



Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC  
Curso de Especialização em Engenharia Automotiva

Enoch Dias Santos Junior

Utilização de Redes de Comunicação Automotiva  
na racionalização de chicotes elétricos automotivos

Salvador

2012

Enoch Dias Santos Junior

Utilização de Redes de Comunicação Automotiva  
na racionalização de chicotes elétricos automotivos

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização  
em Engenharia Automotiva apresentado à  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Orientador: Júlio Câmara

Salvador

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

S237u Santos Junior, Enoch Dias

Utilização de redes de comunicação automotiva na racionalização de chicotes elétricos automotivos / Enoch Dias Santos Junior. – Salvador, 2012.

80 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Chaves Câmara.

Monografia (Especialização em Engenharia Automotiva) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2012.

Inclui referências.

1. Eletrônica embarcada. 2. Redes de comunicação – Automotiva. 3. Chicotes elétricos. I. Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. II. Câmara, Júlio César Chaves. III. Título.

CDD: 629.2549

Aos meus filhos Dalila, Diovane e Cauã por serem os principais incentivadores das minhas conquistas e realizações.

## **AGRADECIMENTOS**

Para que este trabalho fosse terminado foi de fundamental importância o apoio e participação de diversas pessoas que contribuíram direta ou indiretamente nesta etapa da minha vida. A todas elas presto minha homenagem:

Primeiramente a DEUS, que sempre esteve ao meu lado ouvindo as minhas orações e me conduzindo ao melhor caminho.

Aos meus pais, Maria das Graças Santos e Enoch Dias Santos pelo orgulho e felicidade que sempre demonstraram na realização das minhas conquistas.

A minha avó Diva por ter me ensinado a ler, escrever, respeitar e amar ao próximo (Te amo muito!).

A minha esposa Elizangela Guilarducci, pela paciência e compreensão.

Ao SENAI DR BA unidade CIMATEC, em especial a Luciano Azevedo, que me apoiou e possibilitou finalizar esta especialização, dando todas as condições possíveis para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha tia Edzete, pelo apoio em vários momentos da minha vida.

A Professora Lilian Lefol, pelos ensinamentos e sábios conselhos.

Ao Coordenador Luciano Pisanu, pela paciência e sugestões.

Aos demais professores do curso de Especialização em Engenharia Automotiva.

Ao meu amigo e orientador, Prof. Júlio Câmara, que me direcionou de maneira bastante franca e paciente para que este trabalho se tornasse interessante, apesar das dificuldades encontradas. Seus ensinamentos e principalmente seu apoio me guiaram para uma formação profissional e também pessoal mais completa.

A Prefeitura Municipal de Camaçari, pelos incentivos concedidos na realização da minha Especialização.

Aos meus irmãos, Ana Elizabeth, Eliane (in memórian), Elizangela, Elaine, Emerson, Isadora e Everson pela confiança e credibilidade.

Aos meus amigos! Leila Tavares, Grazielle, Marcio, Caio Marcel, Marcio, Edita, Gideão Fiscina, Gabriel Santana, Alessandra Leite. Débora Pessoa Marcio Paixão, Ricardo Cruz, Alberto, Ubaldo, Maria Augusta, Robson, Luciana Jacob, Patrícia França, Nadjane, Jorge Cordeiro, Alessandra Leite, Antonio Mendonça, Lucila Roza, Jonatas, Sérgio Nóia, Diego Gomes, Luara, Josemar e Valtércio Passos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Sistemas automotivos.....	18
Figura 02 Relação entre informações e funções.....	20
Figura 03 Componentes básicos de um sistema eletroeletrônico.....	24
Figura 04 Analogia do motorista no transito e o sistema eletroeletrônico.....	25
Figura 05 Simulação de um sistema eletroeletrônico de um ar condicionado.....	26
Figura 06 Circuito Elétrico.....	27
Figura 07 Diagrama elétrico de um alarme automotivo.....	27
Figura 08 Algumas famílias de chicotes.....	28
Figura 09 Exemplos de chicotes elétricos.....	29
Figura 10 Exemplo de chicote elétrico na tampa traseira.....	29
Figura 11 Distribuição de chicotes elétricos pela carroceria de um veículo.....	30
Figura 12 Carro com 100% fiação em alumínio.....	31
Figura 13 Conectores Elétricos Automotivos.....	33
Figura 14 Os quatro elementos básicos da comunicação.....	34
Figura 15 Rede de computadores.....	36
Figura 16 Topologia de Rede de computadores.....	37
Figura 17 Arquitetura em blocos de um PC.....	39
Figura 18 Arquitetura em bloco de um módulo de controle eletrônico do motor....	39
Figura 19 Sistema automotivo controlado por funções eletrônicas moderna.....	40
Figura 20 Diagrama elétrico de uma rede de comunicação automotiva.....	41
Figura 21 Diagrama elétrico de uma rede de comunicação automotiva.....	42
Figura 22 Arquitetura eletrônica centralizada.....	43
Figura 23 Exemplo de aplicação de arquitetura centralizada.....	44
Figura 24 Arquitetura distribuída.....	46
Figura 25 Exemplo de aplicação de arquitetura distribuída.....	47
Figura 26 Principais tecnologias de redes automotivas.....	50
Figura 27 Arquitetura de rede automotiva Classe A.....	51
Figura 28 Arquitetura de rede Classe B.....	51
Figura 29 Arquitetura de rede Classe C.....	52
Figura 30 Sistema de Entretenimento em um automóvel.....	53
Figura 31 Tecnologias LCVM/DA emitido pelo IBAMA a uma montadora.....	62

