
*Sistema de aquisição e tratamento de dados para veículo de
corrida Off-Road*

William Pereira

William Pereira

*Sistema de aquisição e tratamento de dados para veículo de
corrida Off-Road*

Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Graduação em Ciência da
Computação, da Universidade do Estado de Santa Ca-
tarina (UDESC), como requisito parcial da disciplina
de Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Roberto Silvio Ubertino Rosso Jr.

Doutor

Joinville

2017

William Pereira

*Sistema de aquisição e tratamento de dados para veículo de
corrida Off-Road*

Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Ciência da Computação da
UDESC, como requisito parcial para a obtenção do
grau de BACHAREL em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA

Roberto Silvio Ubertino Rosso Jr.

Doutor

Charles Christian Miers

Doutor

Douglas Wildgrube Bertol

Doutor

Resumo

PLACEHOLDER

Eu gosto de carros. Desde criança minha paixão era correr nos circuitos virtuais de Gran Turismo, nas pistas noturnas de Need For Speed Underground e nas maluquices de Top Gear 3000. Quando menor, sabia que para ser piloto era necessário muito dinheiro e minha família não possui tais recursos, então eu sonhava em ser um mecânico de carros, para poder mexer com os carros mais rápidos e os tornar-lós ainda mas rápidos, fazer com que a corrida não acabasse.**FAZER UM RESUMO DE VERDADE** **Palavras-chave:** *Performance, Sensoriamento, Telemetria.*

Abstract

PLACEHOLDER

I like cars. Since I was a kid my passion was to run in the virtual race tracks of Gran Turismo, in the night circuits of Need For Speed Underground and in the craziness of Top Gear 3000. When little, I knew it was needed a lot of money to be a motorsport race pilot and my family didn't had the resourcer to, so I dreamed to be a car mechanic, so I would be able to customize the fastest cars and make them go even faster, making sure the race never stop. **MAKE A REAL ABSTRACT** **Keywords:** *Performance, Data Acquisition, Telemetry*

Conteúdo

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Lista de Abreviaturas | 6 |
| 1 Introdução | 7 |
| 1.1 Estrutura do trabalho | 8 |
| 2 Fundamentação Teórica | 9 |
| 2.1 Baja SAE | 9 |
| 2.2 Sensores | 10 |
| 2.3 Microprocessadores | 10 |
| 3 Trabalhos Relacionados | 11 |
| 4 Projeto/Proposta de Solução | 16 |
| 4.1 SUPER PROPOSTA | 16 |
| 5 Pré Ensaio | 17 |
| 5.1 Pré Ensaio | 17 |
| 6 Considerações Finais | 18 |
| 6.1 Fortemente considerável | 18 |
| Bibliografia | 19 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Exemplo de entrada <i>On-Board Diagnostics</i> . Fonte: Autor. | 15 |
|-----|--|----|

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas

| | |
|-------|---|
| ECU | <i>Engine Control Unit</i> |
| RPM | <i>Rotação por Minuto</i> |
| SCOB | <i>Sistema de Controle On-Board</i> |
| SD | <i>Solid Disk</i> |
| UDESC | <i>Universidade do Estado de Santa Catarina</i> |
| TCC | <i>Trabalho de Conclusão de Curso</i> |

1 Introdução

A área de telemetria, aquisição de dados e sensoriamento em geral de um veículo é usada de forma extensiva em competições automobilísticas aonde amostragem em tempo real é necessária para centenas de sensores que permitem aos engenheiros manterem o rastreamento da performance do *powertrain*, parâmetros de dirigibilidade como configurações de suspensão e temperatura dos pneus (ANDRIA, 2015). Estes dados são fundamentais para que os engenheiros e pilotos consigam acertar o carro a fim de obter tempo de voltas mais rápidos, além de melhor manutenção do carro de forma geral.

Foram então levantados junto com o grupo Velociraptor os componentes que seriam monitorados. Os seguintes itens foram levantados:

- Frequência de rotação;
- Velocidade do veículo;
- Nível do combustível;
- Relação de transmissão;
- Temperatura do câmbio CVT;
- Rolagem da carroceria;
- Deslocamento do amortecedor;
- Deslocamento da suspensão;
- Temperatura do disco de freio;

Os dados serão recebidos no computador de boxe a partir do *SCOB* e transmitidos do cartão *SD* interno para a plataforma para atualização dos dados.

