

**MARCELA CARVALHO CONEGERO DA SILVA**

**O IMPACTO AMBIENTAL NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E  
EMISSÃO DE POLUENTES DO SISTEMA *START STOP***

**São Caetano do Sul**

**2013**

**MARCELA CARVALHO CONEGERO DA SILVA**

**O IMPACTO AMBIENTAL NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E  
EMISSÃO DE POLUENTES DO SISTEMA *START STOP***

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Automotiva, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. MSc. Fernando Fusco Rovai

**São Caetano do Sul**

**2013**

Silva , Marcela Carvalho Conegero da

O impacto ambiental na redução do consumo de combustível e emissão de poluentes do Sistema START STOP / Marcela Carvalho Conegero da Silva. São Caetano do Sul, SP, 2013.

46p.

Monografia — Pós-graduação em Engenharia Automotiva. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2013.

Orientador: Prof. MSc. Fernando Fusco Rovai

1. *Start Stop* 2. Economia de combustível 3. Emissão de Poluentes I. Silva , Marcela Carvalho Conegero da. II. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Centro de Educação Continuada. III. O impacto ambiental na redução de combustível e poluentes do Sistema *Start Stop*.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho as pessoas que mais amo nesta vida: meu filho Bruno, que teve que dividir com este trabalho, a minha atenção nos primeiros meses de sua vida; meu marido Fabio, que ajudou a arrumar tempo para fazer este trabalho e contribuiu nas pesquisas de informações e meus pais Marcio e Fatima, que sempre me incentivaram a estudar e são as pessoas que mais se orgulham das minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu professor e orientador Fernando Fusco por todo o suporte e atenção, por todas as correções e dicas e por todo o ensinamento transmitido. Agradeço ao meu marido Fabio e amiga Vivian pela ajuda na distribuição da pesquisa e a todas as pessoas que responderam a pesquisa.

## RESUMO

Este trabalho tem como finalidade apresentar a tecnologia Start Stop e sua importância na redução do consumo de combustível e emissão de poluentes em veículos de passeio. Descrevem-se as novas leis nacionais que regulamentam os parâmetros que os veículos devem apresentar sobre a emissão de poluentes e também os incentivos que os fabricantes podem conseguir investindo em tecnologias que reduzam o consumo de combustível. Foram levantados dados de testes e simulações comparativos entre veículos convencionais e com Start Stop e os resultados da redução atingida foram utilizados para mostrar ao consumidor os benefícios da tecnologia, além de ressaltar que o custo do investimento na compra deste veículo com Start Stop retorna ao consumidor em alguns anos devido à economia de combustível. Também é destacada a importância ao meio ambiente devido à redução na emissão de poluentes. Elaborou-se uma pesquisa para levantar a opinião dos consumidores sobre a importância do consumo de combustível e emissão de poluentes e também se os consumidores estão interessados em investir na compra de um veículo com Start Stop e assim obter o retorno do investimento através da economia de combustível. O resultado da pesquisa mostrou que o consumidor tem interesse em investir nesta tecnologia principalmente quando o retorno do investimento é amortizado a curto prazo, antes do término da útil do veículo. Com todos estes dados, conclui-se que investir em uma tecnologia que economize combustível e reduza a emissão de poluentes é extremamente importante e estes fatores se tornarão um ponto de decisivo na compra de veículos.

**Palavras-chave:** Tecnologia Start Stop. Economia de Combustível. Emissão de Poluentes.

## **ABSTRACT**

*This paper aims to present the Start Stop technology and its importance on fuel economy and emissions in passenger vehicles. It describes the new government regulations regarding emissions and also the incentives that manufacturers can achieve by investing in technologies to improve fuel economy. The data were collected from tests and simulations comparing conventional vehicles with Start Stop ones and the reduction results achieved were used to show the customer the benefits of technology and emphasize that the cost of investment in the purchase of this vehicle with Start Stop returns to the consumer in some years due to the fuel savings. Also highlighted the importance of the environment due to the reduction in emissions. It was developed a survey to raise consumers' opinions about fuel economy and emissions and also consumers interested in investing in a vehicle with Start Stop and get a pay-back. The survey resulted that the consumer would invest in this technology especially for short term the pay-back, before the end of life vehicle. With all these data, it is concluded that investment in technology that saves fuel and reduces emissions is extremely important. These factors will become a decisive point on vehicles market.*

**Keywords:** Start Stop Technology. Fuel economy. Emissions.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Figura 1 – Botão de acionamento do Sistema <i>Start Stop</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2 – Funcionamento do Sistema <i>Start Stop</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3 – Componentes do Sistema <i>Start Stop</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4 – Projeção de crescimento do Sistema <i>Start Stop</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 5 – Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves (Fases”L”) .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 6 – Evolução dos limites de emissão para veículos leves em cada fase .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 7 – Emissão de poluentes no Estado de São Paulo em 2011 .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 8 – Emissão de CO<sub>2</sub> com <i>Start Stop</i> ligado e desligado .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 9 – Emissão de CO, NOx e PM com <i>Start Stop</i> ligado e desligado .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 10 – Resultados da simulação na cidade .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 11 – Resultados da simulação na cidade/estrada .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 12 – Interesse na tecnologia do Start Stop.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 13 – Interesse na tecnologia do Start Stop analisando o retorno do investimento.....</b>	<b>40</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Tabela comparativa dos sistemas Híbridos .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela 2 – Dados do catálogo do Opel Corsa .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabela 3 – Síntese dos requisitos da fase L6 do PROCONVE e comparação com L5 .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabela 4 – Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> dos veículos .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabela 5 – Veículo testado: BMW 118d <i>Clean Diesel</i> (2010) .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 6 – Ciclos dos testes no dinamômetro de chassi .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 7 – Resumo dos resultados dos testes .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 8 – Resultados do consumo de combustível do 2-cycle .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 9 – Resultados do consumo de combustível do 5-cycle .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 10 – Resultados do consumo de combustível do NYCC .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 11 – Resultados do consumo de combustível do <i>Japonese 10-15</i> .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 12 – Resultados do consumo de combustível do <i>Real Word</i> .....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	<i>Anti-lock Braking System</i>
AGM	<i>Absorbent Glass Mat</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
ECU	<i>Engine Control Unit</i>
ERMS	<i>Emissions Research and Measurement Section</i>
EV	<i>Electric Vehicle</i>
HC	Hidrocarbonetos
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle</i>
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Material Particulado
NOx	Óxido de Nitrogênio
NYCC	<i>New York City Cycle</i>
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>
PM	<i>Particulate Matter</i>
PROCONVE	Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
RPM	Rotações Por Minuto
SO2	Dióxido de Enxofre
UDDS	<i>Urban Dynamometer Driving Schedule</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO .....	12
<b>2 SISTEMA <i>START STOP</i> .....</b>	<b>14</b>
2.1 FUNCIONAMENTO .....	14
2.2 TECNOLOGIA .....	15
<b>2.2.1 Evolução da tecnologia .....</b>	<b>17</b>
2.3 INTEGRAÇÃO COM O VEÍCULO .....	19
2.4 VEÍCULOS JÁ EXISTENTES NO MERCADO .....	20
<b>3 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL .....</b>	<b>22</b>
3.1 PROGRAMA INOVAR-AUTO .....	22
3.2 REDUÇÃO DO CONSUMO COM O <i>START STOP</i> .....	22
<b>4 EMISSÃO DE POLUENTES.....</b>	<b>24</b>
4.1 PROGRAMA PROCONVE.....	24
4.2 EMISSÃO DE POLUENTES NO ESTADO DE SÃO PAULO .....	26
<b>5 TESTES.....</b>	<b>28</b>
5.1 DETALHES DOS TESTES .....	28
5.2 RESULTADOS DOS TESTES PARA ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL .....	29
<b>5.2.1 Resultados do teste no ciclo 2-cycle.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2.2 Resultados do teste no ciclo 5-cycle.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2.3 Resultados do teste no ciclo NYCC.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2.4 Resultados do teste no ciclo Japonese 10-15 .....</b>	<b>31</b>
<b>5.2.5 Resultados do teste no ciclo <i>Real World</i> .....</b>	<b>31</b>
5.3 RESULTADOS DOS TESTES DE EMISSÃO DE POLUENTES .....	32
5.4 CONCLUSÃO DOS TESTES.....	33
<b>6 SIMULADOR.....</b>	<b>35</b>
6.1 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO VEÍCULO NA CIDADE .....	35
6.2 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO VEÍCULO NA CIDADE/ESTRADA.....	36
<b>7 PESQUISA .....</b>	<b>38</b>
7.1 PESQUISAS EXISTENTES .....	38
7.2 PESQUISA ELABORADA PARA ESTE TRABALHO .....	39
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE A – Formulário da pesquisa.....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE B – Respostas da pesquisa .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE C – Gráfico das respostas da pesquisa .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a redução do consumo de combustível e da emissão de poluentes se tornaram umas das principais prioridades dos fabricantes de veículos, tanto por caráter ambiental, para atender normas impostas pelas organizações governamentais, quanto por caráter econômico, para atender e atrair consumidores.

Algumas tecnologias como motores híbridos, elétricos, gás natural, hidrogênio entre outras já têm este objetivo de redução do consumo de combustível e emissão de poluentes mas todas estas tecnologias exigem uma mudança nos hábitos do condutor. Sendo assim, uma tecnologia que atenda estes objetivos e que seja imperceptível para o condutor é um diferencial interessante.

Analizando este cenário, os fabricantes têm o desafio de oferecer aos consumidores veículos que atendam as leis ambientais de emissões de poluentes, que diminuam o consumo de combustível, que não exijam mudança nos hábitos do condutor e que o custo de desenvolvimento não torne o projeto inviável, aumentando demasiadamente o preço final para o consumidor.

O sistema *Start Stop*, que desliga o motor de forma instantânea quando o carro encontra-se parado por alguns segundos e volta a ligá-lo quando o freio é liberado, tem tecnologia para atender estes requisitos, porém será necessário entender se o consumidor está disposto a pagar por uma tecnologia que economiza combustível e contribui com o meio ambiente.

