

Ensaio do moto CC do veículo GamaGolf, da Faculdade UnB Gama

Henrique G Moura (Eng. Eletrônica)¹

¹Faculdade UnB Gama - UnB

I. INTRODUÇÃO

Em 23 de fevereiro de 2022, foi realizado, nas dependências da Faculdade UnB Gama, um ensaio do motor CC do carro de GamaGolf.

FIG. 1. Veículo GamaGolf - vista frontal.



Este veículo tem sido utilizado, diariamente, para atividades de transporte de materiais e pessoas, no campus Gama, além de servir como plataforma de pesquisa para disciplinas dos cursos de engenharia lotados na instituição mencionada.

FIG. 2. Veículo GamaGolf - em vista lateral.



Este veículo possui, como sistema de propulsão, um

motor elétrico de corrente contínua, além de demais equipamentos necessários para a adequada administração de energia. A lista dos principais equipamentos segue nos itens abaixo.

- Motor CC AMD 48-volt: 3.75hp @ 3150rpm, Tipo DC "Series Wound".
- Módulo controlador do motor Alltrax AXE2434: 300A, 24-48V.
- Banco de baterias (chumbo-ácido) de 48Vcc, através de 4 unidades em série, com 100Ah/cada.
- Computador de bordo com diversas funcionalidades, dentre elas a marcação da tensão [V] e da corrente [A] de saída (instantâneas).

Demais informações podem ser obtidas no repositório oficial deste projeto: <https://github.com/rudivels/GamaGolf>.

II. OBJETIVOS

O objetivo principal deste ensaio é mensurar a energia consumida em um trajeto de aproximadamente de 200 metros, sem inclinações, observando as informações do painel do computador de bordo do GG.

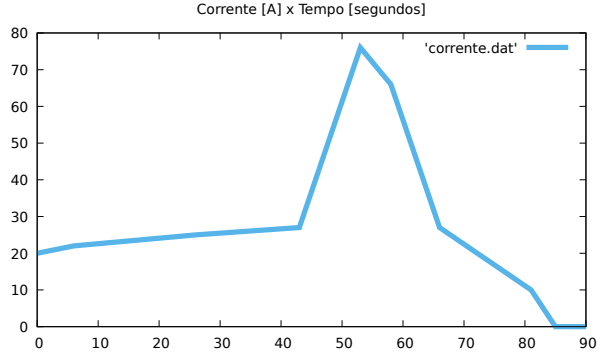
Também foi solicitado, pelo professor, o consumo em reais (R\$) por quilômetro rodado, além de uma estimativa da autonomia do veículo, nas mesmas condições de operação.

III. MEDIÇÕES E PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO

Foi observado, diretamente no painel do computador de bordo, valores máximo instantâneos para a corrente e tensão nos terminais do banco de bateria. A corrente máxima atingiu o valor de 67.75 A, em aprox. 43 V. A partir deste ponto de operação, um sistema de segurança realiza o corte da corrente (limitador mecânico de velocidade).

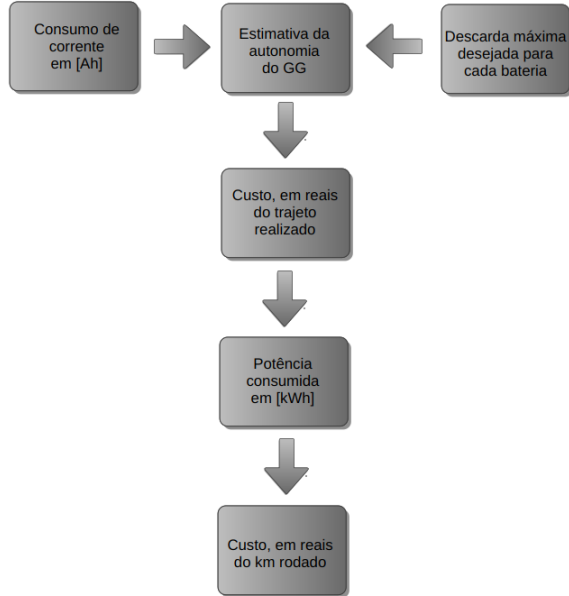
Também foi possível registrar alguns pontos durante o trajeto, a fim de se obter o consumo médio em ampere-hora [Ah]. Os dados se encontram na figura abaixo.