1.1 Estrutura do trabalho

2 Fundamentação Teórica

Nesta sessão serão descritos alguns dos conceitos essenciais para a compreensão do trabalho. Inicialmente será explicado como funciona a organização Baja SAE e as provas a quais os carros são submetidos, além de um breve resumo da história da equipe Velociraptor. Também é descritos alguns detalhes técnicos de quais sensores são/devem ser aplicados no percurso do trabalho. Por último algumas informações sobre os microprocessadores estudados para servir como base do *SCOB* vão ser discutidas. **ATENÇÃO: VERIFICAR OUTRAS POSSÍVEIS SEÇÕES!**

2.1 Baja SAE

A categoria Baja, organizado pela SAE (*Society of Automotive Engineers*), é uma categoria de *motorsport* feita para estudantes de engenharia aprofundarem seu conhecimento na área com um projeto real, no qual toda a construção do veículo deve ser realizado, bem como sua documentação e busca por patrocinadores para viabilização do projeto. Os carros a serem montados devem, por regulamento, (BRASIL, 2017) serem feitos de uma estrutura tubular de aço, fibra de vidro, carbono ou kevlar (ARAÚJO, 2006), com quatro ou mais rodas e motor padrão de 10HP. Também segundo o regulamento o carro deve suportar uma pessoa de até um metro e noventa de altura e 113,4 quilogramas de peso. Todo o sistema de suspensão, freio, transmissão e chassi é projetado e executado pela equipe participante.

As provas realizadas pelos veículos em um torneio, segundo (BRASIL, 2016) são:

- Segurança;
- Motor;
- Conforto;
- Frenagem;
- Suspensão;
- Capacidade de tração;

- Dirigibilidade; e
- Enduro.

Além destas provas a equipe também deve realizar uma apresentação com o projeto completo do veículo, contando pontos para o torneio. A equipe que obtiver a maior quantidade de pontos nas provas citadas acima ganha o torneio.

2.2 Sensores

Os sensores presentes em um veículo se dividem em duas categorias (CHANDIRAMANI; BHANDARI; HARIPRASAD, 2014) - aqueles que são feitos para o conforto do passageiro e aqueles feitos para garantir o funcionamento devido da parte dinâmica do veículo. O primeiro é importante para a lista de opcionais do carro e sendo assim para vender o mesmo e fazer propagando. O segundo é crítico ao engenheiro em alto nível.

Um bom exemplo de como o sensoriamento pode ajudar no desempenho de uma equipe de *motorsport* em tempo real é dado por (ARAÚJO, 2006). Quando superaquecido, o motor fica fora do seu regime ideal de trabalho, causando um maior desgaste dos componentes internos e por consequência uma perda de rendimento, o autor continua e comenta que quando o motor esta numa temperatura muito abaixo da ideal, o rendimento também sofre alteração, porque o consumo de combustível aumenta e o torque é menor em relação a um motor bem calibrado. Para manter o processo dentro de uma faixa desejada, sensores de temperatura do óleo devem ser instalados, com eles é possível manter um histórico da faixa de funcionamento do motor e além de manter o piloto constantemente atualizado da temperatura do motor do seu veículo, o que permite que o piloto tenha mais liberdade em forçar o carro para melhorar o tempo de volta ou dirigir mais cautelosamente, a fim de evitar desgaste excessivo nas peças e melhor consumo de gasolina, fatores que devem ser levados em consideração em uma prova de automobilismo.

2.3 Microprocessadores

3 *Trabalhos Relacionados*

Nesta seção será comentado sobre alguns trabalhos que possuem um objetivo similar ou utilizam tecnologias similares a este.

O trabalho de (CALDERÓN; RUIZ; BOHÓRQUEZ, 2013) propõe uma solução de telemetria para um veículo de competição elétrico. A proposta é similar a do trabalho proposto no quesito de manter a equipe em questão atualizada dos dados provindos do carro, a diferença é que o veículo é movida a energia limpa, elétrica. Este requisito altera também a algumas das grandezas a serem analisadas pelo sistema, nele são verificados fatores como amperes por hora, voltagem, velocidade e distancia percorrida. Infelizmente o trabalho não comenta como é feita a coleta dos dados pelos sensores, apenas comentando que existe um equipamento que faz o mesmo. Para parte de telemetria, os desenvolvedores comentam que trabalharam com foco em resolver dois problemas: Robustez sobre todo o circuito de provas e segurança dos dados, além de redução do ruído. Portanto duas tecnologias foram analisadas para a transmissão dos dados embarcados do veículo até os computadores da equipe, a de radio frequência e a rede móvel de celular (GSM). A ultima foi escolhida devido a "(...) Impossibilidade de garantir a comunicação entre todos os circuitos devido aos formatos e obstáculos encontrados no terreno...", também é comentado que foram realizados testes e todos os circuitos possuem cobertura de sinal móvel. Por ultimo é desenvolvido um *software* para receber os dados provenientes do veículo. O sistema de aquisição de dados teve seu funcionamento dividido em quatro blocos, sendo eles: Configuração do aplicativo e do canal transmissão de dados usado; Informações específicas da direção do piloto e do circuito percorrido; Valores numéricos dos dados técnicos mais importantes para a manutenção do veículo em tempo real; Representação gráfica de toda a informação recebida durante todo o processo da prova. Com isto e o tratamento das informações, o programa apresenta para a equipe de boxes informações como:

- Consumo de energia;
- Voltagem da bateria;
- Velocidade;
- Distância percorrida;

- Eficiência energética;

Todas estas informações disponíveis são muito interessantes, porém (CALDERÓN; RUIZ; BOHÓRQUEZ, 2013) não se aprofunda na sua construção, o que poderia aumentar em muito a relevância deste trabalho para o projeto proposto. Como é comentado, existe um indício de emprego de técnicas de engenharia de *software* na criação do sistema de aquisição de dados, porém por não ser o foco do trabalho, as mesmas não são citadas.

Outro trabalho que também possui um carro movido a energia limpa e propõe um sistema de aquisição de dados é (TAHA, 2010). O sistema é feito para um carro que utiliza um motor elétrico e deve ser capaz de percorrer distâncias de mais de 3000 quilômetros no evento *World Solar Challenge*. Os equipamentos utilizados pela equipe foram o CompactRIO e LabVIEW da *National Instrument*, para aquisição dos dados e a criação da plataforma de tratamento de dados, respectivamente, além do módulo de transmissão por radio frequência *MaxStream* (atualmente *Digi Xstream*). Como todos os dispositivos usados pela equipe são feitos por fabricantes externos, pouco é discutido sobre como funciona os sensores. O artigo demonstra um pouco sobre a arquitetura do sistema montado, utilizando os equipamentos citados e fala dos resultados, também não comentando muito sobre como foi feita a abordagem de criação do *software* e que requisitos ele deve suprimir. Um dado interessante visto neste artigo é que para coletar dados de seis termopares, dois transdutores, um grupo de bateria e um tacômetro, foi necessário 363,3 kilobytes de dados por hora, assim um cartão SD de dois gigabytes seria suficiente para armazenar uma longa bateria de treinos.

O artigo (KATZOURAKIS, 2012) é mais abrangente, ele utiliza de um sistema de aquisição de dados e telemetria para estudar o comportamento de motoristas ao volante de carros convencionais. O estudo de comportamento visto no artigo não é verificado por não ser o foco, porém a parte de instrumentação faz algumas menções muito interessantes. Os testes feitos para as análises de dirigibilidade possuem alguns sensores construídos pelos autores, como o de posição do acelerador e sensores para cada roda a fim medir sua velocidade individual (útil em casos de derrapagem), e outra parte dos dados são pegos com um equipamento chamado *Racelogic VBOX*, ele tira alguns dados como aceleração de 0 a 100 e distância percorrida utilizando GPS. Para as entradas analógicas foi comprado um sistema de aquisição de dados da *National Instruments* modelo USB-6211 USB M Series (ou, como é chamado no artigo, NI-DAQ), onde tais entradas eram direcionadas a ele. Para os sensores de velocidade das rodas foi utilizado uma placa de prototipagem AVR-P40-USB-8535 da *Olimex* em conjunto com um

microcontrolador *Microchip* da família ATMega32. O *software* criado tem um código feito na linguagem C/C++, e o programa tem como objetivo se comunicar com a placa de prototipagem AVR e o sistema de aquisição de dados NI-DAQ, além de outros periféricos citados no texto do artigo. Tendo essas informações, o *software* trata elas e disponibiliza para o usuário em tempo real, além de armazenar os dados em um arquivo de texto para análises posteriores. O *software* tem taxa de atualização de 100 Hz, sendo a taxa de amostragem do NI-DAQ de 100Hz e a taxa de amostragem dos sensores de roda de 20Hz no qual o valor final mostrado ao usuário é o último dado recebido dos sensores. O artigo apresenta um diagrama, esquematizando o funcionamento do *software*, e além da parte de sensoriamento ainda existem os algoritmos criados para o estudo de comportamento, aumentando o nível de complexidade total do sistema. Apenas o diagrama não seria suficiente para manter a equipe de desenvolvimento atualizada do progresso do *software* proposto, mas como o foco do texto não está na engenharia de *software*, esta parte não se encontra discutida por completo.