### 1.1 OBJETIVO

Este trabalho estuda a redução do consumo de combustível e emissão de poluentes em consequência do uso do sistema *Start Stop* e pesquisando se o consumidor está disposto a pagar por esta tecnologia sabendo que a economia de combustível que o sistema proporciona compensará o investimento feito no veículo.

O objetivo deste projeto é levantar as informações necessárias para o consumidor entender os benefícios de utilizar um veículo com esta tecnologia. Do ponto de vista pessoal, a economia de combustível trará resultados financeiros e do ponto de vista social, a redução na emissão de poluentes ajudará o meio ambiente.

Considerando que os veículos ficam muito tempo parados em congestionamentos e semáforos com o motor a combustão funcionando sem necessidade, assim o uso desta tecnologia pode

ajudar em um dos principais problemas das grandes metrópoles, a poluição e também em uma das principais preocupações do consumidor, o consumo de combustível. Portanto, em tempos em que o mundo inteiro está pensando em sustentabilidade é muito importante ter conhecimento e acesso a tecnologias pertinentes a esse tema.

## 2 SISTEMA *START STOP*

A crise do petróleo na década de 70, que levantou a possibilidade do petróleo se esgotar e acabou elevando o preço do barril, impulsionou muitos fabricantes de veículos a procurarem uma maneira dos veículos economizarem combustível e foi assim que surgiram as primeiras ideias de fazer o motor desligar quando o veículo parasse por alguns minutos.

Porém, com a tecnologia da época o sistema apresentou muitos problemas, principalmente no tempo que o motor levava para religar e assim o sistema não teve sucesso.

Com as novas leis de emissões e a necessidade crescente de economizar combustível, os fabricantes de veículos retomaram esta idéia e, com as novas tecnologias, conseguiram aprimorar o sistema e torná-lo realidade.

### 2.1 FUNCIONAMENTO

O sistema *Start Stop* foi desenvolvido para desligar o motor do veículo enquanto este não está sendo solicitado, ou seja, quando o veículo pára em um semáforo ou congestionamento. Nesta condições o motor é desligado e quando o veículo for arrancar o motor é religado, tudo isso de forma automática sem necessidade de nenhuma ação do motorista.

A utilização do sistema é opcional, uma vez que existe um botão no painel do veículo para acionamento do sistema, conforme figura 1. Este botão é representado pela palavra ECO, uma vez que muitos veículos contem um botão com as palavras *Start Stop* onde a função é de ligar e desligar o veículo sem a utilização de chave.

Figura 1 – Botão de acionamento do Sistema *Start Stop*



FONTE: OPEL – Catálogo Opel Corsa

Com o sistema ativo, automaticamente o veículo reconhece quando estiver parado e desliga o motor, que será religado quando o pedal da embreagem for acionado (veículos com transmissão manual) ou quando o pedal do freio for liberado (veículos com transmissão automática), conforme figura 2.

Figura 2 – Funcionamento do Sistema *Start Stop*



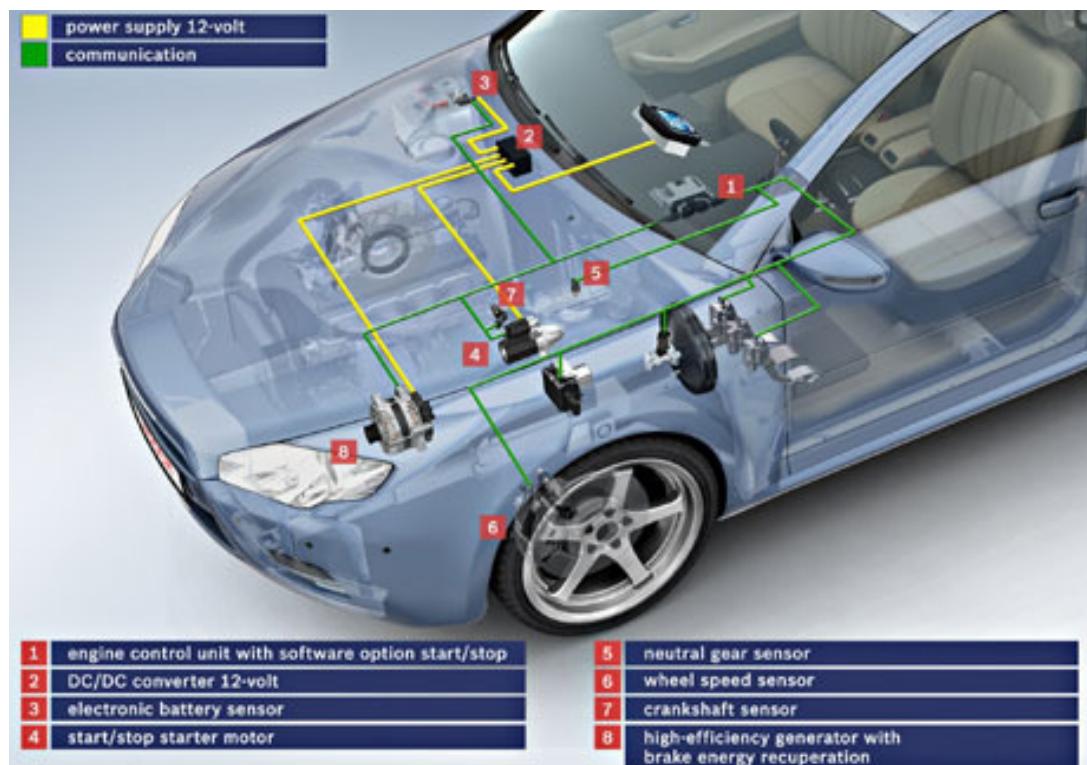
FONTE: SEAT – Sistema *Start-Stop.pdf*

## 2.2 TECNOLOGIA

Com a evolução da tecnologia e a busca contínua por reduzir o impacto causado ao meio ambiente, o sistema *Start Stop* foi resgatado do passado e aprimorado. Começou a fazer parte da produção de veículos na Europa, onde hoje já é um item comum nos veículos.

A configuração do sistema é composta por com alguns componentes, conforme figura 3, que ilustra o sistema *Start Stop* da Bosch:

Figura 3 – Componentes do Sistema *Start Stop*



FONTE: BOSCH – O Sistema Start/Stop

Descrição dos principais componentes do sistema:

- 1** ECU (*Engine Control Unit*)
- 2** Conversor DC/DC 12V
- 3** Sensor eletrônico da bateria
- 4** Motor de partida
- 5** Sensor da transmissão
- 6** Sensor de velocidade
- 7** Sensor de rotação do motor
- 8** Alternador com regeneração da energia de frenagem

Para que o sistema funcione, o motorista apenas deve ativar manualmente o botão de acionamento e depois o processo é todo automático e imperceptível ao motorista.

Segundo a Bosch, quando o sistema estiver ativo e o veículo parar em um semáforo, após o motorista pisar na embreagem, colocar a alavanca de câmbio em neutro e liberar o pedal de embreagem, a ECU fará a leitura dos sensores para checar se o motor está ocioso, se não há marcha engatada, se a velocidade é zero e se a bateria tem energia suficiente para dar a partida posteriormente. Com tudo checado, o sistema irá desligar o motor. Assim, quando o motorista pisar na embreagem para engatar uma marcha, o sistema irá ligar o motor de forma rápida e confiável.

Por medidas de segurança, o motor poderá ser religado mesmo antes do motorista querer arrancar com o veículo. De acordo com a Seat, o motor será religado quando:

- O veículo, parado, começa a deslocar-se devido a uma inclinação. Se o veículo for a mais de 3 km/h, o motor arranca automaticamente;

- A temperatura do líquido de arrefecimento do motor não se encontra entre 25°C e 100°C;
- A temperatura exterior é inferior a 7°C;
- O servo-freio já não garante assistência à frenagem;
- O nível de carga da bateria atinge um determinado nível;
- Existe um aumento significativo na necessidade de aquecimento ou arrefecimento da cabine.

A Seat também menciona alguns fatores que não permitem que o sistema *Start Stop* seja automaticamente ativado, como:

- O nível da bateria não é o adequado para permitir que o sistema funcione e garanta o arranque do motor;
- O alternador está avariado;
- A rotação do motor é superior a 1200 rpm;
- O sistema de desembaçamento está ativo;
- A temperatura dos difusores de ar é 12°C superior à atribuída no sistema de ar condicionado;
- O veículo realiza operações de estacionamento;
- O volante é virado mais de 270 graus quando o veículo está parado;
- O veículo está ligado a um atrelado (tipo reboque).

### **2.2.1 Evolução da tecnologia**

Conforme dados da Bosch, o sistema *Start Stop* básico já está presente em mais de 5 milhões de veículos na Europa. Com esta realidade e a busca constante por soluções mais econômicas que causem menos impacto ambiental, os fabricantes já estão trabalhando na evolução da tecnologia.

Sistemas que economizem combustível e reduzam a emissão de CO<sub>2</sub> mesmo enquanto o veículo ainda estiver em movimento, são os novos desafios dos fabricantes.

A Bosch está apresentando duas evoluções do sistema *Start Stop*:

- *Start Stop Avançado*;
- *Start Stop Coasting*.

O *Start Stop Avançado* não espera o veículo estar totalmente parado e entra em funcionamento quando a velocidade está abaixo de 20 km/h.

“Em uma circunstância na qual há um semáforo fechado, por exemplo, o carro não precisa estar totalmente parado para o *Start Stop* funcionar. Abaixo de 20 km/h, o sistema desliga o motor e só religa quando o pedal da embreagem é acionado, mesmo com o veículo ainda em movimento, caso seja necessário”, explica Borelli<sup>1</sup>.

O *Start Stop Coasting* é um sistema que desliga o motor mesmo quando o veículo está em alta velocidade (abaixo de 120 km/h) e que utiliza a energia cinética para continuar movendo o veículo. A Bosch afirma que a repartida é automática quando o motorista pisa no acelerador e que as funções como direção elétrica, rádio, ESP e ABS continuarão funcionando normalmente.

“Em uma estrada, por exemplo, ao tirar o pé do acelerador o *Start Stop Coasting* entra em funcionamento desacoplando a transmissão e desligando o motor de combustão, isso proporciona um ganho de até 25% de economia de combustível e emissões de poluentes”, explica novamente Borelli<sup>1</sup>.