Figura 32 Diagrama elétrico de uma rede de comunicação automotiva.....	64
Figura 33 Especialista usando equipamento de diagnóstico.....	65
Figura 34 Configuração centralizada.....	67
Figura 35 Configuração distribuída .....	68
Figura 36 Configuração geral dos chicotes elétricos de um veículo.....	79
Figura 37 Pesagem do Sensor de temp para ativação do eletro ventilador.....	80
Figura 38 Pesagem do conector do sensor de temperatura do motor.....	80
Figura 39 Pesagem do sensor de temperatura do motor .....	80
Figura 40 Pesagem do chicote do motor.....	80



## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> Evolução dos sistemas eletroeletrônicos.....	21
<b>Tabela 02</b> Legenda da figura 08.....	47
<b>Tabela 03</b> Características do cobre e do alumínio.....	32
<b>Tabela 04</b> Classificação das pesquisas científica.....	54
<b>Tabela 05</b> Perfil dos profissionais entrevistados.....	56
<b>Tabela 06</b> limite de emissões de veículos leves.....	60
<b>Tabela 07</b> Comparação entre as arquiteturas centralizada e distribuída.....	69
<b>Tabela 08</b> Comparação prática entre as arquiteturas centralizada e distribuída..	70
<b>Tabela 09</b> Comp. prática entre as arquite. centr. \distr enfoque sen. de temp.....	80

## LISTA DE SIGLAS

4WABS	Módulo do freio ABS – 4 Wheel ABS
ABS	Sistema antitravamento das rodas
AIR BAG	Bolsa de Ar (sistema passivo de segurança veicular)
BCM	Módulo de controle da carroceria – Bodycontrol module
CETESB	Companhia de Saneamento e Tecnologia
CO2	Dióxido de carbono
DA	Declaração de atendimento
DLC	Conector de transferência de dados
ECM	Módulo de controle do motor
ECU/UCE	Unidade controle eletrônico
GNV	Gás natural veicular
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
ICL/IPC	Painel de instrumentos – Instrument Cluster
LAN	Rede local – Local Area Network
LCVM	Licença para uso da configuração do veículo ou motor
LIN	Local Interconnect Network
PACKAGE	Pacote
PCM	Módulo de controle do motor e transmissão - Powertrain Control Module
SAE	Sociedade dos Engenheiros Automotivos
ABAL	Associação Brasileira de Alumínio
SJB	Central elétrica inteligente – Smart Junction Box
TSF	Treinamento de Serviço Ford
WAN	Rede extensa - Wide Area Network

## RESUMO

Este trabalho aborda como redes de comunicação automotiva, contribuem na racionalização dos chicotes elétricos automotivos, explanando principalmente a implementação das redes de comunicação, através da eletrônica embarca. Neste sentido, foram levantados fatores importantes que contribuem no fomento para racionalização de chicotes elétricos automotivos, assim como alguns benefícios que esta racionalização traz para indústria automotiva como redução da massa do veículo, redução da poluição, redução de chicotes elétricos entre outros.

Para tanto, o presente trabalho seguiu uma metodologia utilizando a pesquisa classificada quanto à finalidade explicativa, a qual teve como objetivo esclarecer quais os fatores que contribuem para a ocorrência de um determinado fenômeno e através de entrevistas semi - estruturada com engenheiros da área de desenvolvimento de produto automotivo. E quanto aos meios classificada como pesquisa bibliográfica por ter utilizado o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado.

Palavras-Chave: Eletrônica Embarcada, Redes de comunicação automotiva e Chicotes elétricos

## **ABSTRACT**

This paper discusses how automotive communication networks, contribute to the rationalization of automotive wiring harnesses, explaining mainly the implementation of communications networks, through the electronic boards. In this sense, were raised important factors that contribute to promoting the rationalization of automotive wiring harnesses, as well as some benefits that this brings to the automotive industry rationalization and reduction of vehicle mass, reduced pollution, reduced wiring harnesses and more.

Thus, the present work followed a methodology using the classified research about the explanatory purpose, which aimed to clarify the factors that contribute to the occurrence of a particular phenomenon and through semi - structured interviews with engineers in developing automotive product. And as for the media classified as literature search for using the systematic study designed based on published material.

Keywords: Embedded Electronics, Communication Networks and Automotive Electrical Harnesses

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>15</b>
<b>2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Sistemas Automotivos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Chicotes Elétricos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Comunicação .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4 Redes de computador .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5 Redes de Comunicação Automotiva.....</b>	<b>37</b>
<b>3.0 METODOLOGIA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.1. Levantamento de dados que influenciam na racionalização de chicotes elétricos.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2. Identificação e Análise dos fatores que influenciam na racionalização de chicotes elétricos quando se utiliza sistemas de rede de comunicação automotiva.....</b>	<b>57</b>
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1. Entrevista com profissionais.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2 Fatores importantes que contribuem no fomento para racionalização de chicotes elétricos automotivos. ....</b>	<b>58</b>
<b>4.3 Como as redes de comunicação automotiva contribuem para a racionalização de chicotes elétricos automotivos.....</b>	<b>66</b>
<b>5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>79</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo moderno vem passando de maneira bastante rápida por modificações políticas, econômicas e sociais, impulsionando as organizações a desenvolverem estratégias competitivas para se manterem ativas no mercado.

A indústria automotiva está sempre pressionada pelas forças competitivas que determinam a rentabilidade e a sustentabilidade do negócio no mercado.

No mundo globalizado onde o seu concorrente pode estar próximo ou até mesmo em outro país, se torna cada vez mais difícil manter essa competitividade. As organizações procuram de todas as formas reduzir custos, como por exemplo, a redução através de:

- Aquisição de matéria prima mais barata (que não venha a impactar na qualidade do seu produto).
- Compra de equipamentos e máquinas que aumentem sua produtividade.
- Criando procedimentos e técnicas para padronizar seus processos com a finalidade de aumentar sua produtividade, reduzir os seus custos e conseqüentemente manter-se competitiva.

