

## ENGENHARIA REVERSA: MODELO DE OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES DE PROTÓTIPOS DA *SHELL ECO-MARATHON* E MARATONA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

SOUZA, Tatiane Carmem de<sup>1</sup>, MONTANHA JUNIOR, Ivo Rodrigues<sup>2</sup>, FARINA, Everton<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IFRS/tatianesouzame@gmail.com

<sup>2</sup>IFC/ivo@luzerna.ifc.edu.br

<sup>3</sup>IFRS/everton.farina@erechim.ifrs.edu.br

**Resumo:** Apesar da importância da análise da concorrência, muitas empresas analisam as tecnologias dos produtos concorrentes com métodos inadequados, o que tende a estimular as cópias e limitar a compreensão das oportunidades de inovação. Neste trabalho, é mostrado a utilização de um método de engenharia reversa que visa auxiliar no desenvolvimento colaborativo de dois veículos estreantes na competição: o carro do IFC Campus Luzerna e IFRS Campus Erechim. Esta colaboração visa compensar a falta de experiência prévia de ambas as equipes pelo uso da engenharia reversa. Houve um estudo prévio do regulamento, analisando as características que cada veículo deve ter para se destacar nas provas, a partir disto desenvolveu-se um modelo de obtenção de informações de protótipos (banco de dados) que atende aos requisitos. Para desenvolvimento pensou-se na velocidade de atualização de informações, acesso e facilidade de utilização, optando pelas ferramentas do *Google Drive*, onde os dados podem ser consultados virtualmente. O critério adotado para filtragem dos veículos a serem estudados são os que obtiveram resultado de eficiência de consumo de combustível de no mínimo mil quilômetros percorridos com um litro de gasolina, nas edições anuais das etapas Américas, Ásia e Europa. Por fim, dispõe de cinquenta cadastros de protótipos com a possibilidade de expansão para setenta e seis protótipos, contém manual de utilização e repartições internas compreendendo banco de imagens, relatórios de protótipos, parâmetros técnicos, resultados e vencedores. Possui *layout* inicial que relaciona as atividades disponíveis no banco de dados, plano de ação que contabiliza as horas trabalhadas pelos usuários, descrição das ações, local e previsão de tempo por ação, com a capacidade atual de mil ações. O trabalho foi relevante, pois o modelo funciona satisfatoriamente conforme as necessidades e a tecnologia atualmente disponível para as equipes e se obteve inclusive, uma nova ferramenta para controle de ações.

**Palavras-Chave:** Eficiência energética; Engenharia reversa; Projeto de produtos; Banco de dados.

## **1. INTRODUÇÃO**

Na criação de um produto é necessário superar dificuldades causadas por pressões externas decorrentes da necessidade de fundos financeiros, dos anseios da equipe, da instituição de ensino e dos apoiadores, além da necessidade de absorver novas tecnologias, documentando novos conhecimentos (LIMA, 2003, p. 2-3).

Um produto pode ser documentado quando a informação necessária pode ter sido perdida, desatualizada ou imprecisa. Os dados técnicos são necessários e a adequação dessas informações é um problema global. A engenharia reversa tem a capacidade de gerar esta documentação (LIMA, 2003, p. 14 apud INGLE, 2001).

A documentação destas informações ou dados podem ser registrados em um banco de dados, que segundo Elmasri e Navathe (2006, p. 3-5) é utilizado para consultas, transações e aplicações, possuindo uma fonte onde os dados são derivados, grau de interação com a realidade, público que está interessado em seu conteúdo e ainda, um sistema gerenciador de banco de dados que facilita o desenvolvimento e compartilhamento do mesmo.

