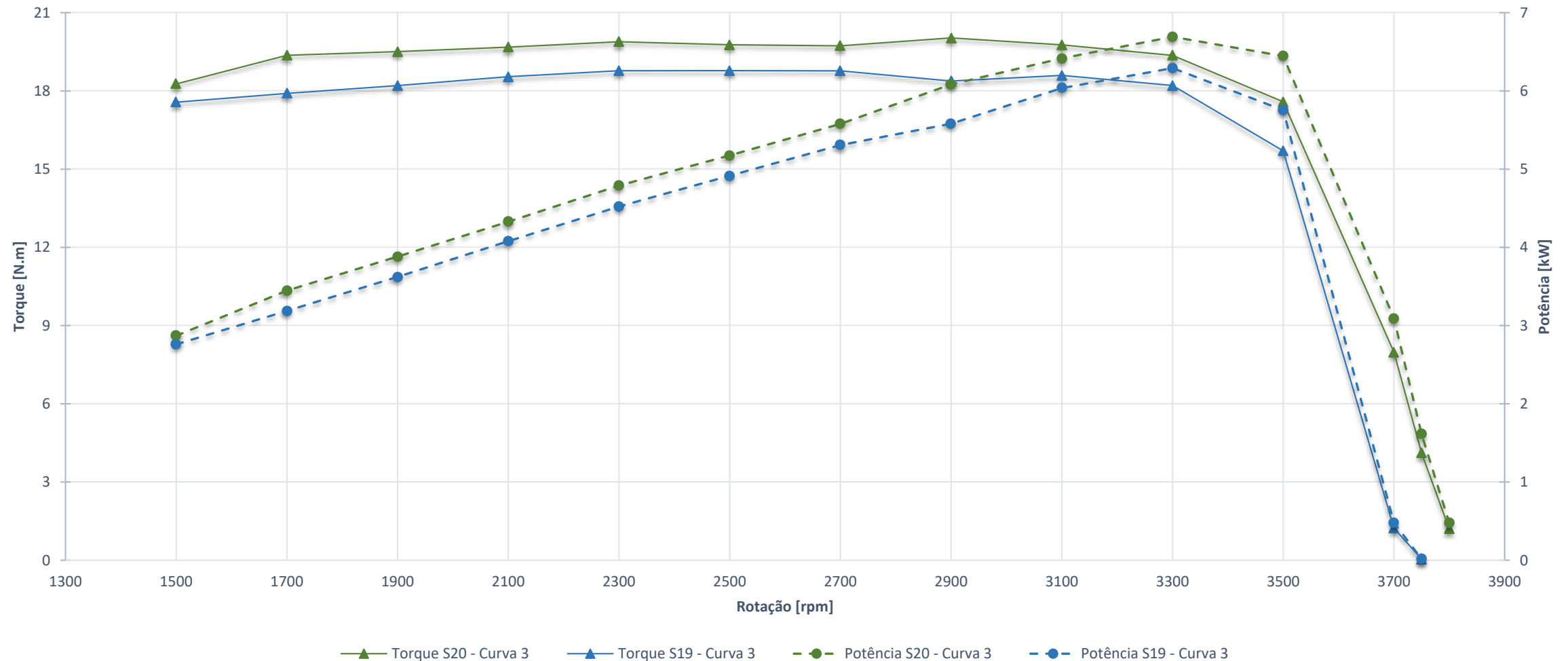
NOTAS:

1. Curvas com o motor governado (Curvas 1, 2 e 3);
2. Evolução de desempenho com o tempo de uso;
3. Nítida faixa de atuação do governador;