Mas a competitividade não se mantém apenas com a padronização de processos, com a aquisição de insumos com baixo custo através de parcerias com fornecedores ou com aquisição de equipamentos. Apesar de esses itens serem muito importantes para o sucesso de uma fábrica, não são os únicos fatores importantes de sucesso na organização. Como forma de fidelização dos clientes, a indústria automotiva busca inovação nos produtos e processos. Um item que merece destaque são os sistemas eletroeletrônicos automotivos.

Com o avanço da eletrônica nas áreas de telecomunicações, informática e microeletrônica, a indústria automotiva não está sendo imparcial a esta evolução, pois os dispositivos dos veículos estão utilizando cada vez mais o avanço destas tecnologias no desenvolvimento de seus produtos. Sendo assim, a arquitetura eletroeletrônica, é um dos sistemas do veículo que terá maior oportunidade de crescimento. Isso se dá pelo fato do sistema reunir subsistemas que utilizam sensores, atuadores, centrais de computadores (módulos) e vários componentes elétricos e eletrônicos.

Outro fator que impulsionou a indústria automotiva a investir em tecnologias, foi à pressão imposta pela competitividade global. A indústria nacional que se restringia apenas ao mercado interno teve que se modernizar para atender a nova demanda decorrente da abertura do comércio exterior na década de 90. As redes de comunicação automotiva vêm sendo utilizadas em grande escala pela indústria automotiva, pelos grandes benefícios que vem oferecendo, entre os quais a racionalização de chicotes elétricos e como consequência, redução do peso do veículo, redução de custo, redução de emissões de poluentes, melhor autonomia do automóvel entre outros.

Este trabalho tem como foco a utilização de redes de comunicação automotiva na racionalização de chicotes elétricos, verificando os seus benefícios com essa racionalização.

O trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos visando facilitar a apresentação das informações encontradas. No primeiro capítulo se encontra a introdução onde será um breve relato sobre o trabalho, o objetivo e a justificativa. No segundo trata-se do aporte teórico, utilizado para discussão do tema em estudo, trazendo uma abordagem sobre eletrônica embarcada com ênfase em redes de comunicação automotiva e chicotes elétricos. No terceiro, abordaremos a forma como o trabalho foi desenvolvido e como as informações foram coletadas (questões abertas que serviram de guia para as entrevistas com especialistas). O quarto se refere à análise dos dados coletados através das entrevistas e questionários aplicados. O quinto e último trata-se da conclusão (considerações finais) baseado nas análises das informações coletadas e , assim como sugestões de melhoria.

## **1.1 Objetivo**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar os benefícios que as redes de comunicação automotiva oferecem aos veículos automotores ao que se refere à racionalização de chicotes elétricos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma entrevista com profissionais / especialistas da área de desenvolvimento de produtos automotivos sobre a utilização de redes de comunicação automotiva na racionalização de chicotes elétricos;
- Identificar e Analisar os fatores que influenciam na racionalização de chicotes elétricos;

## **1.2 Justificativa**

Este trabalho visa apresentar a importância da inserção da eletrônica embarcada na área automotiva tendo como foco principal, a racionalização de chicotes elétricos no veículo através da utilização das redes de comunicação automotiva. São explanados também, outros benefícios como, por exemplo, a otimização do tempo da produção do automóvel e conseqüentemente redução de custo, que impacta positivamente na estratégia competitiva da organização.



## 2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sistemas Automotivos

O veículo automotivo é formado por sistemas, mas antes de falarmos sobre o tema vejamos algumas definições de sistema:

Segundo Tonsig, Sergio "Um sistema (do grego *sietemiun*), é um conjunto de elementos interconectados, de modo a formar um todo organizado. É uma definição que acontece em várias disciplinas, como biologia, medicina, informática, administração. Vindo do grego o termo "sistema" significa "combinar", "ajustar", "formar um conjunto" (2003).

Na mesma linha de pensamento o Aurélio<sup>1</sup> afirma que sistema é um "Conjunto de elementos, materiais ou ideais, entre os quais se possam encontrar ou definir alguma relação. Disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si, e que funcionam como estrutura organizada" (2004).

Um veículo, por sua vez, é formado por vários sistemas, que unidos formam um todo (automóvel), sendo denominados sistemas automotivos. Os principais sistemas automotivos são:

- Sistema Motor – O motor é a fonte de energia do automóvel. Transforma a energia calorífica em energia mecânica através da combustão do combustível
- Sistema de Suspensão - O sistema de suspensão é o conjunto de componentes mecânicos que se articulam e permitem a conexão entre as rodas do veículo e a carroceria, permitindo os movimentos elásticos das articulações. Proporciona conforto aos ocupantes e segurança e estabilidade de direção ao veículo.
- Sistema de Direção - É um conjunto de órgãos mecânicos, que se articulam entre si e com as rodas dianteiras, permitindo ao automóvel descrever a trajetória que seu motorista deseja.

---

<sup>1</sup> Novo Dicionário Eletrônico Aurélio Versão 5.0

- Sistema de Freios - É um conjunto de componentes que tem a finalidade de desacelerar as rodas de um veículo em movimento, transformando a energia cinética (movimento) em energia térmica (calor) a energia elétrica no caso de freios regenerativos. Fazendo com que o veículo diminua a velocidade, pare ou permaneça parado.
- Sistema de Transmissão – Sua principal função é transmitir, interromper e multiplicar a força do motor direcionando para as rodas motrizes (rodas que movimentaram o veículo).
- Carroceria – Sistema responsável por toda estrutura física do veículo, normalmente feita de chapas de aço, conformadas mecânicamente e unidas geralmente por solda ou rebites dando forma ao veículo.
- Sistema Elétrico / Eletroeletrônico - Sistemas responsáveis por controlar toda parte elétrica e eletrônica veicular. Temos como exemplo o farol, lanterna, limpador de para-brisa, bateria, alternador, motor de partida, travas e vidros elétricos, air bag, freio ABS, computador de bordo, painel de instrumentos e controle eletrônico do motor (injeção eletrônica).