Dentre as implicações do uso da abordagem do banco de dados, conforme Elmasri e Navathe (2006, p. 14-15) estão o potencial para garantir padrões entre os usuários, redução do tempo de desenvolvimento de aplicação que é entre um sexto e um quarto em comparação com um sistema de arquivo tradicional, a flexibilidade de estrutura à medida da mudança de necessidades, disponibilidade de informações atualizadas e economias em escala, de espaço de armazenamento, evitando a duplicidade de informações e a inconsistência de dados.

Neste artigo, o objetivo é modelar um banco de dados que servirá para comportar as informações relevantes para o desenvolvimento de um veículo de eficiência energética a partir da engenharia reversa, cujo critério de escolha dos dados veiculares a serem coletados advém de protótipos com desempenho igual ou superior a 1000 km/l na modalidade de gasolina das competições de Maratona de Eficiência Energética e Shell *Eco-marathon* das edições Américas, Europa e Ásia para um período de três anos; comportando cinquenta cadastros de protótipos.

## **2. METODOLOGIA**

Nesta sessão serão descritos os métodos e ferramentas utilizados no desenvolvimento do banco de dados, explicando as escolhas realizadas para sua concepção.

Adotou-se o método de engenharia reversa, pois, segundo Lima (2003, p. 11, apud CHRISTENSEN, 2000) permite diminuir significativamente o ciclo do projeto e desenvolvimento do produto desde sua concepção, tornando a equipe mais competitiva, reduzindo os custos e

garantindo alta qualidade; encontrando assim um método de resolução das dificuldades sociais e econômicas presentes no projeto.

A engenharia reversa (ER) possui diversas funções dentro da indústria, conforme a tabela 1, onde foram comparadas as características de cada função segundo a necessidade de um modelo físico à disposição, investimentos e objetivo de sua realização, optou-se então utilizar a ER como uma ferramenta de documentação através de imagens e documentos, devido ao comportamento, segundo Lima (2003, p. 14, apud INGLE, 2001) como um gerador de documentação que não necessita de um modelo físico disponível e de investimento financeiro.

**Tabela 1 - Funções da engenharia reversa.**

Ferramenta	Modelo Físico	Investimento	Objetivo
Criador de produto	Necessita	Necessita	Criar um modelo a partir de objeto.
Copiador de modelo	Necessita	Necessita	Copiar as características de um molde
Corretor de modelo	Necessita	Necessita	Facilitar confecção de um modelo substituto.
Inspetor de um produto	Necessita	Necessita	Comparação do modelo desejado e confeccionado.
Documentador de informações	Não necessita	Não necessita	Disponibilizar dados técnicos para desenvolvimento de produto.

Fonte: dos autores.

Após a escolha da função a ser adotada, os dados a serem coletados devem ser armazenados e alimentados, que segundo Oliveira et al. (2015, p. 184, apud SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 2006) em um banco de dados relacional (BDR) onde “sua estrutura é formada por tabelas para representar dados e suas relações. Possui coleção de operadores [...] e uma coleção de restrições de integridade, que definem um conjunto consistente de estados”, logo, atende a demanda atual.

Conforme Melo, Palhares, M. M. e Palhares, G. P. (2013, p. 65) a estrutura BDR em forma de tabelas podem ser visualizadas, manipuladas e relacionadas usando de restrições e sendo baseado em uma fundamentação formal. Assim, por meio da tabela 2, selecionaram-se três plataformas de linguagem conhecidas, o *Google Sheets* foi escolhido devido à velocidade de atualização das informações, disponibilidade de acesso e possibilidade de acesso remoto. Exige apenas que se possua um cadastro de e-mail do *Google*, chamado *Gmail* e conexão à *internet*.

**Tabela 2 - Plataforma em planilhas para banco de dados relacional.**

Plataforma	On-line	Disponibilidade		Velocidade de atualização		
		Casa	Universidade	Baixa	Média	Alta
<i>Microsoft Excel 2010</i>		X		X		
<i>Libre Office Calc</i>		X	X		X	
<i>Google Sheets</i>	X	X	X			X

Fonte: dos autores.