Estas novas tecnologias prometem um ganho ainda maior na economia de combustível e emissão de poluentes que o sistema *Start Stop* convencional, segundo a Bosch a redução fica entre 18% e 25% e estas tecnologias estarão disponíveis no mercado Europeu entre 2014 e 2015.

---

<sup>1</sup> Rafael Borelli - chefe de marketing e produto da divisão Starter Motors and Generators da Robert Bosch do Brasil.

## 2.3 INTEGRAÇÃO COM O VEÍCULO

Alguns componentes do veículo precisam ser modificados ou adaptados para compor o sistema *Start Stop*. Estas alterações são fundamentais mas não causam nenhum grande impacto no projeto do veículo, o que torna a implementação totalmente viável para os fabricantes.

Os principais componentes alterados são:

**ECU:** a unidade de controle do motor gerencia o funcionamento do sistema checando as informações dos sensores e controlando o funcionamento do motor de partida e do alternador;

**Bateria:** as baterias de chumbo convencionais devem ser substituídas por baterias com tecnologia AGM (*Absorbent Glass Mat*) que são de feltro absorvente em fibra de vidro, com uma energia inicial elevada, capacidade de suportar vários ciclos de carga e descarga e fornecer carga para os componentes que consomem eletricidade durante o período que o motor está desligado, segundo a Seat;

**Motor de partida:** é uma versão reforçada com uma resistência aos ciclos de arranque 5 vezes superior à de um veículo convencional. Segundo a Bosch, que desenvolveu um modelo especial para o sistema *Start Stop*, para o motor de partida ficar mais confiável, rápido e silencioso, com vida útil prolongada, ele ficou mais forte e recebeu um mecanismo de pinhão de baixo ruído. Mesmo com estas alterações, o motor de partida ficou compacto e não necessita de adaptação com o demais sistemas do veículo;

**Alternador:** foi aperfeiçoado para ser 60% mais eficiente e para permitir mais carga de bateria a baixas rotações, de acordo com a publicação da Eurecar;

A relação custo-benefício do sistema *Start Stop* é atrativa devido à facilidade de implementação do sistema, à rápida integração com os demais componentes do veículo e o custo não tão elevado. A tabela 1 mostra um comparativo entre os sistemas híbridos.

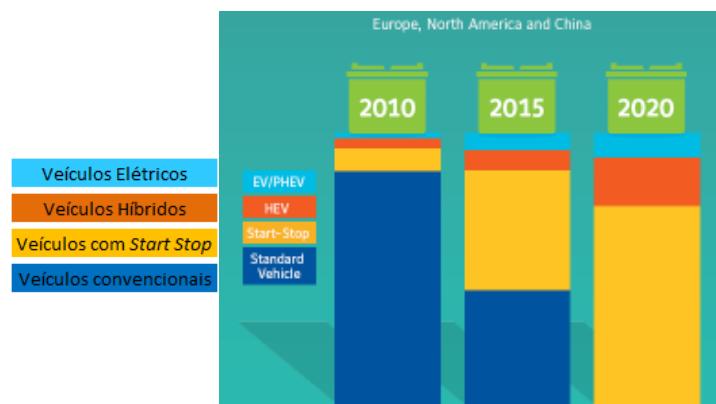
Tabela 1 – Tabela comparativa dos sistemas Híbridos

Híbridos	Micro Híbrido ISG, Start Stop	Híbrido ISG	Híbrido moderado	Híbrido
<b>Motor</b>	Convencional	Convencional	Reducido	Reducido
<b>Motor Elétrico</b>	Correia	Correia / Virabrequim	Virabrequim	Virabrequim
<b>Potência Elétrica</b>	2-5kW	3-10kW	10-20kW	15-100kW
<b>Voltagem</b>	12V	12-42V	60-200V	200-600V
<b>Economia de combustível</b>	3-5%	5-10%	15-20%	20-30%
<b>Custo</b>	\$300-700	\$500-1000	\$800-3000	\$2000-5000
<b>Exemplo</b>	Valeo Starts	Hitachi BAS	Honda	Toyota, GM

FONTE: AUTOCAAT – HEV Levels (Tradução da autora)

## 2.4 VEÍCULOS JÁ EXISTENTES NO MERCADO

Já existem vários modelos de veículos com o sistema *Start Stop* circulando pelas ruas, principalmente no mercado europeu, e a expectativa é que este mercado cresça muito mais nos próximos anos. Segundo a Johnson Controls, fornecedora de baterias AGM para o sistema *Start Stop*, hoje são fornecidas 3 milhões de baterias por ano e a previsão para 2015 é de chegar em 35 milhões. Na figura 4 pode-se ver uma projeção de crescimento do *Start Stop* até 2020.

Figura 4 – Projeção de crescimento do Sistema *Start Stop* até 2020

FONTE: Johnson Controls – Start-stop technology fact sheet

Um dos veículos que já circula pela Europa com o sistema *Start Stop* é o Opel Corsa. Na tabela 2 pode-se ver a comparação do consumo de combustível e da emissão de poluentes em relação ao veículo convencional. O modelo com *Start Stop* apresenta uma redução no consumo de combustível, que na versão diesel é de 20% no trecho urbano e na versão à gasolina 11% . Na emissão de poluentes, o modelo com *Start Stop* apresenta uma redução de 17% na versão diesel e 8% na versão à gasolina. Como é um veículo vendido na Europa, a gasolina utilizada é isenta de Etanol (E0).

**Tabela 2 – Dados do catálogo do Opel Corsa**

Consumo e emissões 3 portas (5 portas)	Versão ecoFLEX com sistema Start/Stop	com sistema Start/Stop		
Motores	Diesel 1.3 CDTI ECOTEC® (70 kW/95 cv)	Diesel 1.3 CDTI ECOTEC® (70 kW/95 cv)	Gasolina 1.2 TWINPORT ECOTEC® (63 kW/85 cv)	Gasolina 1.2 TWINPORT ECOTEC® (63 kW/85 cv)
Norma de emissões	Euro 5	Euro 5	Euro 5	Euro 5
Caixa de velocidades	CM 5V	CM 6V	CM 5V	CM 5V/CMA 5V
Consumo de combustível em l/100 km <sup>1</sup>				
Urbano	(4,3)	5,4 (5,4)	(6,4)	7,2 (7,2)/6,8 (6,8)
Extra-urbano	(3,2)	3,8 (3,8)	(4,3)	4,5 (4,5)/4,4 (4,4)
Combinado	(3,6)	4,4 (4,4)	(5,1)	5,5 (5,5)/5,3 (5,3)
Emissões de CO <sub>2</sub> combinadas em g/km	(95)	115 (115)	(119)	129 (129)/125 (125)

FONTE: OPEL – Catálogo Opel Corsa

### 3 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Redução do consumo de combustível é um assunto, que há muitos anos, tem tido grande destaque na indústria automobilística. Porém o foco principal da redução era atrair e agradar consumidores.

Hoje em dia, a redução do consumo de combustível está sendo novamente discutida porém com um objetivo bem maior. Além do foco na economia para o consumidor, o objetivo agora abrange o impacto ambiental.

#### 3.1 PROGRAMA INOVAR-AUTO

Para abordar este assunto, o governo brasileiro criou o programa Inovar-Auto que regulamenta o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores. Este programa visa incentivar os fabricantes de veículos a investir em engenharia, tecnologia industrial, pesquisa e inovação bem como desenvolver e capacitar seus fornecedores à produção de veículos mais eficientes.

Segundo o MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, as empresas (que fabricam e comercializam veículos) terão que atingir algumas metas para se habilitarem ao programa e se tornarem elegíveis a receber o crédito presumido de até 30 pontos percentuais do IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados.

Uma das principais metas é a de aumentar a eficiência energética<sup>1</sup> em 12,08% (média dos veículos dos beneficiários) para automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina e/ou etanol. Assim, segundo o MDIC, através do decreto número 7.819/2012, em quatro anos os veículos devem conseguir (na média) rodar 15.93 km/l, quando abastecidos com gasolina, e 11,04 km/l, quando o combustível usado for o etanol. Atualmente, esta média é de 14 km/l, com gasolina, e 9,71 km/l, com etanol.

#### 3.2 REDUÇÃO DO CONSUMO COM O *START STOP*

O sistema *Start Stop* pode ser um grande aliado para ajudar os fabricantes de veículos a alcançar as metas do programa Inovar-Auto.

---

<sup>1</sup> Eficiência energética é definida por níveis de autonomia expressos em quilômetros rodados por cada litro de combustível (Km/l) ou níveis de consumo energético expressos em megajoules por cada quilômetro rodado (MJ/Km), medidos segundo o ciclo de condução combinado descrito na Norma ABNT NBR 7024: 2010.

Testes realizados pela Bosch, mostram que em um itinerário de 4,3 milhas (6,9 km) com doze paradas de 15 segundos cada uma, o novo sistema Bosch reduz o consumo de combustível e as emissões de CO<sub>2</sub> em até 8% dependendo do tipo do veículo. Se as paradas forem mais longas, a porcentagem de economia de combustível e de redução de emissões de CO<sub>2</sub> pode ser muito mais alta.

Já existem veículos equipados com o sistema Start/Stop da Bosch e que já podem se habilitar no programa Inovar-Auto. Como por exemplo as BMWs série 1 e 3 que já estão equipadas com o sistema desde março de 2007.

## 4 EMISSÃO DE POLUENTES

A conscientização da população, bem como as novas normas criadas pelos órgãos governamentais que definem um abatimento de impostos estão incentivando os fabricantes de veículos a investirem em novas tecnologias para reduzir o consumo e a emissão de poluentes.

### 4.1 PROGRAMA PROCONVE

O PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, que existe desde 1986, foi divido em fases com título “L” para abordar o controle em veículos leves, conforme detalhe na figura 5.