A figura 01 representa os principais sistemas automotivos.

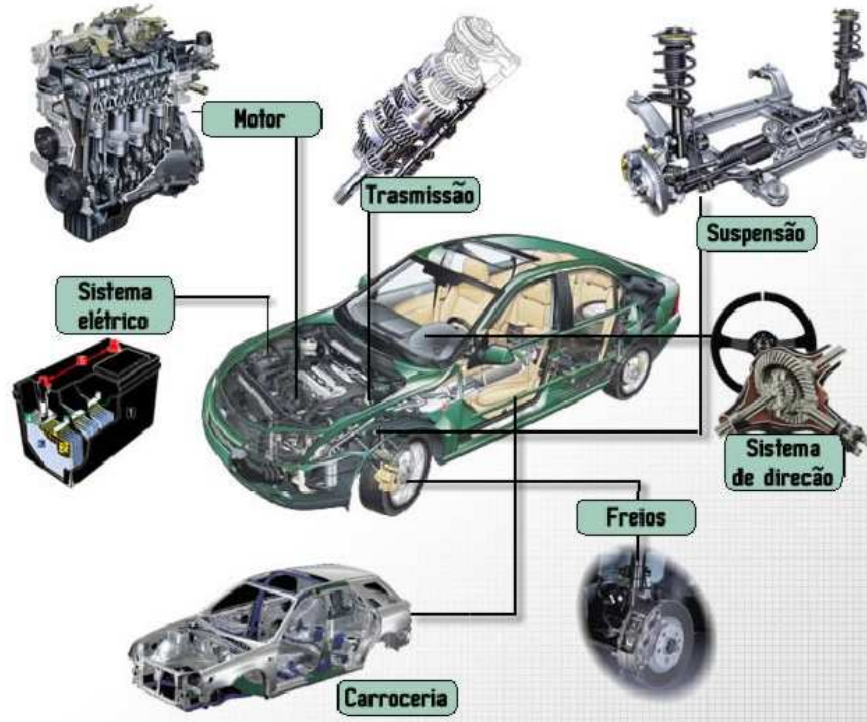


Figura 01 - Sistemas automotivos

Fonte: E-books<sup>2</sup>

O sistema eletroeletrônico vem sendo amplamente inserido cada vez mais nos veículos automotores, devido a diversos fatores que serão explanados nos capítulos seguintes. A essa inserção dos sistemas eletroeletrônicos nos automóveis deu-se o nome de eletrônica embarcada automotiva, que é o sistema que será mais detalhado neste trabalho.

---

<sup>2</sup> E-books – A Bíblia do automóvel. Disponível na URL <http://e-livraria.blogspot.com/2011/01/biblia-do-automovel.html> . Acesso dia 22de Fev de 2012.

### 2.1.1 Eletrônica Embarcada Automotiva

Eletrônica embarcada representa a utilização da eletrônica em uma determinada aplicação móvel utilizada como, por exemplo, na indústria naval, aeronáutica, automotiva etc.

Segundo Guimarães (2011), eletrônica embarcada representa todo e qualquer sistema eletroeletrônico montado em uma aplicação móvel. Esse tema vem sendo explorado em todo mundo. Grupos de pesquisa, normalmente direcionam suas energias em uma aplicação específica, destacando as áreas aeroespacial, agrícola, naval e automotiva (nosso foco de estudo).

Seguindo a mesma linha de pensamento Santos afirma que:

“Um sistema embarcado é um sistema microprocessado no qual o computador é completamente encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla. Diferente de computadores de propósito geral, como o computador pessoal, um sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas bem definidas, geralmente com requisitos específicos. Já que o sistema é dedicado a tarefas específicas, através de engenharia pode-se otimizar o projeto reduzindo o tamanho, recursos computacionais e custo do produto. (2010, p.21).

Não é de agora que a indústria automotiva tem utilizado cada vez com mais frequência o uso de sistemas eletroeletrônicos nas funções existentes nos automóveis de maneira geral.

Segmentando a eletrônica embarcada para indústria automotiva Guimarães informa que:

Observamos nos veículos atualmente comercializados, que boa parte destes sistemas de controle foi desenvolvida de forma independente, no sentido que cada um é responsável por um determinado tipo de função no veículo.

Em contra-partida, o real domínio sobre os diversos dados eletrônicos disponíveis em um automóvel é mais facilmente conseguido através da utilização de sistemas eletroeletrônicos interligados, cada qual responsável por uma parte do veículo, mas compartilhando informações entre si. Sistemas desenvolvidos dentro deste contexto têm sido disponibilizados pelos mais variados fornecedores de componentes automotivos e empresas montadoras de veículos, dando a impressão ao motorista e passageiro de que o controle do automóvel é totalmente integrado, muitas vezes deixando a sensação de existência de uma única unidade de controle inteligente – uma espécie de cérebro no automóvel. (2007, p.199)

A figura 02 mostra a relação entre algumas informações disponíveis em um automóvel.