Após a escolha da plataforma, foi necessário adequar uma estrutura de projeto para desenvolvimento do BDR, o método se divide em três fases (MELLO, 2011. p. 31):

- Atividades que precisam ser definidas antes da criação do produto (preparação)
- Criação do produto (criação)
- Tudo a ser feito depois de criado (verificação e adequação)

O BDR segue ainda um modelo de consenso, onde o processo de projeto comporta-se da seguinte maneira (LIMA, 2002. p. 16):

1. Início das informações de mercado: sobre os interesses dos clientes sobre o projeto, diretamente ou não. Num primeiro momento, são genéricas e servirão para transformar em especificações de projeto, nas próximas etapas.
2. Projeto conceitual: nesta fase, é então conceituada da melhor maneira para satisfazer as especificações das informações de mercado. O resultado é representar o produto com suas funções principais, através de esquemas e esboços.
3. Projeto preliminar: a partir de agora, é avaliado o projeto quanto à dimensão de componentes pertencentes ao produto.
4. Projeto detalhado: vem para refinar e aperfeiçoar a solução encontrada, documentando todas as características do produto, para que seja possível então, fabricá-lo.

Para atender o processo do projeto do BDR denominado de banco de dados 1.0 por se tratar da primeira versão, foi desenvolvido um planejamento (tabela 3), com todos os passos realizados, segundo o modelo de consenso e dentro da metodologia de estrutura do projeto anteriormente descritos.

**Tabela 3** - Planejamento para desenvolvimento do Banco de Dados Relacional (BDR) Banco de Dados 1.0.

1	Esquematização do Banco de Dados
2	Criação das planilhas principais (Banco de Dados 1.0, Equipes, Protótipos)
3	Banco de imagens com divisão em protótipos
4	Todos os <i>hiperlinks</i> da planilha Banco de Dados 1.0
5	Previsão de expansão no desenvolvimento do Banco de Dados 1.0
6	Criação de planilha com plano de ação
7	Prever e solucionar possíveis problemas na utilização do Banco de Dados 1.0
8	Criação de manual de utilização para compreender a programação da planilha
9	Planilha Banco de Dados programada para compreender necessidade de expansão
10	Planilha Banco de Dados programada para mostrar a quantidade de equipes cadastradas
11	Planilha Banco de Dados programada para mostrar a quantidade de protótipos cadastrados.
12	Criação de controle de recursos humanos de atividade dos membros

Fonte: dos autores.

Por fim, o principal filtro para seleção dos protótipos a serem documentados foi escolhido e um modelo de planilha de dados técnicos principais desenvolvido, para compreender as características gerais a serem obtidas pelo grupo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após estudo de métodos, optando por um banco de dados relacional (BDR) e segundo Elmasri e Navathe (2006, p. 4) o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) deve permitir que os usuários criem e mantenham o BDR, por ser um sistema de *software* de uso geral que vem para facilitar o processo de definição, construção, manipulação e compartilhamento entre vários usuários e funções. Logo, segundo a figura 1, observa-se uma planilha inicial com atalhos capazes de direcionar o usuário para a consulta que se deseja fazer.

<b>Banco de Dados de Engenharia Reversa</b>					
*Novidades: controle de participação ativada. Clique <a href="#">AQUI</a> para acessá-la.			versão 1.0		
Membros da equipe - Clique <a href="#">aqui</a>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><a href="#">Manual de Utilização</a></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><a href="#">Plano de Ação</a></td> </tr> </table>			<a href="#">Manual de Utilização</a>	<a href="#">Plano de Ação</a>
<a href="#">Manual de Utilização</a>					
<a href="#">Plano de Ação</a>					
Dados gerais - Clique <a href="#">aqui</a>					
<i>Shell Eco-Marathon (SEM)</i>	<a href="#">Américas</a>	<a href="#">Ásia</a>	<a href="#">Europa</a>		
Atualmente temos	36	protótipos cadastrados.			
	18	equipes cadastradas.			
Capacidade atual de	50	cadastros de protótipos.			
	32	cadastros de equipes.			
<small>Banco de Dados não necessita de expansão</small>					

**Figura 1** - Planilha inicial do banco de dados de engenharia reversa.

Fonte: dos autores.