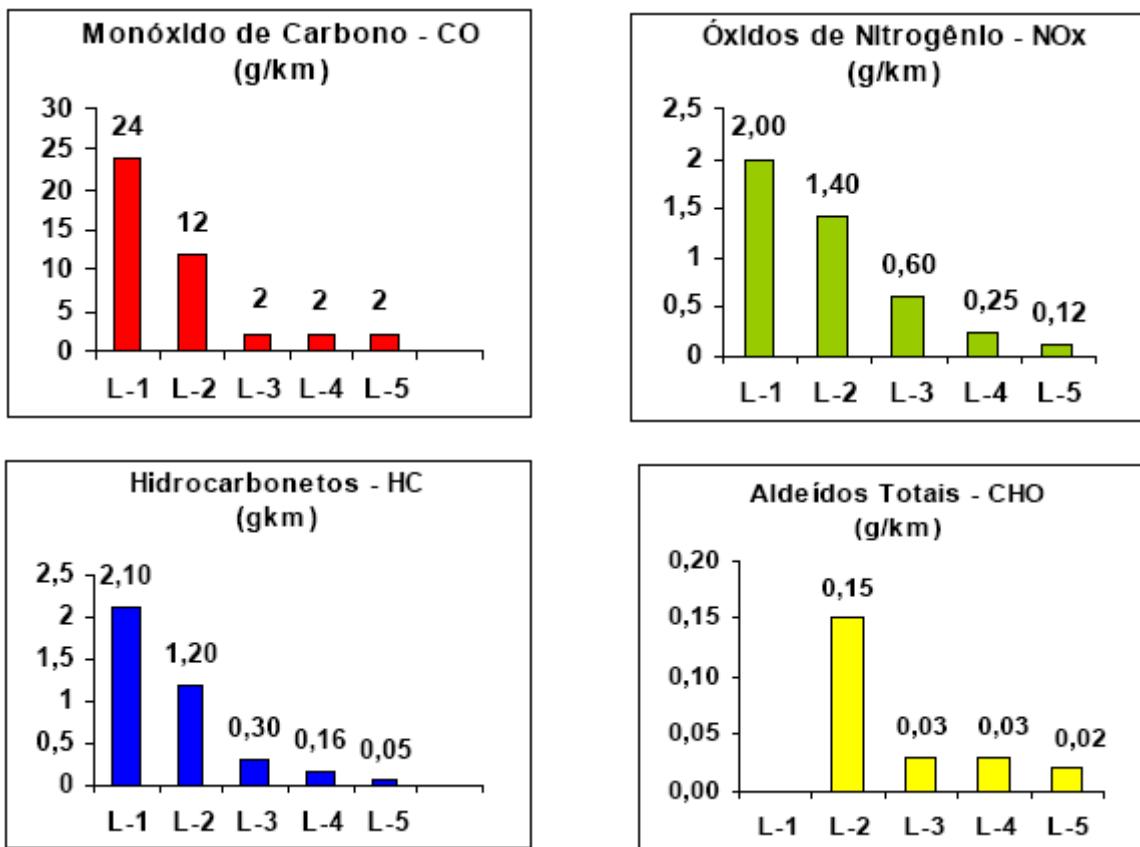
Figura 5 – Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves (Fases “L”)

Fase	Implantação	Característica / inovação
<b>Fase L-1</b>	1988-1991	Caracterizada pela eliminação dos modelos mais poluentes e aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção. Iniciou-se também nesta fase o controle das emissões evaporativas. As principais inovações tecnológicas que ocorreram nesta fase foram: reciclagem dos gases de escapamento para controle das emissões de NOx; injeção secundária do ar no coletor de exaustão para o controle de CO e HC; implantação de amortecedor da borboleta do carburador para controle do HC e a otimização do avanço da ignição.
<b>Fase L-2</b>	1992-1996	A partir dos limites verificados na Resolução CONAMA 18 de 1986, nessa fase investiu-se na adequação de catalisadores e sistemas de injeção eletrônica para uso com mistura de etanol, em proporção única no mundo. As principais inovações nos veículos foram a injeção eletrônica, os carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos. Em 1994 iniciou-se o controle de ruído dos veículos.
<b>Fase L-3</b>	1997-2004	Em face da exigência de atender aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997 (Resolução CONAMA 15 de 1995), ocorreram reduções bastante significativas em relação aos limites anteriores, e o fabricante/importador empregou, conjuntamente, as melhores tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor como, por exemplo, o sensor de oxigênio (denominado "sonda lambda").
<b>Fase L-4</b>	2005-2008	Tendo como referência a Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, a prioridade nesta fase que teve inicio no ano de 2005 é a redução das emissões de HC e NOx, (substâncias precursores de Ozônio). Para o atendimento desta fase, se deu o desenvolvimento de motores com novas tecnologias como a otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos de injeção, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica.
<b>Fase L-5</b>	2009-2013	Com os limites de emissão da Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, da mesma forma que na fase L-4, a prioridade na fase L-5 é a redução das emissões de HC e NO. De maneira análoga à fase L-4, as inovações tecnológicas se deram na otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica. Nesta fase deu-se a redução de 31% das emissões de hidrocarbonetos não-metano para os veículos leves do ciclo Otto e de 48% e 42% para as emissões de NOx para os veículos leves do ciclo Otto e Diesel, respectivamente. Além disso, as emissões de aldeídos foram reduzidas em, aproximadamente, 67% para os veículos do ciclo Otto.

FONTE: Ministério do Meio Ambiente – PROCONVE

Na figura 6, pode-se observar a evolução dos limites de emissão em cada fase.

Figura 6 – Evolução dos limites de emissão para veículos leves em cada fase.



FONTE: Ministério do Meio Ambiente – PROCONVE

Os fabricantes de veículos automotores leves novos de uso rodoviário já estão utilizando os limites de emissão da nova fase L6, que entrará em vigor em 01 de janeiro de 2014.

Conforme dados do MMA - Ministério do Meio Ambiente, os limites máximos de emissão de poluentes para a fase L6 do PROCONVE, provenientes do escapamento de veículos automotores leves de passageiros, de uso rodoviário, são:

- monóxido de carbono (CO): 1,30 g/km;
- hidrocarbonetos totais (THC), somente p/ veículos a gás natural: 0,30 g/km;
- hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,05 g/km;
- óxidos de nitrogênio (NOx): 0,08 g/km;

- aldeídos (CHO) p/ ciclo Otto: 0,02 g/km;
- material particulado (MP) p/ ciclo Diesel: 0,025 g/km;
- monóxido de carbono em marcha lenta p/ ciclo Otto: 0,2% em volume.

Na tabela 3 pode-se ver a comparação dos limites de emissões da fase L6 com a fase anterior L5.

**Tabela 3 – Síntese dos requisitos da fase L6 do PROCONVE e comparação com L5.**

Modelo	Classif.	Fase	Data Aplicação	Limites de Emissões								Durab. Emissões <sup>(6)</sup> (km)
				CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	CHO <sup>(2)</sup> (g/km)	M.P. <sup>(3)</sup> (g/km)	EVAP <sup>(2)</sup> (g/teste)	CO <sup>(2)</sup> (%)	
				Ciclo NBR-6601								SHED
Automóveis	L5	1/1/2009		2,0	0,30 <sup>(1)</sup>	0,05	0,12 <sup>(2)</sup> or 0,25 <sup>(3)</sup>	0,02	0,05	2,0	0,5	80.000
	L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015		1,30	0,30 <sup>(1)</sup>	0,05	0,08	0,02	0,025	1,5 <sup>(5)</sup>	0,2	80.000

FONTE: Ministério do Meio Ambiente – PROCONVE

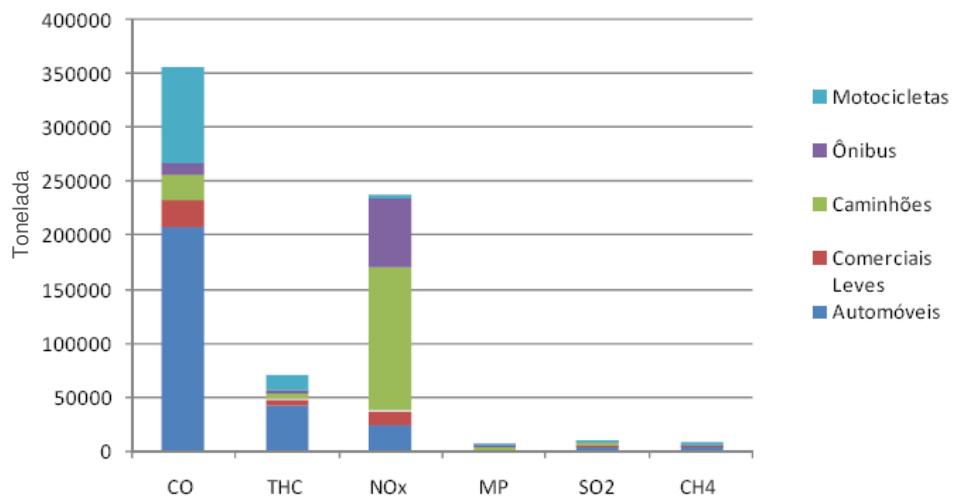
#### 4.2 EMISSÃO DE POLUENTES NO ESTADO DE SÃO PAULO

Todo motor a combustão em funcionamento emite poluentes à atmosfera e causa impacto na qualidade do ar que respiramos.

Segundo a CETESB, a frota circulante no Estado de São Paulo em 2011 era de aproximadamente 13,6 milhões de veículos, sendo 9 milhões de automóveis, 1,6 milhões de comerciais leves, 500 mil ônibus e caminhões e 2,5 milhões de motocicletas. Todos estes veículos emitiram 356 mil toneladas de CO, 70 mil toneladas de HC, 240 mil toneladas de NOx, 6 mil toneladas de MP, 9 mil toneladas de SOx, todos poluentes tóxicos. Também foram emitidos 51 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> que é considerado um dos gases do efeito estufa. Na figura 7, a emissão de poluentes está dividida por categorias de veículos e na tabela 4 tem-se a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida por categoria.

Com todos estes dados, pode-se perceber a importância de um sistema que reduz o tempo em que o motor de um automóvel fica ligado durante um trajeto e consequentemente reduz a quantidade de poluentes emitidos.

Figura 7 – Emissão de poluentes no Estado de São Paulo em 2011.



FONTE: CETESB – Emissões Veiculares no Estado de São Paulo – 2011

Tabela 4 – Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> dos veículos.