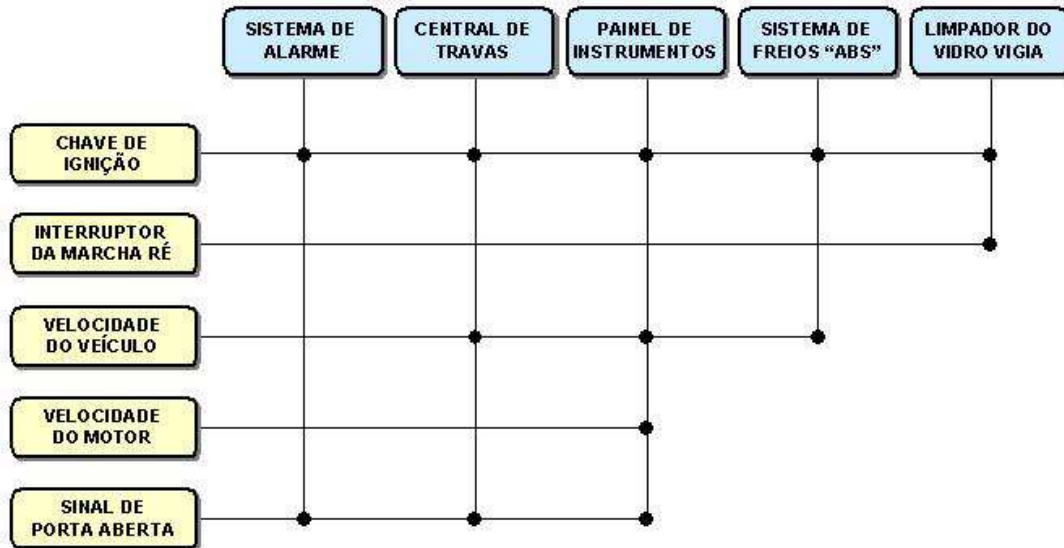


Figura 02 – Relação entre informações e funções.






Fonte: (GUIMARÃES, 2007)

### 2.1.1.1 Evolução dos sistemas eletroeletrônicos automotivos

O avanço da eletrônica embarcada cresce de forma exponencial. Junto a esse crescimento, aumenta-se o desafio da indústria automotiva, em administrar a complexidade desse crescimento, que traz em paralelo o aumento do número de centrais eletrônicas (módulos, ECU'S), sensores e atuadores. Outra preocupação é a compatibilidade magnética<sup>3</sup> que passou a ser crítica com aumento de módulos.

A tabela 01 retrata bem a evolução dos sistemas eletroeletrônicos.

<sup>3</sup> Compatibilidade magnética: Capacidade que um componente ou sistema tem de funcionar em um ambiente qualquer sem que sofra ou provoque perturbações eletromagnéticas nesse mesmo ambiente.

DÉCADA	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sistema eletrônico mais complexo era o Rádio que equipava alguns modelos;</li> <li>• Sistema de ignição utilizava o platinado;</li> <li>• Regulador de tensão do dínamo / alternador era eletro mecânico</li> </ul>	 <p>Fusca</p>
80	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sistema de ignição eletrônica, que eliminou o platinado, passa a ser equipamento comum;</li> <li>• Lei de reserva de informática é aprovada em 1984;</li> <li>• Surge o computador de bordo e o alarme antifurto;</li> <li>• Em 1989 surgem no Brasil os primeiros veículos equipados com Injeção eletrônica.</li> </ul>	 <p>MONZA</p>
90	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Houve a abertura das importações no governo Fernando Collor;</li> <li>• Fim da reserva de informática;</li> <li>• Aos poucos, as totalidades dos automóveis recebem injeção eletrônica</li> <li>• Surgem os computadores de bordo.</li> <li>• Surge o check control</li> </ul>	 <p>ESCORT</p>
Século 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de veículos híbridos e elétricos;</li> <li>• Surgimento de diversos novos acessórios e itens de conveniência: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Som com MP3 e conexão USB;</li> <li>- Sistema de navegação via satélite;</li> <li>- Alarme e rastreador por satélite;</li> <li>- Sensor de chuva e estacionamento.</li> </ul> </li> <li>• Dispositivos de segurança Ativo e passivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos anti congelamento;</li> <li>- Freios <i>by wire</i> – acionamento elétrico;</li> <li>- Direção elétrica;</li> <li>- Pré tensionadores de cinto de segurança pirotécnicos;</li> <li>- Bolsas infláveis.</li> </ul> </li> <li>• Novos dispositivos de conforto e conveniência: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aquecimento e ar condicionado;</li> <li>- Motores elétricos para bancos, vidros, retrovisores, cortinas, encosto de cabeça traseiros e coluna de direção;</li> </ul> </li> </ul>	 <p>Eco Sport</p>  <p>GPS</p>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de som;</li> <li>- Computadores de bordo e sistemas de navegação;</li> <li>• Dentre outros.</li>   <li>• Componentes mecânicos passaram a ter acionamento elétrico</li> <li>- Freio de estacionamento com acionamento elétrico;</li> <li>• Direção com assistência elétrica.</li> </ul>	 <p>Direção elétrica</p>
--	---	---

Tabela 01 - Evolução dos sistemas eletroeletrônicos

Fonte: SENAI CIMATEC<sup>4</sup>

### 2.1.1.2 Principais componentes dos sistemas eletroeletrônicos automotivos

Os sistemas eletroeletrônicos são utilizados em vários sistemas do veículo; e tudo indica que seu uso continuará a expandir-se

Afirma a equipe TSF<sup>5</sup> (2004) que os sistemas eletroeletrônicos, se referem aos sistemas que, utilizam componentes eletrônicos tais como sensores, atuadores e módulos para operar e controlar as funções de um sistema.

Os veículos atuais possuem vários sistemas controlados e operados eletronicamente sendo que esse tipo de aplicação cresce a cada novo lançamento.

O sistema eletroeletrônico possibilita o projeto e a fabricação de veículos que apresentam:

- Economia de combustível;
- Emissões de poluentes mais baixas;
- Desempenho do trem de força;
- Sistema de direção e suspensão melhorados;
- Condução e sistemas de informações dos veículos mais precisos;
- Dispositivos de segurança melhorados;
- Aumento no conforto do motorista.

<sup>4</sup> Tabela obtida através do material didático disponibilizado pelo professor e engenheiro automotivo, Júlio Câmara no Curso de Especialização em Engenharia Automotiva realizado na FACULDADE SENAI CIMATEC localizada em Salvador na Bahia. No ano de 2010.

<sup>5</sup> Equipe TSF se refere a equipe de Treinamento e Serviço Ford que elaborou a apostila Conceito e Funcionamento de Sistema Eletrônicos revisado em Março de 2004.