Outro artigo revisado foi (CHANDIRAMANI; BHANDARI; HARIPRASAD, 2014), este traz uma solução de aquisição de dados com um SCOB customizados para Formula SAE, porém o sistema é de uso geral na área veicular, podendo ser instalado em quaisquer outros modelos. O artigo não é muito específico em como e quais sensores são usados, ele coloca alguns exemplos como um sensor para temperatura (LM35) e como é feito um filtro matemático a partir da mediana de 100 valores para obter um resultado mais confiável. O foco do artigo é na parte de telemetria, nesta área é discutido uma solução para qual protocolo *wireless* utilizar para o fim sensoriamento veicular. Algumas opções são descartadas no começo, como *Bluetooth* e infravermelho, devido ao alcance limitado e a necessidade de manter contato direto entre os nós, o que é inviável em um circuito automobilístico. Então foram estudados dois outros protocolos, o WiFi e ZigBee. O artigo comenta que ambos possuem alcance mínimo para o cenário, ambos trabalham na frequência 2.4GHz e podem ter seus dados encriptados. Contudo o ZigBee foi escolhido devido a melhor relação de consumo de energia, além de, segundo o autor, ser mais simples de se instalar uma malha de rede ZigBee. A vantagem do WiFi é maiores taxas de transferência, porém no sistema analisado este requisito não era prioritário.

O artigo brasileiro (ARAÚJO, 2006) traz várias informações sobre o sistema eletrônico do Paraibaja, equipe de baixa da Universidade Federal de Campina Grande. O artigo não é focado em telemetria e aquisição de dados, portanto não existe *software* para ser analisado ou coleta de dados, mas este artigo comenta como a equipe fez para montar seu painel de instrumentos, este mesmo possui alguns sensores interessantes, que apesar da data, devem ser levados

em consideração. A equipe trabalhou com o velocímetro, tacômetro, termômetro, medidor de nível de combustível e indicador de nível de óleo baixo. Todos esses sensores foram ligados a um microcontrolador AT89S8252 para manipulação dos dados e exibição das medidas no *display* do painel. Para a visualização destas mesmas informações o sistema conta com um *display* de sete segmentos e LEDs indicadores (para RPM e superaquecimento do motor).

Os artigos (ANDRIA, 2015) e (ANDRIA, 2016) são do mesmo autor no qual (ANDRIA, 2016) é desenvolvido um sistema de análise de comportamento na direção em cima de uma plataforma de aquisição de dados e (ANDRIA, 2015) é um artigo focado na construção da plataforma utilizada, sendo este o foco deste trabalho. Este sistema de aquisição de dados e monitoramento com telemetria foi especificamente feito para carros convencionais, pois ele utiliza uma entrada de leitura de dados padrão na maioria dos carros convencionais de rua. A *On-Board Diagnostics* (Figura 3.1) é uma entrada presente geralmente na parte inferior do painel dos veículos e fornece informações diretamente da ECU do mesmo. Além de ser uma entrada padrão, os protocolos de interfaceamento para a retirada dos dados também são padronizados e independente de montadora, sendo esta porta muito utilizada em oficinas para retirada de diagnósticos preliminares do veículo. Além desta fonte de informações, o autor também utiliza de um sensor de movimento MPU6050 para medir aceleração lateral e velocidade angular. Todos estes dados são enviados para um SCOB que diferente da maioria dos outros artigos aqui citados, consiste em um *Raspberry Pi*. Isto é importante pois o artigo cita algumas vantagens interessantes de se ter uma *PC Board* para processamento dos dados recebidos. Uma das vantagens é o poder de processamento superior em relação a um microcontrolador o que dependendo dos requisitos do projeto pode ser fundamental. Outra vantagem é a possibilidade de utilização de linguagens interpretadas como Python e Ruby, tudo graças ao ambiente que suporta um sistema operacional completo. Uma ultima vantagem comentada é a possibilidade de uso de um sistema gerenciador de bancos de dados integrados com o SCOB para *backup* de informações e otimização do uso de memória para armazenamento de dados, além de aumento na confiabilidade dos dados. Porém uma desvantagem que não é levantada mas deve ser levada em consideração é o aumento do custo monetário do projeto, com o preço de um *Raspberry Pi* sendo aproximadamente dez vezes o preço de um *Arduino Nano* (Novembro de 2017). O *software* desenvolvido para este projeto utiliza *Labview* e funciona via internet com uma interface web. Os dados são guardados dentro do SCOB e quando requisitado pelo computador são baixados, caso o computador não consiga fazer o carregamento das informações do SCOB, ele utiliza os dados presentes no servidor local. Existe um sistema de usuários para controle das informações e os dados dos sensores