Categoria		Combustível	CO <sub>2</sub> (mil t)	CH <sub>4</sub> (t)
Automóveis	Gasolina C	Gasolina A	8.230	2.636
		Etanol Anidro	1.457	
	Etanol	Etanol Hidratado	579	590
		Gasolina C	5.368	583
	Gasolina C	Flex-gasolina A	950	
		Flex-etanol anidro	5.946	865
Comerciais Leves	Gasolina C	Gasolina A	1.474	
		Etanol Anidro	261	321
	Etanol	Etanol Hidratado	62	63
		Gasolina C	787	91
	Gasolina C	Flex-gasolina A	139	
		Flex-etanol anidro	552	127
Caminhões	Diesel	Diesel	1.196	nd
		Diesel	563	nd
		Diesel	1.434	nd
Ônibus	Diesel	Diesel	14.061	nd
		Diesel	5.876	nd
		Diesel	1.378	nd
Motocicletas	Gasolina C	Gasolina A	848	
		Etanol Anidro	150	1.934
	Gasolina C	Flex-gasolina A	28	
		Flex-etanol anidro	4	nd
	Etanol	Flex-etanol hidratado	17	nd
Total			51.360	7.210

FONTE: CETESB – Emissões Veiculares no Estado de São Paulo - 2011

## 5 TESTES

O Departamento de Transporte do governo Canadá fez testes em um veículo BMW 118d Diesel com tecnologia *Start Stop*, conforme tabela 5. O veículo foi avaliado com o sistema *Start Stop* ligado e desligado em diferentes ciclos, tendo os resultados comparados. Nos tópicos abaixo, pode-se ver os detalhes dos testes.

Tabela 5 – Veículo testado: BMW 118d *Clean Diesel* (2010).



Especificações da BMW 118d (2010)			
<b>Peso</b>	1.385 kg	<b>Tração</b>	Traseira
<b>Comprimento</b>	4,24 m	<b>Motor</b>	4 cilindros em linha turbo, trilho comum de injeção direta de combustível com tecnologia <i>Start Stop</i>
<b>Largura</b>	1,75 m	<b>Transmissão</b>	Manual - 6 marchas
<b>Altura</b>	1,42 m	<b>Torque</b>	300 Nm / 221 lb-ft @ 1.750 rpm
<b>Assentos</b>	5	<b>Potência</b>	105 Nm / 143 hp @ 4.000 rpm
<b>Tipo de combustível</b>	Diesel (baixo teor de enxofre < 15ppm)	<b>Consumo de combustível (segundo fabricante)</b>	Cidade: 5,1 L / 100 km Estrada: 3,8 L / 100 km
<b>Cilindrada / Desloc. Volumétrico</b>	1,995 cm <sup>3</sup>	<b>Capacidade do Tanque de combustível</b>	51 L
<b>Velocidade máxima</b>	194 km/h	<b>Distância percorrida</b>	1.133 km (baseado no ciclo Europeu)
<b>Aceleração</b>	0-100 em 12,5 s	<b>Freio (F/T)</b>	Disco/Disco com ABS
<b>Emissão CO<sub>2</sub></b>	119 g/km	<b>Coeficiente de arrasto</b>	0,3

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

### 5.1 DETALHES DOS TESTES

Os testes foram realizados em dinamômetro de chassi em ambiente controlado no laboratório na cidade de Ottawa no Canadá. Foram simulados diferentes ciclos, conforme tabela 6, para comparação de resultados. Também foram feitos teste em condição real em que o veículo rodou pelas ruas de Ottawa.

Tabela 6 – Ciclos dos testes no dinamômetro de chassi.

Parâmetro	Padrão do teste	Número de testes (Temperatura)	Localização
Cidade	UDDS	4 (22°C)	ERMS (Ottawa, ON)
Teste de frio	UDDS	2 (-7°C)	ERMS (Ottawa, ON)
Direção agressiva	US06 (SFTP)	2 (22°C)	ERMS (Ottawa, ON)
Estrada	HWFET	2 (22°C)	ERMS (Ottawa, ON)
Com carga elétrica	SC03	2 (22°C)	ERMS (Ottawa, ON)
Pára-e-anda	NYCC	2 (22°C)	ERMS (Ottawa, ON)
Pára-e-anda	<i>Japan 10-15 Mode</i>	2 (22°C)	ERMS (Ottawa, ON)

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

Todos os testes foram realizados com o sistema *Start Stop* ligado e desligado e foram analisados o consumo de combustível e a emissão de poluentes.

## 5.2 RESULTADOS DOS TESTES PARA ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL

Para comparar o consumo quando o sistema *Start Stop* está ligado e quando está desligado, foram realizados testes nos diferentes ciclos, que geraram os resultados apresentados na tabela 7.

Tabela 7 – Resumo dos resultados dos testes.

Ciclo de teste	Com <i>Start Stop</i>	Sem <i>Start Stop</i>	% Economia
<b>2-cycle (Cidade) <i>Adjusted</i></b>	6,04	5,89	2,5
<b>5-cycle (Cidade)</b>	7,02	6,94	1,5
<b>NYCC</b>	9,87	8,61	12,8
<b><i>Japanese 10-15</i></b>	5,98	5,38	10,1
<b><i>Real World</i></b>	4,95	4,6	7,0

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

### 5.2.1 Resultados do teste no ciclo 2-cycle

O ciclo 2-cycle foi simulado na cidade com 23 paradas curtas (< 5 segundos), na estrada e um combinado de cidade (55%) e estrada (45%) que foi calculado através de fórmulas. Os

resultados de cidade e estrada foram ajustados em 10% e 15% para cima. Seguem os resultados na tabela 8

Tabela 8 – **Resultados do consumo de combustível do 2-cycle.**

Valores ajustados (L / 100km)	Cidade	Estrada	Combinado	Economia na Cidade
<b>Start-Stop LIGADO</b>	6,04	4,73	5,38	
<b>Start-Stop DESLIGADO</b>	5,89	4,73	5,30	2,5%

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

### 5.2.2 Resultados do teste no ciclo 5-cycle

O ciclo 5-cycle foi simulado na cidade, estrada e um combinado de cidade (55%) e estrada (45%) que foi calculado através de formulas considerando os resultados de cidade, estrada, cidade com baixa temperatura (-7C), direção “agressiva” e com ar condicionado ligado. Os resultados de cidade e estrada foram calculados através de equações para representar ao motorista um resultado mais perto da realidade. Seguem os resultados na tabela 9.

Tabela 9 – **Resultados do consumo de combustível do 5-cycle.**

Valores calculados (L / 100km)	Cidade	Estrada	Combinado	Economia na Cidade
<b>Start-Stop LIGADO</b>	7,02	5,08	5,98	
<b>Start-Stop DESLIGADO</b>	6,94	5,08	5,95	1,5%

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

### 5.2.3 Resultados do teste no ciclo NYCC

O ciclo NYCC – *New York City Cycle* foi desenvolvido pela U.S. EPA e é geralmente utilizado para pesquisas de veículos híbridos porém foi realizado para avaliar o tráfego pesado do pára-e-anda onde se tem rápidas acelerações e curtos momentos de motor ocioso. O teste foi realizado 2 vezes com o *Start Stop* ligado e 2 vezes com o *Start Stop* desligado sendo calculada a média para cada condição. Resultados na tabela 10.

Tabela 10 – Resultados do consumo de combustível do NYCC.

Valores (L / 100km)	Cidade	Economia na Cidade
Start-Stop <b>LIGADO</b>	9,87	
Start-Stop <b>DESLIGADO</b>	8,61	12,8%

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

#### 5.2.4 Resultados do teste no ciclo *Japonese 10-15*

O ciclo *Japonese 10-15* é um teste realizado no Japão para certificar emissões e consumo de combustível. É realizado na cidade e estrada porém onde se tem longos momentos de motor ocioso. Resultados na tabela 11.

Tabela 11 – Resultados do consumo de combustível do *Japonese 10-15*.

Valores calculados (L / 100km)	Cidade / Estrada	Economia
Start-Stop <b>LIGADO</b>	5,98	
Start-Stop <b>DESLIGADO</b>	5,38	10,1%

FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

#### 5.2.5 Resultados do teste no ciclo *Real World*

O ciclo *Real World* foi realizado no transito real das ruas de Ontário e não no simulador de um laboratório. O teste foi realizado num percurso pré-determinado com 60 km na cidade e 28 km na estrada em que foram rodados um total de 1500 km com o sistema *Start Stop* ligado e mais 1500 km com sistema desligado. Resultados na tabela 12.

Tabela 12 – Resultados do consumo de combustível do *Real Word*.

Valores (L / 100km)	Cidade	Economia na Cidade
Start-Stop <b>LIGADO</b>	4,95	
Start-Stop <b>DESLIGADO</b>	4,60	7,0%

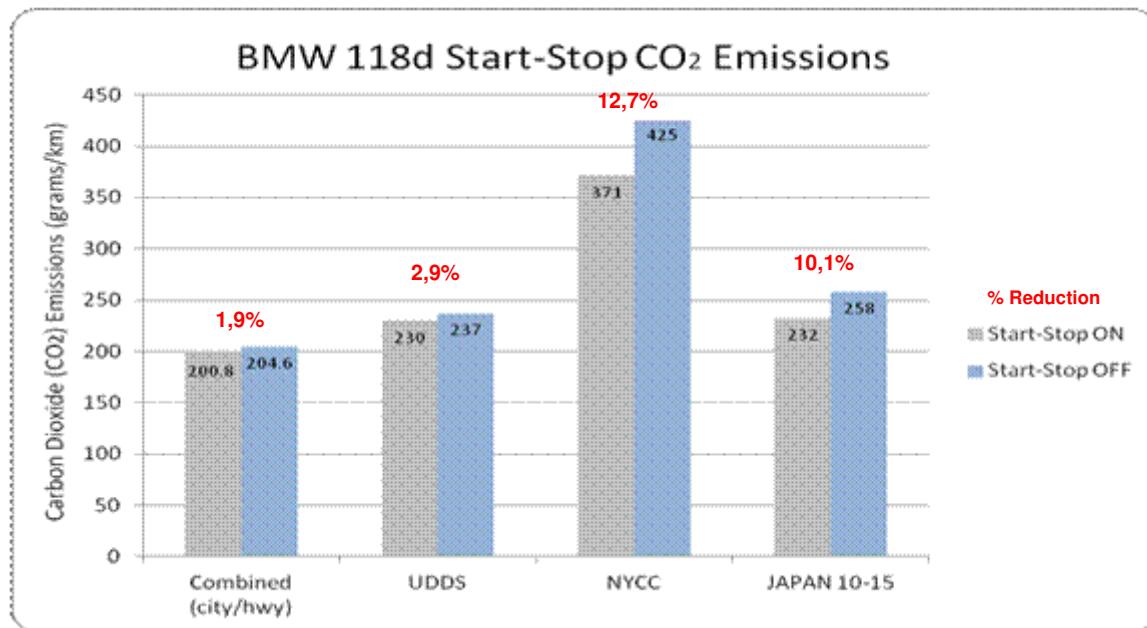
FONTE: Transport Canada (tradução da autora)

### 5.3 RESULTADOS DOS TESTES DE EMISSÃO DE POLUENTES

Foram realizados testes em um combinado de cidade e estrada para comparar a emissão de poluentes com o sistema *Start Stop* ligado e desligado. A emissão de CO<sub>2</sub> foi de 124,7 g/km, o que representa uma redução de 10% quando comparado com o resultado do veículo com melhor performance na categoria dos compactos.