Nítida faixa de atuação do governador

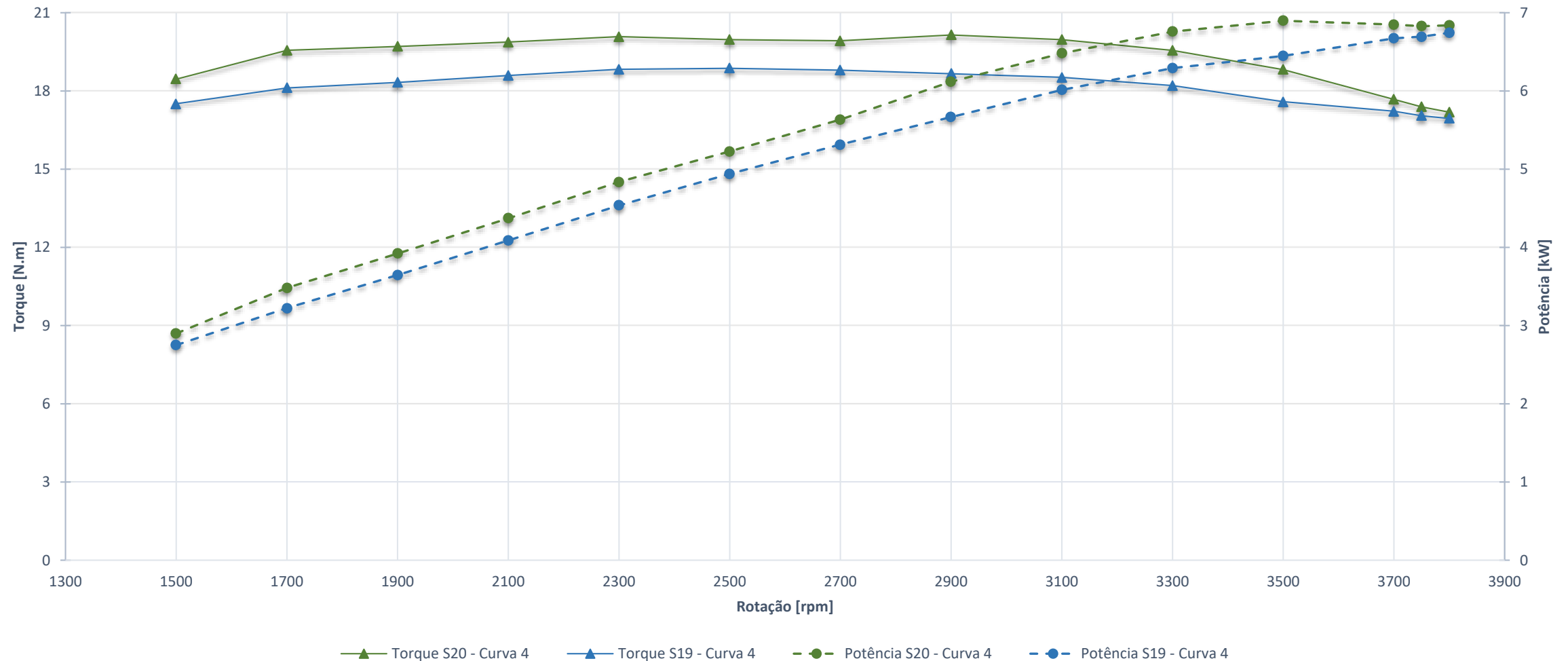
S20 vs S19 – Curva 3

Curva Característica (Curva 3)
Motores B&S Série 19 e Série 20



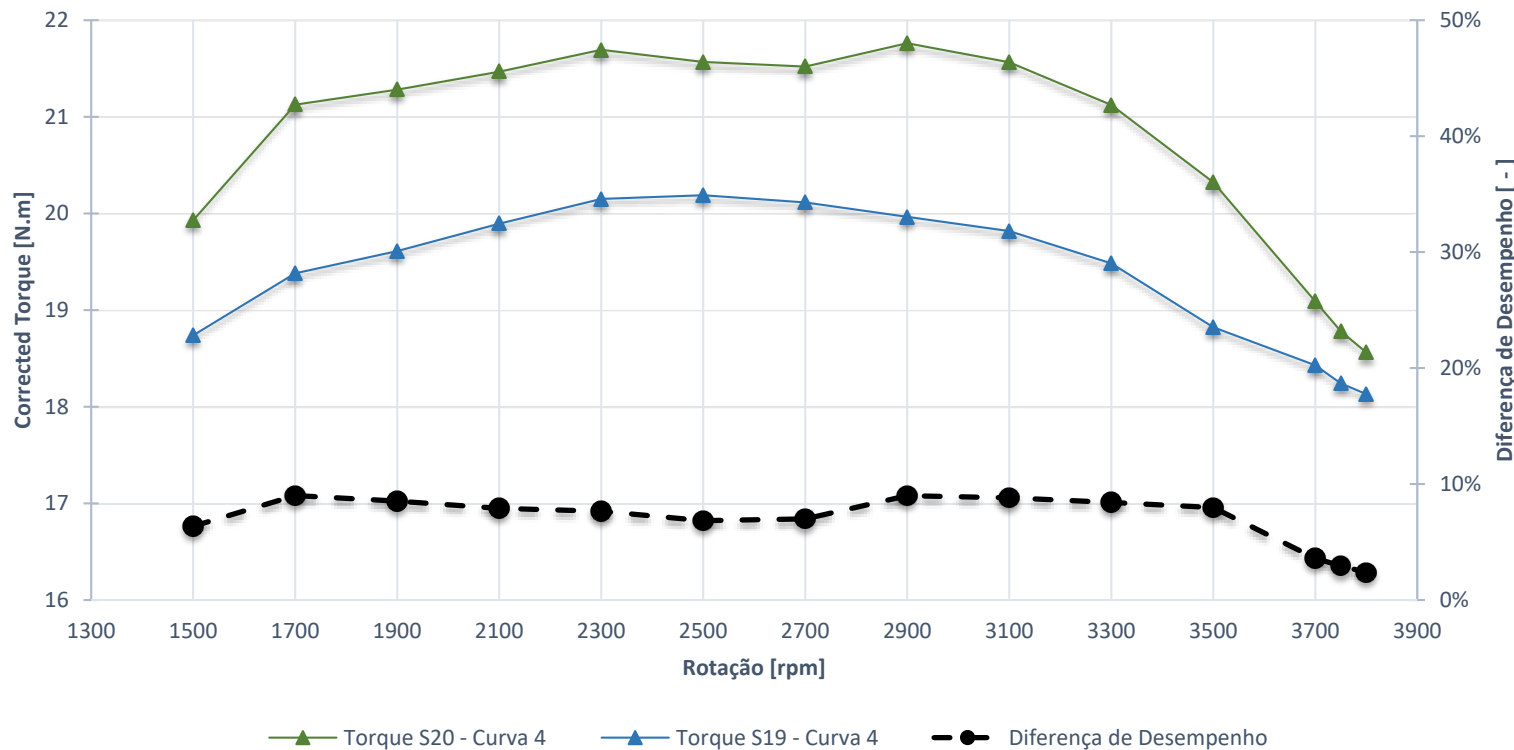
S20 vs S19 – Curva 4

Curva Característica (Curva 4)
Motores B&S Série 19 e Série 20



*** Comparativo de torque S20 vs S19 – Curvas 4 ***

Curva Característica (Curva 4)
Motores B&S Série 19 e Série 20

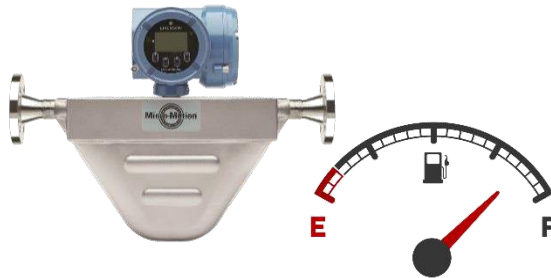