FIG. 3. Blocos, Slices e Transações



Com se pode ver na figura 3, o tempo total do ensaio foi de 90 segundos. Os cálculos realizados neste relatório seguem explicados no fluxograma da figura 4.

FIG. 4. Blocos, Slices e Transações



IV. CÁLCULOS

Podemos começar os cálculos analisando os dados apresentados na figura 3. A partir deste gráfico é possível extrair a corrente média executado no trajeto [1]. O valor pode ser obtido a parti da equação 4.1.

$$I_m = \frac{I_1T_1 + I_2T_2 + I_3T_3 + \dots + I_{10}T_{10}}{T_1 + T_3 + T_2 + \dots + T_{10}} \quad (4.1)$$

Vale ressaltar que o gráfico apresentado na figura 3 foi elaborado a partir de 10 pontos, cujos valores estão na tabela IV, abaixo.

O valor obtido, para a corrente média, foi de $I_m = 24.4$ A. considerando que o banco de baterias possui 4

Tempo [seg]	Corrente [A]
0	20
6	22
26	25
43	27
53	76
58	66
66	27
81	10
85	0
90	0

celulas em série, cada uma com a capacidade de 130 Ah, devemos considerar que apenas 25% da corrente média é consumida em cada célula.

Também devemos considerar que uma bateria de chumbo ácido não deve, por motivos de preservação da sua vida útil, trabalhar com uma taxa de recarga superior a 30% [3]. Por este motivo, devemos considerar a capacidade de troca em, no máximo, 39 Ah. De posse destes valores, podemos obter a autonomia do GG, operando nestas mesmas condições:

$$T_{autonomia} = \frac{39Ah}{6.1A} = 6h24min \quad (4.2)$$

Vamos, agora, ao cálculo do custo da realização do ensaio, medido em KWh e em reais (R\$). A corrente média calculada foi de 24.4 A, e sabemos que o banco de bateriais fornece, aproximadamente, 48 V. Multiplicando estes valores, encontramos a potência de 1171.2 W, a qual devemos aplicar o intervalo de tempo de 120 segundos (0.034 horas) [2]. O resultado segue abaixo.

$$P_0 = 24.4A \times 48V \times 0.034h = 39.82Wh \quad (4.3)$$

Devemos transformar o resultado da equação 4.3 para kWh, gerando o novo valor de, aproximadamente, 0.04kWh. Considerando que o custo de cada kWh, atualmente no Distrito Federal, pode chegar a R\$0.76 reais (para consumos de até 20 kWh), temos então um custo final de, aproximadamente, **3 centavos de real por ensaio**.

A partir do custo obtido, em considerando que a distância percorrida no ensaio foi de, aproximadamente, 200 metros, temos condições de estimar o custo por quilômetro rodado. O custo por quilômetro rodado, nas mesmas condições do ensaio, seria de:

$$C_{km} = \frac{0.03 \times 1000m}{200m} = 0.15 \quad (4.4)$$

Assim, finalizamos os cálculos pretendidos com a obtenção do custo por quilômetro rodado, estimado em, aproximadamente, **15 centavos de real por quilômetro**.

V. CONCLUSÕES

O projeto GamaGolf oferece, aos estudantes e professores da Faculdade UnB Gama, uma experiência real sobre a utilização de veículos 100% elétricos. Os

parâmetros de custos obtidos são compatíveis com a realidade de muitos outros veículos do mesmo porte, normalmente utilizados em centros urbanos.

Precisamos reforçar que os ensaios foram realizados em condições amenas, sem inclinações, ventos fortes e em baixas velocidades, e que tais fatores poderiam prejudicar o desempenho do veículo, reduzindo sua autonomia.

[1] Professores Flávio Henrique e Rudi Henri. Notas de aulas sobre teoria e prática de sistemas de conversão de energia, 2022.

[2] João Mamede Filho. Instalações elétricas industriais, 2019.

[3] FreeDom. Manual técnico de bateria estacionária, 2013.