Na figura 8, pode-se observar que houve redução na emissão de CO<sub>2</sub> em todos os ciclos pelo fato do motor ficar desligado enquanto o veículo está parado. Devido ao formato dos testes nos ciclos NYCC (teste no tráfego pesado de pára-e-anda) e *Japan 10-15* (teste com longos períodos de motor ocioso), pode-se observar que a redução na emissão de CO<sub>2</sub> é mais significativa, aproximando-se assim do veículo rodando na condição real das grandes cidades.

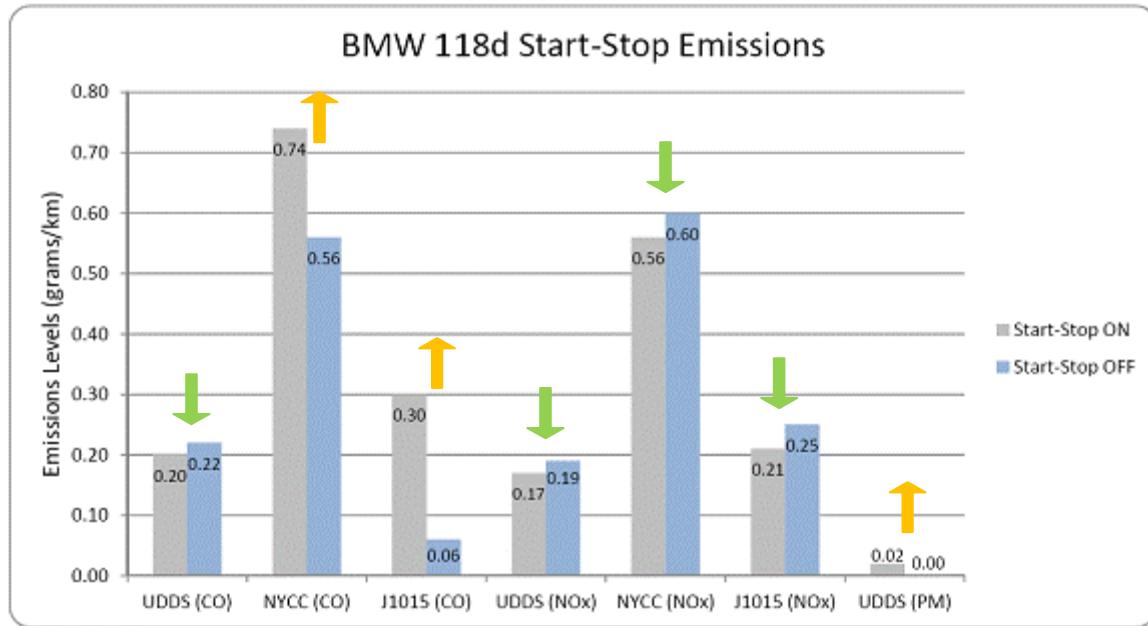
Figura 8 – Emissão de CO<sub>2</sub> com *Start Stop* ligado e desligado



FONTE: Transport Canada

Também foram verificados os níveis de emissão de CO, NOx e PM, como ilustrado na figura 9.

Figura 9 – Emissão de CO, NOx e PM com *Start Stop* ligado e desligado



FONTE: Transport Canada

A emissão de CO teve uma redução pequena no ciclo UDDS com sistema *Start Stop* ligado. Já nos resultados dos ciclos NYCC e *Japonese 10-15*, houve um aumento significativo quando o sistema *Start Stop* está ligado mas os valores ainda ficam abaixo dos limites regulamentados para o ciclo UDDS, por exemplo na EURO5 o valor é de 0,99 g/km. Este aumento ocorre devido a temperatura do conversor catalítico que se reduz abaixo da temperatura de trabalho quando o motor é desligado, reduzindo a eficiência do conversor catalítico a cada partida do motor.

Os 3 ciclos apresentaram redução na emissão de NOx com o *Start Stop* ligado.

Era esperada uma redução na emissão de PM com o *Start Stop* ligado porém houve um aumento, provavelmente devido à deficiência no processo de regeneração do filtro de material particulado. Novos testes serão necessários para esclarecer este ponto.

#### 5.4 CONCLUSÃO DOS TESTES

Os resultados dos testes realizados pelo Departamento de Transporte do governo Canadá demonstraram que a utilização do sistema *Start Stop* reduz o consumo de combustível entre 2,5% e 12,8% quando o veículo roda na cidade. No teste mais próximo da condição real de utilização do veículo a redução no consumo de combustível foi de 7,0%. O veículo rodando

em estrada não teve redução no consumo pois não há períodos de motor ocioso, conforme esperado.

Reduzindo o consumo de combustível teoricamente se reduz a emissão de poluentes, exceto por problemas de eficiência de conversão conforme comentado anteriormente. A emissão de CO<sub>2</sub> teve uma redução significativa quando o veículo roda na cidade e faz várias paradas. A BMW 118d com sistema *Start Stop* ligado emitiu 138 g/km de CO<sub>2</sub> no teste, o que significa 10% menos que a atual melhor performance da classe dos compactos.

## 6 SIMULADOR

A Johnson Controls desenvolveu um simulador onde é possível comparar a performance entre 3 tipos de veículos: veículo convencional, veículo com a tecnologia *Start Stop* e veículo híbrido. Este simulador traz resultados sobre a redução na emissão de poluentes, economia de combustível e retorno do investimento inicial no veículo.

Também é possível comparar os resultados utilizando 6 diferentes circuitos, como por exemplo um circuito onde o veículo apenas roda na cidade ou na estrada ou é utilizado para fazer entregas com diferentes rotas todos os dias entre outros. Também é possível simular nos Estados da América e na Europa.

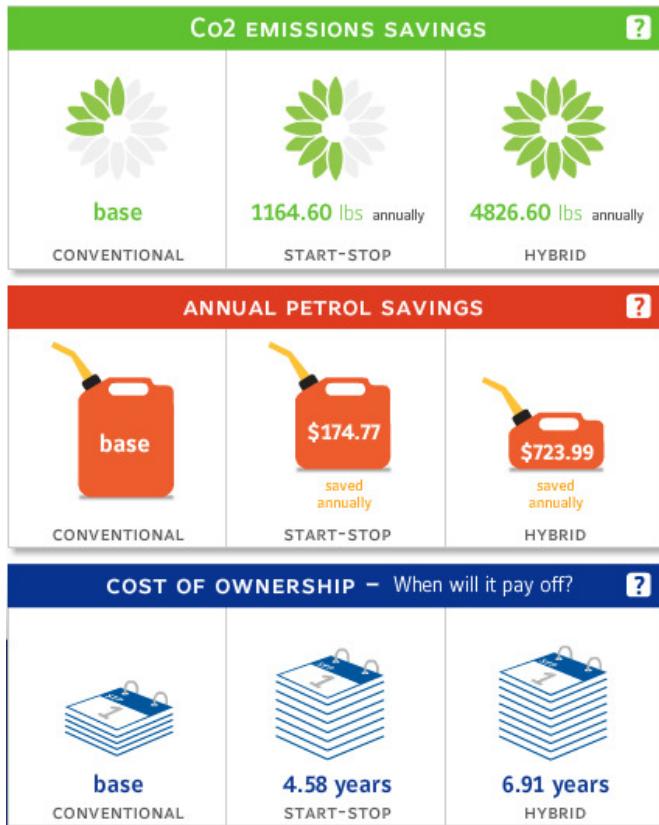
Os resultados das simulações foram calculados considerando 19.000 km rodados em 1 ano, o valor de USD 3,00 por galão para o combustível e o tempo de retorno do investimento inicial foi calculado pelo valor do veículo versus o total de economia que ele alcançou.

### 6.1 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO VEÍCULO NA CIDADE

Esta simulação foi feita em circuito totalmente urbano com 9,6 km nos Estados Unidos da América onde o veículo faz várias paradas em semáforos e cruzamentos.

Na figura 10 estão os resultados da simulação em que o veículo com *Start Stop* teve uma redução significativa na emissão de poluentes e no consumo de combustível. Redução esta mostrada através do montante em dinheiro economizado. Outro dado importante que a simulação mostra, é o tempo que o proprietário do veículo levará para recuperar o investimento inicial na compra do veículo com a tecnologia *Start Stop*.

Figura 10 – Resultados da simulação na cidade.