Abaixo segue uma relação de vários sistemas eletroeletrônicos encontrados nos veículos:

Sistema de segurança – passivo e ativo;

Centros eletrônicos de mensagens;

Instrumentação eletrônica;

Controle de velocidade;

Freios antitravamento ABS;

Trem de força – motor e transmissão;

Sistema de controle remoto sem chave e de entrada iluminada;

Sistemas de comunicação e entretenimento;

Sistema de controle climático de aquecimento de aquecimento e de ar condicionado;

Sistemas de suspensão a ar com controle eletrônico

Sistemas de direção elétrica

Sistemas de antifurto

Muitos destes sistemas funcionam interligados através de redes de comunicação automotiva que será abordado no Item 2.5.

Todos os sistemas eletroeletrônicos funcionam similarmente da seguinte forma:

1. Recebem as informações do funcionamento (estado) do sistema e da operação através dos sinais de **entrada**. As entradas correspondem aos sinais elétricos, fornecidos a um módulo eletrônico de um sistema. Componentes, denominados sensores que captam as informações a serem monitoradas e as transformam em sinais elétricos, enviando para o módulo através das suas entradas.
2. **Processam** as informações de entrada através do módulo de controle (ECU). O processamento é uma função do módulo, onde as informações de entrada (sinais) são analisadas e posteriormente ações através das saídas, são executadas de acordo com o software desenvolvido pelo fabricante do sistema e que equipa a memória permanente do módulo.



3. Produzem **saídas** que atuam direta ou indiretamente no sistema. Saídas são ordens emitidas pelo módulo eletrônico, para controlar dispositivos/componentes de controle. As saídas são ligadas a dispositivos chamados de atuadores.

A figura 03 mostra os componentes básicos de um sistema eletroeletrônico.

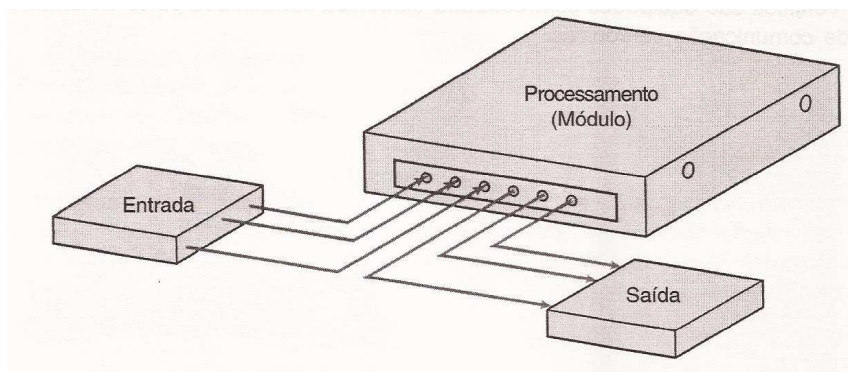


Figura 03 – Componentes básicos de um sistema eletroeletrônico

Fonte: TSF FORD

Fazendo uma analogia, será explicado agora como funciona basicamente o processo de um sistema eletroeletrônico. Utilizaremos como exemplo, um motorista dirigindo no trânsito

Quando estiver dirigindo, o motorista processa continuamente as informações de entrada. Essas informações incluem o que o motorista:

- Vê: Sinais de trânsito, pessoas (pedestres), outros veículos.
- Ouve: Buzinas e sirenes.
- Sente: Solavancos/condições das estradas como irregularidades.

O motorista reage a essas entradas de várias formas. A suas reações se comparam com as saídas gerenciadas por um módulo no sistema eletrônico. Exemplificando, quando o motorista vê um sinal vermelho em um semáforo no trânsito, é como se

fosse um sinal de entrada, o seu cérebro processa essa informação. Para reagir (saída) o motorista aplica o freio.

As funções de processamento nos sistemas eletrônicos são similares às maneiras que o nosso cérebro processa as informações. O computador do sistema (módulo ou UCE) recebe as informações através dos sensores (variedades de entradas). As informações são processadas e o módulo ou UCE, reage àquelas informações de acordo com a sua programação. A figura 04 representa a analogia do motorista no trânsito e o sistema eletroeletrônico.

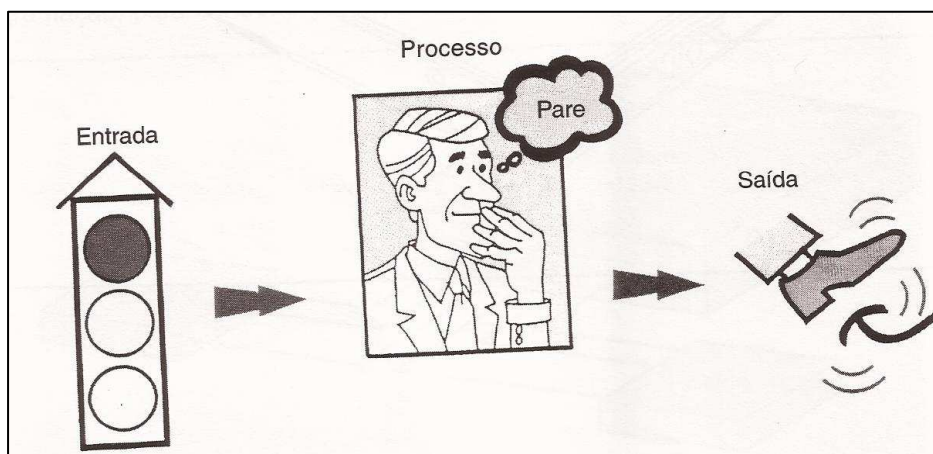


Figura 04 – Analogia do motorista no trânsito e o sistema eletroeletrônico.