Onde,

- Em Membros da equipe, o “aqui”: direciona a um documento sobre os membros da equipe.
- Em Dados Gerais, o “aqui”: direciona a uma tabela que possui todos os veículos movidos à gasolina que cumpriram com o critério inicial de desempenho igual ou superior a 1000 km/l.
- Manual de Utilização: direciona a um documento que dá suporte ao usuário.
- *Shell Eco-Marathon*, tanto em “Américas”, “Ásia” e “Europa” encaminha a tabela referente aos principais resultados de suas edições.
- Plano de ação: direciona as ações que devem ser desenvolvidas pelo usuário final, com atalhos e métodos.

Este atalho para um manual de utilização fora desenvolvido, porque segundo Elmasri e Navathe (2006, p. 11), os usuários finais por serem pessoas cujo BDR atenderá, podem ser iniciantes, e irão realizar transações programadas - consultar e atualizar-, então o sistema

gerenciador deve oferecer facilidades de acesso para estes usuários conhecerem um pouco as interfaces destas transações.

Conforme Melo, Palhares, M. M. e Palhares, G. P. (2013, p. 65-66) a estrutura lógica possui ponteiros que não são visualizados interligando as tabelas, podendo assim existir, ligando dados em um nível físico. Este método de estruturação foi utilizado em todas as células de cor branca presentes no BDR, segundo a figura 2, para informação da quantidade de protótipos e controle da capacidade, foram utilizados fórmulas que não são visualizadas para contagem, conforme (a) e (b), mostrando ao usuário final iniciante apenas o que é necessário, conforme (c) e (d).

9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

(a) Fórmulas utilizadas na caixa informativa do Layout de Inicialização

9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

(c) Caixa informativa com fórmulas ocultas do Layout de Inicialização.

	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1									
2	Pais	Consumo (km/l)	Protótipo	Equipe	C PRO	C EQUI	cond contagem	cond igual	cond cap max
3	França	3314.9	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	1	1	=f(C3>0,1,0)	=f(L3>0,1,0)	=f(E3="SC",0,1)
4	França	2187.8	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	2	2	=f(C4>0,1,0)	=f(L4>0,1,0)	=f(E4="SC",0,1)
5	Hungria	2096.3	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	3	3	=f(C5>0,1,0)	=f(L5>0,1,0)	=f(E5="SC",0,1)
6	Finlândia	1956.6	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	4	4	=f(C6>0,1,0)	=f(L6>0,1,0)	=f(E6="SC",0,1)
7	Tailândia	1796	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	5	5	=f(C7>0,1,0)	=f(L7>0,1,0)	=f(E7="SC",0,1)
8	França	1768.2	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	6	6	=f(C8>0,1,0)	=f(L8>0,1,0)	=f(E8="SC",0,1)
9	França	1593.8	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	7	7	=f(C9>0,1,0)	=f(L9>0,1,0)	=f(E9="SC",0,1)
10	Suíça	1590.6	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	8	8	=f(C10>0,1,0)	=f(L10>0,1,0)	=f(E10="SC",0,1)
11	França	1525	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	9	9	=f(C19>0,1,0)	=f(L11>0,1,0)	=f(E11="SC",0,1)
12	França	1395.9	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	10	0	=f(C20>0,1,0)	=f(L12>0,1,0)	=f(E12="SC",0,1)
13	Canadá	1200.61	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	11	11	=f(C21>0,1,0)	=f(L13>0,1,0)	=f(E13="SC",0,1)
14	Canadá	1153.2	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	12	0	=f(C22>0,1,0)	=f(L14>0,1,0)	=f(E14="SC",0,1)
15	Tailândia	1078.1	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	13	0	=f(C23>0,1,0)	=f(L15>0,1,0)	=f(E15="SC",0,1)
16	Estados Unidos	1050.79	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	14	14	=f(C24>0,1,0)	=f(L16>0,1,0)	=f(E16="SC",0,1)
17	Reino Unido	1029.3	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	15	0	=f(C25>0,1,0)	=f(L17>0,1,0)	=f(E17="SC",0,1)
18	Alemanha	1009.3	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	16	16	=f(C26>0,1,0)	=f(L18>0,1,0)	=f(E18="SC",0,1)
19	França	2308.30	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	17	17	=f(C27>0,1,0)	=f(L19>0,1,0)	=f(E19="SC",0,1)
20	Finlândia	1972.00	<a href="#">HYPERL</a>	<a href="#">HYPERL</a>	18	18	=f(C28>0,1,0)	=f(L20>0,1,0)	=f(E20="SC",0,1)