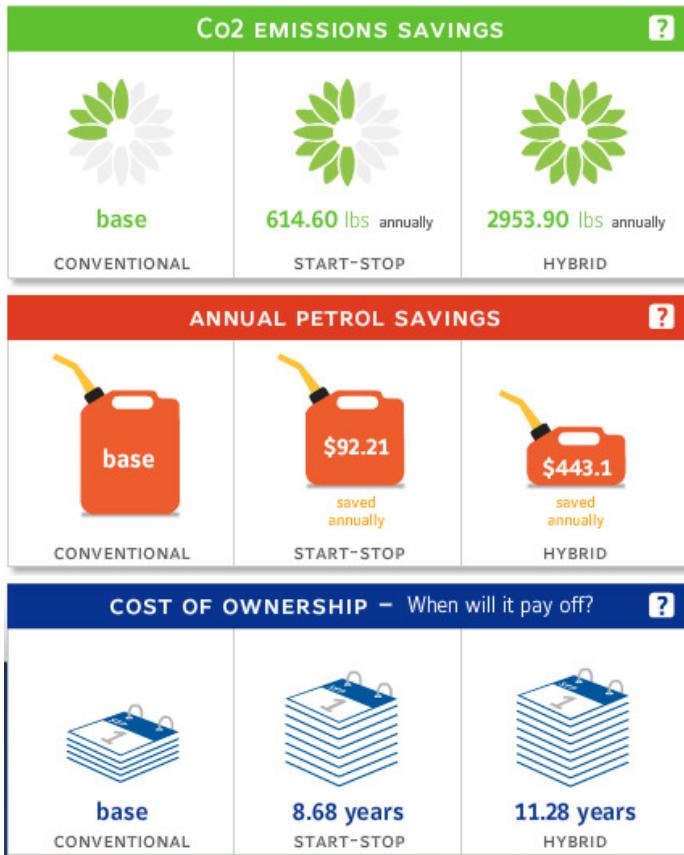
FONTE: Johnson Controls – Demo Drive

## 6.2 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO VEÍCULO NA CIDADE/ESTRADA

Esta simulação foi feita em circuito misto de estrada e cidade com 24,6 km nos Estados Unidos da América onde o veículo faz algumas paradas em semáforos, cruzamentos e poucos trechos de congestionamento, sendo a maior parte do percurso em estrada.

Na figura 11, estão os resultados da simulação na cidade/estrada onde o veículo com *Start Stop* também teve redução significativa na emissão de poluentes e no consumo de combustível porém com uma proporção menor do que no circuito em cidade devido ao fato do veículo ficar menos tempo parado. Como a redução no consumo é menor, o proprietário com este perfil de circuito terá o retorno do investimento em prazo mais longo.

Figura 11 – Resultados da simulação na cidade/estrada.



FONTE: Johnson Controls – Demo Drive

## 7 PESQUISA

O desenvolvimento e implementação de novas tecnologias gera custo para os fabricantes de veículos e consequentemente aumento o preço final do veículo, e quem pagará por isso é consumidor. Desta maneira, quando se fala em tecnologia alternativa de redução do consumo de combustível e emissão de poluentes é muito importante saber se o consumidor final está disposto a pagar um valor extra por um veículo com a nova tecnologia.

### 7.1 PESQUISAS EXISTENTES

Algumas empresas já realizaram pesquisas sobre o sistema *Start Stop* com o objetivo de entender a opinião dos consumidores de veículos.

A Johnson Controls, que fornece baterias AGM para compor o sistema *Start Stop*, fez uma pesquisa com consumidores de países Europeus em setembro de 2012 e obteve os seguintes resultados:

- Consumidores querem a eficiência de combustível mas sem que isso comprometa o desempenho do veículo;
- 91% dos proprietários de veículos com *Start Stop* provavelmente vão comprar um veículo desse tipo novamente;
- 78% dos proprietários compraram um veículo com *Start Stop* para economizar combustível;
- 97% dos consumidores dizem que eles estão prontos para a tecnologia *Start Stop*;
- 51% dos consumidores escolheria um veículo com *Start Stop* para economizar com combustível;
- Mais de 30% pagaria mais de US\$ 500,00 para ter a funcionalidade *Start Stop*.

A Ford, fabricante de veículos que introduziu o Fusion com *Start Stop* no mercado norte-americano, encomendou uma pesquisa para entender o que o consumidor pensa sobre economia de combustível. Seguem os resultados da pesquisa realizada pela empresa Penn Schoen Berlandalso:

- 82% dos norte-americanos estão dispostos a pagar mais por produtos verdes com o propósito de poupar dinheiro a longo prazo;
- 95% dos entrevistados concordam com a importância do consumo de combustível de veículos;
- 70% mudaram seus hábitos de condução para economizar combustível;
- 64% começaram a dirigir com menos frequência, 41% abrandaram a forma de dirigir e 10% estão desistindo de veículos maiores para economizar combustível;
- 32% fazem pesquisa para encontrar combustível mais barato;
- 24% compraram um novo veículo com nível maior de economia de combustível.

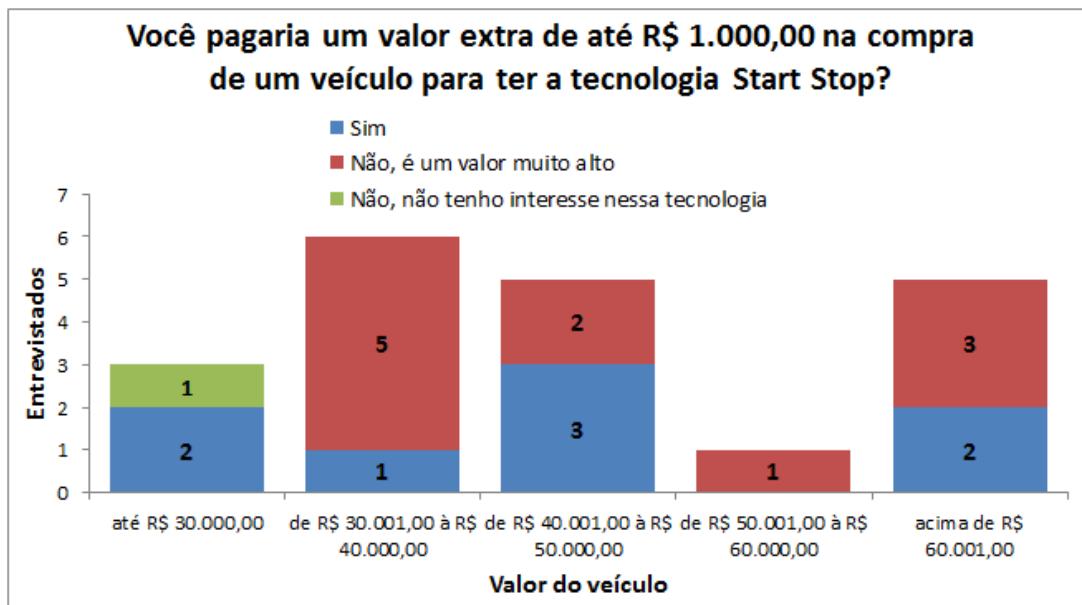
## 7.2 PESQUISA ELABORADA PARA ESTE TRABALHO

Com o objetivo de entender o que o consumidor de veículos pensa sobre economia de combustível e redução de poluentes, foi elaborada uma pesquisa onde alguns consumidores do estado de São Paulo responderam questões em um formulário (disponível no Apêndice A) obtendo-se os seguintes resultados:

- 100% acham importante reduzir a emissão de poluentes dos veículos;
- 100% tem interesse em reduzir o consumo de combustível de seu veículo;
- 90% conhecem a tecnologia *Start Stop*;
- 40% pagariam um valor extra de até R\$ 1.000,00 na compra de um veículo para ter a tecnologia *Start Stop*;
- 60% pagariam o valor extra de R\$ 1.000,00 se tivesse o retorno deste investimento em até 3 anos com a economia de combustível.

Analizando a pesquisa por faixa de preço do veículo, os consumidores com veículos avaliados entre R\$ 30.001,00 e R\$ 40.000,00 são os que mais tem interesse na tecnologia do *Start Stop* como pode-se observar no gráfico da figura 12.

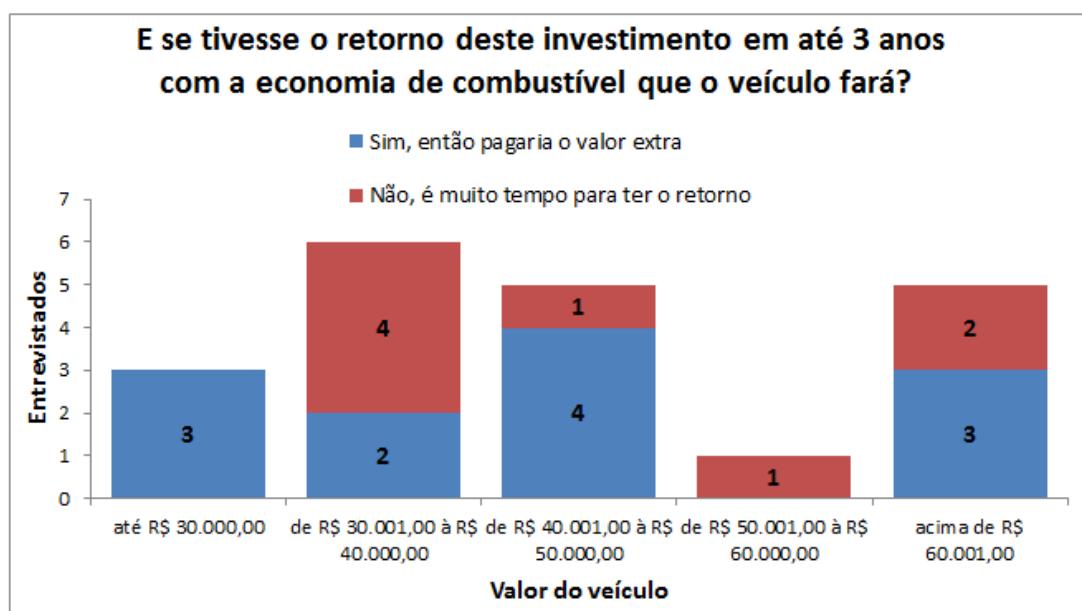
Figura 12 – Interesse na tecnologia do Start Stop.



FONTE: Pesquisa realizada pela Autora

Quando é apresentado que a tecnologia trará um retorno do investimento inicial, ocorreu um aumento do número de consumidores interessados na tecnologia, como demonstrado no gráfico da figura 13. Também pode-se observar que o retorno do investimento é mais atrativo para os consumidores dos veículos até R\$ 30.000,00.