Fonte: FORD

Continuando a analogia, a equipe TSF (2005), retrata um sistema eletrônico de controle climático, onde o módulo recebe informações do sensor de temperatura interno no habitáculo do veículo, assim como também a informação da temperatura selecionada pelo motorista. Recebendo essas informações, o módulo gerencia através das saídas os atuadores, controlando a temperatura conforme desejado pelo(s) ocupantes do veículo. Para ilustrar como este processo funciona, digamos que o motorista tenha regulado a temperatura para 18°C e que naquele instante, a temperatura interna seja de 24°C. O módulo recebe a informação solicitada pelo motorista no painel de controle do ar condicionado e a compara com a temperatura real, enviada pelo sensor de temperatura. Como a temperatura está mais alta do que a solicitada, o módulo reage ajustando a velocidade do ventilador acionando a

posição da porta da mistura até que o veículo alcance a temperatura desejada. A figura 05 mostra essa simulação.

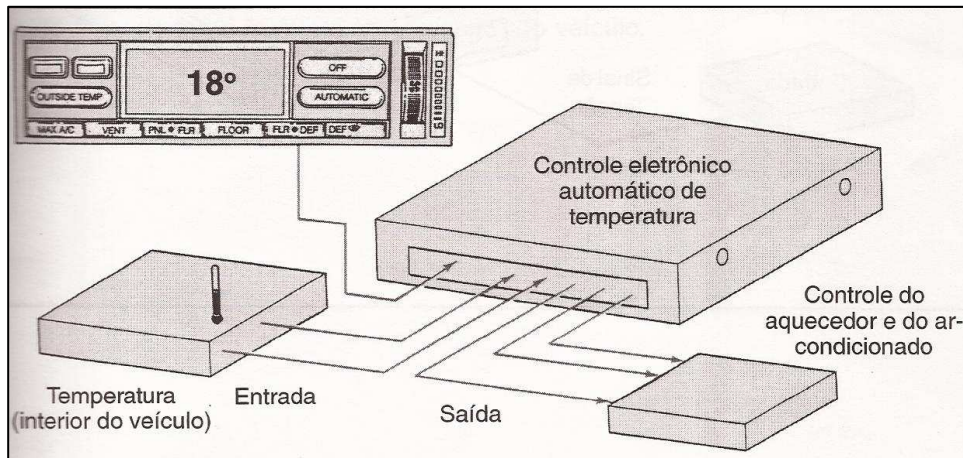


Figura 05 – Simulação de um sistema eletroeletrônico de um ar condicionado.

Fonte: FORD

Assim como o sistema eletrônico do ar condicionado funciona, outros sistemas funcionam de maneira similar, sendo que cada um com sua especificidade. Temos como exemplo o sistema de bolsas infláveis (AIR BAG<sup>6</sup>) e freios antitravamento das rodas (ABS<sup>7</sup>). As ligações entre o módulo, sensores, atuadores, comunicação entre módulos (redes), assim como todos os componentes elétricos (lâmpadas, limpadores de pára-brisa, vidros elétricos e outros), é feita através de chicotes elétricos, assunto abordado no próximo item.

## 2.2 Chicotes Elétricos

Chicotes elétricos, que também são conhecidos como fiação elétrica se referem aos cabos que fazem a ligação dos circuitos elétricos.

Um circuito elétrico é formado por três elementos principais:

- Fonte: Fornecedor da energia elétrica (bateria).

<sup>6</sup> Air BAG (bolsa de ar)- Sistema eletroeletrônico que possui a função de inflar uma ou várias bolsas de ar dentro do habitáculo do veículo, com a função de proteger a face e o tórax dos ocupantes, caso aja uma colisão intensa.

<sup>7</sup> ABS-*Anti-lock Braking System* - Sistema anti - travamento das rodas. Impede que as rodas dos veículos travem em uma freada de emergência, permitindo ao motorista a condutibilidade (controle) do veículo.

- Condutor elétrico: chicote elétrico ou fiação elétrica responsável em conduzir a eletricidade para o consumidor.
- Consumidor: Carga que irá consumir a energia elétrica (lâmpada).

A figura 06 representa um circuito elétrico.

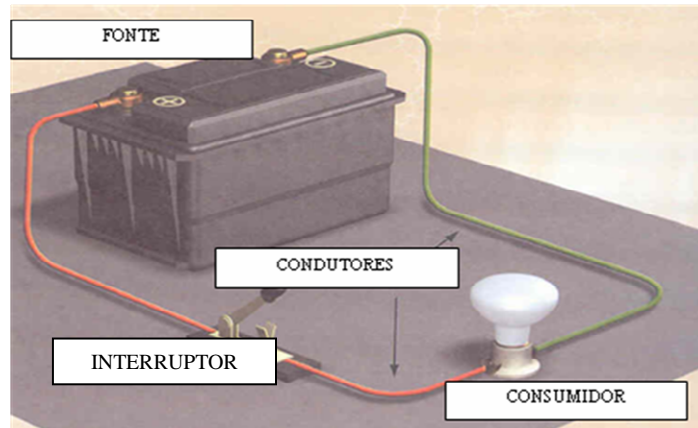


Figura 06 - Circuito Elétrico

Fonte: FIAT

Outra forma de representar um circuito elétrico é através de um esquema de ligações chamado de diagrama elétrico ou esquema elétrico. Na figura 07 é representado um circuito elétrico através de um diagrama de um alarme automotivo.