(b) Fórmulas utilizadas na tabela de Dados Gerais (sessão da tabela até a linha 20)

	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1									
2	Pais	Consumo (km/l)	Protótipo	Equipe	C PRO	C EQUI	cond contagem	cond igual	cond cap max
3	França	3314.9	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	1	1	1	1	1
4	França	2187.8	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	2	2	1	1	1
5	Hungria	2096.3	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	3	3	1	1	1
6	Finlândia	1956.6	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	4	4	1	1	1
7	Tailândia	1796	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	5	5	1	1	1
8	França	1768.2	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	6	6	1	1	1
9	França	1593.8	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	7	7	1	1	1
10	Suíça	1590.6	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	8	8	1	1	1
11	França	1525	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	9	9	1	1	1
12	França	1395.9	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	10	0	1	0	1
13	Canadá	1200.61	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	11	11	1	1	1
14	Canadá	1153.2	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	12	0	1	0	1
15	Tailândia	1078.1	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	13	0	1	0	1
16	Estados Unidos	1050.79	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	14	14	1	1	1
17	Reino Unido	1029.3	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	15	0	1	0	1
18	Alemanha	1009.3	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	16	16	1	1	1
19	França	2308.30	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	17	17	1	1	1
20	Finlândia	1972.00	<a href="#">aqui</a>	<a href="#">aqui</a>	18	18	1	1	1

(d) Fórmulas semi-ocultas (já que originalmente as colunas K até O são ocultas) na tabela de Dados Gerais (sessão da tabela até a linha 20)

**Figura 2** - (a) e (b) expressam uma sessão da tabela inicial do BDR e uma sessão da planilha de dados gerais com visibilidade das fórmulas nas células. (c) e (d) não mostram as fórmulas e sim as células que são vistas pelo usuário.

Fonte: dos autores.

As planilhas com células alaranjadas cujos usuários finais iniciantes necessitam observar e preencher, segundo Elmasri e Navathe (2006, p. 11) servem para normalização de dados, isto é, armazenar dados lógicos em apenas um lugar no banco de dados, garantindo consistência e economia de espaço de armazenamento, que pode ser observado na figura 3 na página seguinte. Criando-se também a hipótese de que além de economia de espaço, há a redução no tempo para execução.

A diferenciação de cores serve para que o usuário saiba a restrição de acesso não autorizado, além de impor restrições de integridade para que as funções não sejam alteradas e os atalhos excluídos (ELMASRI; NAVATHE, 2006, p. 12-13).