Figura 13 – Interesse na tecnologia do Start Stop analisando o retorno do investimento.



FONTE: Pesquisa realizada pela Autora

## 8 CONCLUSÃO

Analizando todos os dados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que investir em uma tecnologia que reduza o consumo de combustível e a emissão de poluentes é extremamente importante e está se tornando cada comum.

A tecnologia do sistema *Start Stop* está se tornando muito atrativa para o mercado pelo grande número de benefícios que oferece, como os listados abaixo:

- Reduções significativas no consumo de combustível (de até 20% em veículos à diesel) e, como consequência, menor custo operacional ao proprietário do veículo;
- Reduções na emissão de poluentes (de até 17% em veículos à diesel) que são muito relevantes para o meio ambiente;
- Não necessita de adaptação do motorista pois o sistema é acionado automaticamente uma vez que o botão de acionamento estiver ligado;
- Proporciona uma diminuição da poluição sonora pois o motor é desligado quando o veículo está parado, por exemplo em semáforos;
- Sistema pode ser facilmente adaptado em um veículo convencional, o que facilita bastante os fabricantes no desenvolvimento do veículo e pode ajudar a reduzir o custo, viabilizando a venda de veículos com esta tecnologia, que hoje em dia ainda tem um valor considerado alto pelos consumidores;
- Facilita os fabricantes à atingir os parâmetros de emissão e consumo estabelecidos pelo governo e assim conseguir benefícios fiscais;

Com todos estes benefícios, esta tecnologia ainda não está totalmente aceita pelos consumidores pelo fato do valor de investimento inicial ser alto e também pelo pouco conhecimento detalhado da tecnologia. Mas, provavelmente, o consumidor irá se interessar mais pelo sistema *Start Stop* na medida que a houver uma maior disponibilidade de informação sobre o que é a tecnologia e seus benefícios.

Portanto, a curto prazo, o sistema *Start Stop* será uma tecnologia bem conhecida aqui no Brasil e muito provavelmente teremos muitos veículos circulando com este sistema.

## REFERÊNCIAS

**BOSCH. O Sistema Start/Stop.** Disponível em: <<http://rb-kwin.bosch.com.br/pt/powerconsumptionemissions/gasolinesystems/startstopfunction/startstopsystem.html>>. Acesso em: 13 fev 2013.

**BOSCH. Press Release - Bosch mostra a evolução do sistema Start Stop no 21º Congresso SAE – Outubro 2012.** 2p. Disponível em: <[http://www.bosch.com.br/Imprensa/Shared/Documents/Release\\_10212/Start%20Stop.doc](http://www.bosch.com.br/Imprensa/Shared/Documents/Release_10212/Start%20Stop.doc)>. Acesso em: 13 fev 2013.

**BOSCH. O novo sistema Start/Stop da Bosch reduz o consumo de combustível e as emissões de CO<sub>2</sub> com eficiência.** Disponível em: <[http://www.bosch.com.br/content/language1/html/734\\_5662.htm](http://www.bosch.com.br/content/language1/html/734_5662.htm)>. Acesso em: 13 fev 2013.

**CENTER FOR ADVANCED AUTOMOTIVE TECHNOLOGY. HEV Levels.** Disponível em: <[http://www.autocaat.org/Technologies/Hybrid\\_and\\_Battery\\_Electric\\_Vehicles/HEV\\_Levels/](http://www.autocaat.org/Technologies/Hybrid_and_Battery_Electric_Vehicles/HEV_Levels/)>. Acesso em: 13 fev 2013.

**CETESB. Emissões Veiculares no Estado de São Paulo - 2011.** Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/documentos/Relatorio\\_de\\_Emissoes\\_Veiculares\\_no\\_Estado\\_de\\_Sao\\_Paulo\\_2011.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/documentos/Relatorio_de_Emissoes_Veiculares_no_Estado_de_Sao_Paulo_2011.pdf)>. Acesso em: 27 mar 2013.

**EURECAR. Publicação - EureTechFlash – Edição 01 / Dezembro 2012.** Disponível em: <[http://www.eurecar.org/media/news/files/EureTechNews\\_Dez\\_2012\\_PT.pdf](http://www.eurecar.org/media/news/files/EureTechNews_Dez_2012_PT.pdf)>. Acesso em 13 fev 2013.

**FORD. Survey: Americans Go Slower, Choose Greener Goods.** Disponível em: <[http://media.ford.com/article\\_display.cfm?article\\_id=37085](http://media.ford.com/article_display.cfm?article_id=37085)>. Acesso em 18 mar 2013.

**JOHNSON CONTROLS. Demo Drive: Know your options.** Disponível em: <<http://www.mydemodrive.com/>>. Acesso em 18 mar 2013.

**JOHNSON CONTROLS. Start-stop technology fact sheet.** Disponível em: <[http://www.johnsoncontrols.com/content/us/en/products/power\\_solutions/power\\_solutions\\_presskit/fact-sheet/start-stop-technology.html](http://www.johnsoncontrols.com/content/us/en/products/power_solutions/power_solutions_presskit/fact-sheet/start-stop-technology.html)>. Acesso em 18 mar 2013.

**MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, Indústria e Comércio Exterior. Decreto estabelece as regras do Inovar-Auto, novo regime automotivo brasileiro.** Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/noticia.php?area=1&noticia=11857>>. Acesso em 15 fev 2013.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROCONVE: PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES.** 7 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/163/\\_arquivos/proconve\\_163.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/proconve_163.pdf)>. Acesso em 15 fev 2013.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO N° 415, DE 24 DE SETEMBRO DE 2009.** 7 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=615>>. Acesso em 15 fev 2013.

**OPEL. Catálogo Opel Corsa.** Disponível em:

<[https://www.opel.pt/bypass/download/pt/citadinos\\_Corsa\\_MY13.5.pdf](https://www.opel.pt/bypass/download/pt/citadinos_Corsa_MY13.5.pdf)>. Acesso em 25 mar 2013.

**SEAT. Sistema Start-Stop.pdf.** Disponível em:

<[http://www.seat.pt/content/medialib/seat/market\\_master/downloads/brochures/ecomotive/startstop-pt/\\_jcr\\_content/renditions/rendition.file/start-stop-20flyer-20pt.pdf](http://www.seat.pt/content/medialib/seat/market_master/downloads/brochures/ecomotive/startstop-pt/_jcr_content/renditions/rendition.file/start-stop-20flyer-20pt.pdf)>. Acesso em 13 fev 2013.

**TRANSPORT CANADA. Test Results - BMW 118d Diesel Start-Stop Technology.**

Disponível em: <<http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-techbmw118d-eng-2654.htm>>. Acesso em 13 fev 2013.

## APÊNDICE A – Formulário da pesquisa

### **PESQUISA SOBRE A TECNOLOGIA START STOP**

#### **1- Qual o valor do seu veículo?**

- a) até R\$ 30.000,00
- b) de R\$ 30.001,00 à R\$ 40.000,00
- c) de R\$ 40.001,00 à R\$ 50.000,00
- d) de R\$ 50.001,00 à R\$ 60.000,00
- e) acima de R\$ 60.001,00

#### **2- Você acha importante reduzir a emissão de poluentes?**

- a) Sim
- b) Não
- c) Não me importo

#### **3- Você tem interesse em reduzir o consumo de combustível do seu veículo?**

- a) Sim
- b) Não
- c) Não me importo

#### **4- Quantos quilômetros você roda em média em 1 mês?**

- a) Até 1.000 Km
- b) Entre 1.000 Km e 3.000Km
- c) Entre 3.000 Km e 5.000Km
- d) Acima de 5.000Km

#### **5- Você conhece a tecnologia *Start Stop*?**

- a) Sim
- b) Não
- c) Já ouvi falar mas não conheço

#### **6- Você pagaria um valor extra de até R\$ 1.000,00 na compra de um veículo para ter a tecnologia *Start Stop*?**

- a) Sim
- b) Não, é um valor muito alto
- c) Não, não tenho interesse nessa tecnologia

#### **7- E se tivesse o retorno deste investimento em até 3 anos com a economia de combustível que o veículo fará?**

- a) Sim, então pagaria o valor extra
- b) Não, é muito tempo para ter o retorno

## APÊNDICE B – Respostas da pesquisa

### PESQUISA SOBRE A TECNOLOGIA START STOP

Entrevistados 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

#### 1- Qual o valor do seu veículo?

- a) até R\$ 30.000,00
- b) de R\$ 30.001,00 à R\$ 40.000,00
- c) de R\$ 40.001,00 à R\$ 50.000,00
- d) de R\$ 50.001,00 à R\$ 60.000,00
- e) acima de R\$ 60.001,00

	X																X			X
					X	X		X			X	X		X						
				X			X						X				X	X		
			X																	
X	X								X	X							X			

#### 2- Você acha importante reduzir a emissão de poluentes?

- a) Sim
- b) Não
- c) Não me importo

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 3- Você tem interesse em reduzir o consumo de combustível do seu veículo?

- a) Sim
- b) Não
- c) Não me importo

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4- Quantos quilômetros você roda em média em 1 mês?

- a) Até 1.000 Km
- b) Entre 1.000 Km e 3.000Km
- c) Entre 3.000 Km e 5.000Km
- d) Acima de 5.000Km

X	X	X	X	X	X	X								X			X		X
														X	X	X			X
							X												

#### 5- Você conhece a tecnologia Start Stop?

- a) Sim
- b) Não
- c) Já ouvi falar mas não conheço

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
														X					X

#### 6- Você pagaria um valor extra de até R\$ 1.000,00 na compra de um veículo para ter a tecnologia Start Stop?

- a) Sim
- b) Não, é um valor muito alto
- c) Não, não tenho interesse nessa tecnologia

	X	X									X			X	X		X	X	X
X			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X		
																			X

#### 7- E se tivesse o retorno deste investimento em até 3 anos com a economia de combustível que o veículo fará?

- a) Sim, então pagaria o valor extra
- b) Não, é muito tempo para ter o retorno

X	X	X					X	X		X			X	X		X	X	X	X
			X	X	X	X			X			X	X			X			
				X	X	X	X					X	X				X		

## APÊNDICE C – Gráfico das respostas da pesquisa