NOTAS:

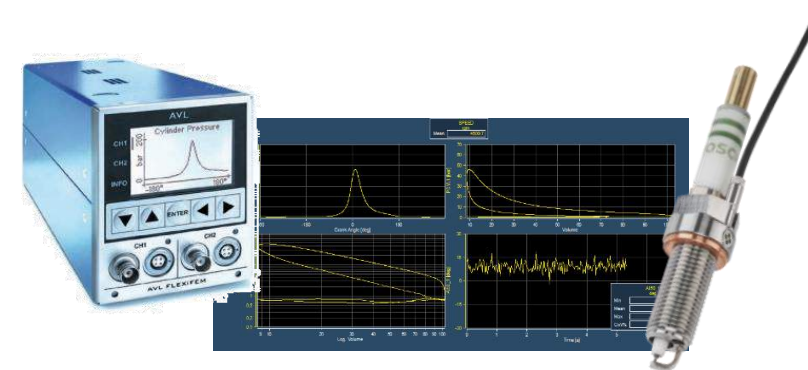
1. A diferença se mantém estável entre a faixa de 1.700rpm a 3.500rpm;
2. A diferença média é (faixa principal):
7,95% → S20 é maior que S19

Futuros estudos

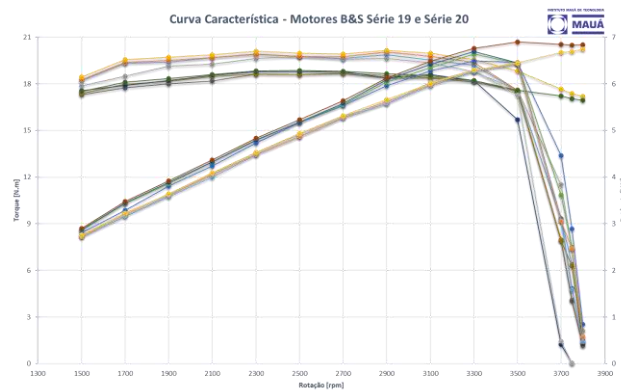
- Consumo de combustível;



- Pressão indicada de combustão;



- Evolução de desempenho com 50h, 100h, 200h de uso;



- Tear-down – Avaliação de desgaste de componentes;