são divididos em categorias e podem ser visualizados em tabelas e gráficos. Nos testes, a taxa de amostragem de dados foi fixada em 100Hz e é comentado no artigo que o gargalo do sistema nesse quesito é o sistema *On-Board Diagnostics*, que varia de carro para carro. Não é comentado nenhum tipo de planejamento ou análise de requisitos na parte do *software* e também não é apresentado nenhum diagrama explicando o sistema corrente.

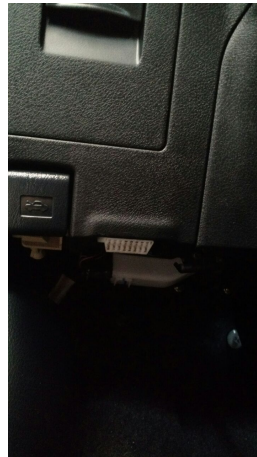


Figura 3.1: Exemplo de entrada *On-Board Diagnostics*. Fonte: Autor.

Foram encontrados alguns trabalhos com objetivo similar, como (DIAS, 2010) e (NUNES, 2016) que tem propostas para criação de um sistema de telemetria para a modalidade baja SAE com um cenário muito similar ao denotado neste trabalho de conclusão de curso. (DIAS, 2010) Tem como foco a pesquisa, projeto e execução da parte de *hardware* do sistema de telemetria, deixando a parte de *software* para um segundo trabalho. Já (NUNES, 2016) utiliza parte do que já foi projetado em outros anos na equipe Car-Kará para projetar um sistema completo de telemetria com duas ECUs, incluindo *software* e *hardware*.

4 Projeto/Proposta de Solução

Neste capítulo será discutida um projeto para solucionar os problemas discutidos na seção 1.

4.1 SUPER PROPOSTA

aqui vai a proposta yea =D

5 Pré Ensaio

5.1 Pré Ensaio

aqui vai um ensaio sobre o projeto final =D

6 Considerações Finais

6.1 Fortemente considerável

aqui vai alguma consideração final =D

Bibliografia

ANDRIA, G. et al. Design and implementation of automotive data acquisition platform. In: *2015 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings*. 2015. p. 272–277. ISSN 1091-5281.

ANDRIA, G. et al. Development of an automotive data acquisition platform for analysis of driving behavior. *Measurement*, v. 93, n. Supplement C, p. 278 – 287, 2016. ISSN 0263-2241. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224116303943>>.

ARAÚJO, T. V. et al. Projeto mini baja como estudo de para instrumentação eletrônica. In: *XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. 2006. p. 1776–1790.

BRASIL, S. *Estudantes de engenharia constroem 30 carros off-road para competição*. ago 2016. Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/noticia/noticia-sae-brasil/Post/4151/Estudantes-de-engenharia-constroem-30-carros-off-road-para-competi>>.

BRASIL, S. *Regulamento*. jun 2017. Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/regras>>.

CALDERÓN, A. G.; RUIZ, G. G.; BOHÓRQUEZ, A. C. G. Gprs telemetry system for high-efficiency electric competition vehicles. In: *2013 World Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27)*. 2013. p. 1–7.

CHANDIRAMANI, J. R.; BHANDARI, S.; HARIPRASAD, S. A. Vehicle data acquisition and telemetry. In: *2014 Fifth International Conference on Signal and Image Processing*. 2014. p. 187–191.

DIAS, J. E. A. Trabalho de conclusão de curso, *Eletrônica, Instrumentação e Telemetria do Veículo UFVBAJA*. Viçosa: , dezembro de 2010.

KATZOURAKIS, D. I. et al. Race-car instrumentation for driving behavior studies. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, v. 61, n. 2, p. 462–474, Feb 2012. ISSN 0018-9456.

NUNES, T. F. Trabalho de conclusão de curso, *Telemetria de um veículo Baja SAE através de rede CAN*. Natal: , junho de 2016.

TAHA, Z. et al. Application of data acquisition and telemetry system into a solar vehicle. In: *2010 Second International Conference on Computer Engineering and Applications*. 2010. v. 1, p. 96–100.