PLANO DE AÇÃO							
Ação nº	O quê?	Como?	Onde?	Quem?	Tempo previsto	Estado	
0001	Nome dos protótipos (Americas)	Através dos links <a href="#">Flickr</a> site das equipes	<a href="#">aqui</a>	Seu nome	3 horas	não iniciado	
0002	Nome dos protótipos (Asia)	Através dos links <a href="#">Flickr</a> site das equipes	<a href="#">aqui</a>	Seu nome	4 horas	não iniciado	
0003	Redes sociais da equipe 1	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Tatiane	30 minutos	concluído	
0004	Redes sociais da equipe 2	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Tatiane	30 minutos	concluído	
0005	Redes sociais da equipe 3	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Tatiane	30 minutos	concluído	
0006	Redes sociais da equipe 4	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Tatiane	30 minutos	concluído	
0007	Redes sociais da equipe 5	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Tatiane	30 minutos	concluído	
0008	Redes sociais da equipe 6	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Tatiane	30 minutos	concluído	
0009	Redes sociais da equipe 7	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Seu nome	30 minutos	não iniciado	
0010	Redes sociais da equipe 8	Através do Google e das redes sociais	<a href="#">aqui</a>	Seu nome	30 minutos	não iniciado	

**Figura 3** - Sessão da planilha de Plano de Ação.

Fonte: dos autores.

Para fins de controle de participação dos usuários finais pelos professores responsáveis pelo projeto e capitão de equipe, foi possível desenvolver uma planilha de relatório instantâneo de desempenho da equipe, assim, o plano de ação pode ser estendido ou atualizado segundo as atividades em andamento, atividades requisitadas e horas concluídas, como apresentado na figura 4.

Relatório Instantâneo de Desempenho da Equipe	
Atividades requisitadas	91
Atividades em andamento	0
Atividades concluídas	8
Horas previstas	298
Horas concluídas (Matheus)	0
Horas concluídas (Tatiane)	112
Horas concluídas (Welinton)	0

**Figura 4** - Sessão da planilha de relatório instantâneo de desempenho de equipe.

Fonte: dos autores.

A engenharia reversa é evidenciada no banco de dados, através do filtro de desempenho dos veículos, do banco de imagens disponibilizado para cada protótipo e da planilha de parâmetros técnicos, com as características gerais do veículo através do método de benchmarking que, segundo Alves, Silva e Melo (2011, p. 57 apud CHOY et al. 2002) é comparar sistematicamente as melhores práticas de empresas relevantes, obtendo informações que ajudarão na identificação e implementação de melhorias, como pode-se comprovar na figura 5.

No. Car (número do protótipo)	4
Nationality (nacionalidade)	Finlandia
Institution (instituição)	Tampere University of Technology
Best result (km/l) (melhor resultado)	1956.6
Number of wheels and their layout (número de rodas e layout - duas na frente ou duas atrás);	
Steer wheel (rodas que viram - volante);	
Drive wheel (roda motriz);	
Brake system (sistema de freios - disco e hidráulico, disco e cabos, cantilever, V-brake);	
Steering system (sistema de direção - tipo de mecanismo);	
Engine (brand and model - marca e modelo), and its capacity (capacidade);	
Transmission parameters and layout (parâmetros de transmissão e leiaute);	
Materials of chassis and fuselage (materiais do chassi e carenagem);	
Total length (comprimento total);	
Height (altura);	
Weight (without driver - massa sem piloto);	
Cross section area (área de seção transversal);	
Wheelbase (entre eixos);	
Track width (bitola);	

**Figura 5** - Sessão da tabela de parâmetros técnicos para cada protótipo cadastrado.  
Fonte: dos autores.

Ainda na figura 5, pode-se observar que os termos estão escritos em inglês e traduzidos entre parênteses, isso ocorre, pois as edições da Shell *Eco-marathon* ocorrem a nível internacional, sendo o inglês a língua mais comum dentre os *sites* das equipes.

Foram encontradas limitações quanto ao uso de dados na plataforma de planilhas do *Drive* (*Google Sheets*), que disponibiliza setenta e seis abas por planilha, logo, o limite de cadastros de protótipos é de 76 veículos – para melhorar a visualização e facilitar o acesso do usuário, é de um protótipo por aba- em um espaço virtual de cinquenta *gigabytes*.

Logo, os resultados obtidos foram comentados e discutidos segundo a metodologia aplicada, houve dificuldades para a programação das planilhas e propõe-se futuramente a expansão para mais de três anos de competição. A maratona da eficiência energética (2017) acabou por não entrar nos dados a serem estudados, pois nenhum protótipo movido à gasolina até a última edição que ocorreu em 2014 atingiu em competição a marca mínima de 1000 km/l requisito deste BDR.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que os objetivos foram alcançados e satisfatórios dentro das limitações atuais na utilização da Engenharia Reversa, devido à ausência de equipamentos e/ou a necessidade de um modelo pronto para que se possa aproveitar ao máximo as ferramentas desta área.

Houve o desenvolvimento de um Banco de Dados capaz de ser acessado em computadores, *smartphones* e *tablets*, gratuitamente e sem necessitar utilizar da memória dos equipamentos. Possui contudo, limitações, pois foi utilizada a versão gratuita da plataforma *Drive* do *Google* e necessitou de estudos quanto à programação de planilhas que diferencia do Excel da *Microsoft* utilizada até então para o desenvolvimento do modelo. O banco de dados relacional possui um papel importante no setor, pois do mesmo partem os conceitos iniciais e protótipos que servem como objeto de estudo. Recomenda-se aprimoramento do manual de instruções apesar de não necessitar de conhecimentos avançados para que seja utilizado.

O design é simplificado, educativo e atende as demandas da equipe. Este artigo serve como introdução ao tema, bem como para modelar um padrão das informações, visando aperfeiçoar o banco de dados, facilitando o acesso aos demais integrantes da equipe, assim como dos futuros integrantes.

#### AGRADECIMENTOS

Agradeço as instituições IFC Campus Luzerna e IFRS Campus Erechim pela parceria e participação no desenvolvimento deste projeto, ao professor Ivo Rodrigues Montanha Junior por despertar o interesse e motivação para desenvolvimento de assuntos relacionados à Engenharia Reversa e ao professor Everton Farina por manter a motivação e acreditar na potencialidade deste projeto, reconhecendo o valor da Engenharia Reversa no curso de Engenharia Mecânica.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Lucas Barbosa; SILVA, Carlos Eduardo Sanches; MELLO, Carlos Henrique Pereira. (2010) Análise de utilização do *technology roadmapping* como meio de seleção de produto de referência para a engenharia reversa. **Gestão & Produção**. v.18, p. 55-72, 2011.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 6. ed. São Paulo, SP: Pearson p.1-56.

LIMA, Cristiane Brasil. **Engenharia Reversa e Prototipagem Rápida: Estudos de Casos.** 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

LIMA, Leonardo M. B. **Modelagem de informações para a fase de projeto informacional de produtos.** 2002. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Área de Projeto de Sistemas Mecânicos, Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

**Maratona da Eficiência Energética.** Disponível em: <<http://www.maratonadaeficiencia.com.br/>> Acessado em: 5 de set de 2017.

MELLO, Wilyams Bezerra de. **Proposta de um método aberto de projeto de produto: três alternativas de criação.** 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

MELO, Daniel Augusto; PALHARES, Márcia Maria; PALHARES, Mônica Geralda. (2011) Comparativo entre banco relacional e base textual: CDS/ISIS. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.18, n. 3, p.61-77, 2013.

**Microsoft.** Site oficial. Disponível em: < <https://www.microsoft.com/pt-br/>> Acessado em: 28 de ago de 2017.

OLIVEIRA, M. M. A.; CARLOS, D. G.; SOUSA, A. R. V. O.; CASTRO, A. F. (2012) Um estudo comparativo entre banco de dados orientado a objetos, banco de dados relacionais e framework para mapeamento objeto/relacional, no contexto de uma aplicação web. **Holos**, v.1, p. 182-198, 2015.