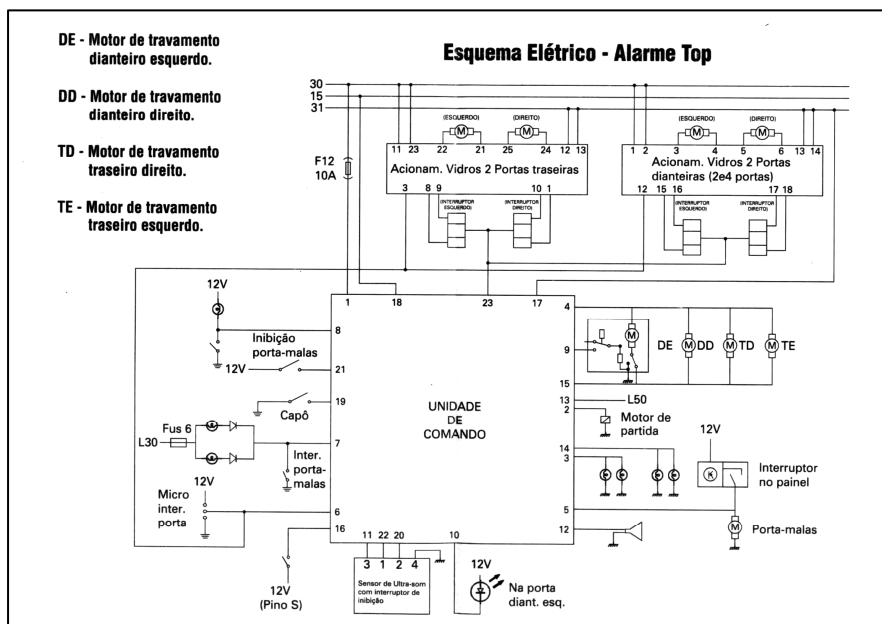


Figura 07 – Diagrama elétrico de um alarme automotivo

Fonte: VOLKSWAGEN do BRASIL

Guimarães afirma que “os chicotes são fios elétricos que interligam os componentes eletroeletrônicos em um automóvel. Um veículo de passeio chega a ter centenas de metros de cabos espalhados por sua carroceria” (2007, p.46).

A figura 08 mostra um exemplo dos principais chicotes elétricos que formam o circuito elétrico de um automóvel de passeio convencional e sua respectiva legenda na tabela 02.

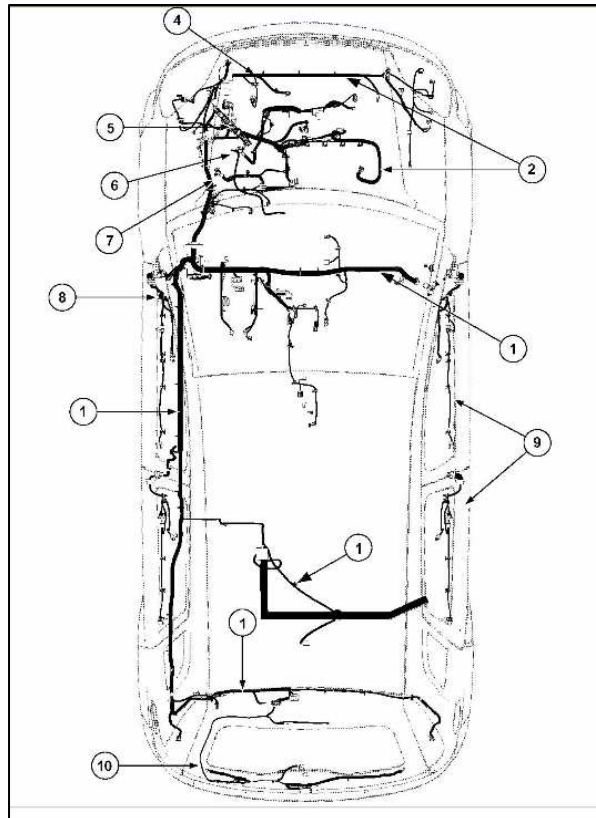


Figura 08 – Algumas famílias de chicotes

Fonte: FORD

Item	Grupo	Descrição
1	14401 RC	Chicote - Painel de Instrumentos
2	6c319 DC	Chicote - Motor 1.0 I/1.6 I
2c	6c319 EC	Chicote - Motor 1.0 I Compressor
3c	2c011 AC	Chicote - ABS (1.0 I Compressor)
4	14290CC	Chicote - Frontal / Módulo
5	14517 CB	Chicote Central Elétrica da Bateria (BJB)
6	14300 AC	Chicote – Tensão de Saída da Bateria
7	14301 AC	Chicote – Terra da Bateria
8	14A584 BD	Chicote – Porta do Motorista
9	14A584 CD	Chicote – Porta do Passageiro
10	17K400 BC	Chicote – Porta Traseira

Tabela 02 – Legenda da figura 08

Fonte: FORD

Normalmente os chicotes automotivos apresentam um tronco central, chamado de chicote principal. O mesmo possui esse nome por fazer conexões com todos os outros chicotes do veículo, denominados ramificações do chicote principal (secundários e terciários).

Guimarães (2007) salienta que a configuração das ligações dos chicotes elétricos segue os critérios da engenharia responsável por seu desenvolvimento. A equipe de projeto visa facilitar a montagem do veículo, sem perder a qualidade e certamente otimizar os custos das peças. As figuras 09 e 10 mostram algumas imagens de chicotes elétricos.

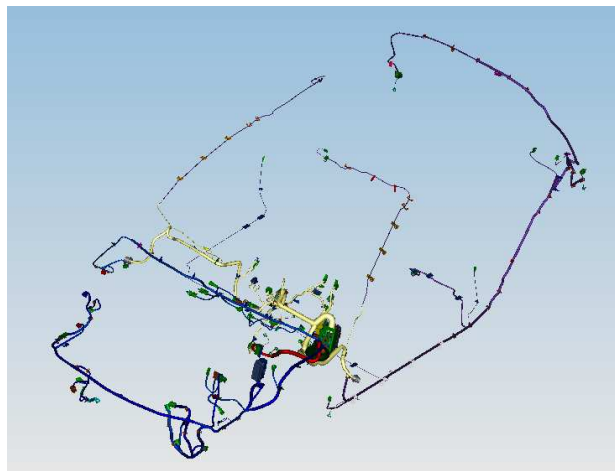


Figura 09 – Exemplos de chicotes elétricos

Fonte: FORD

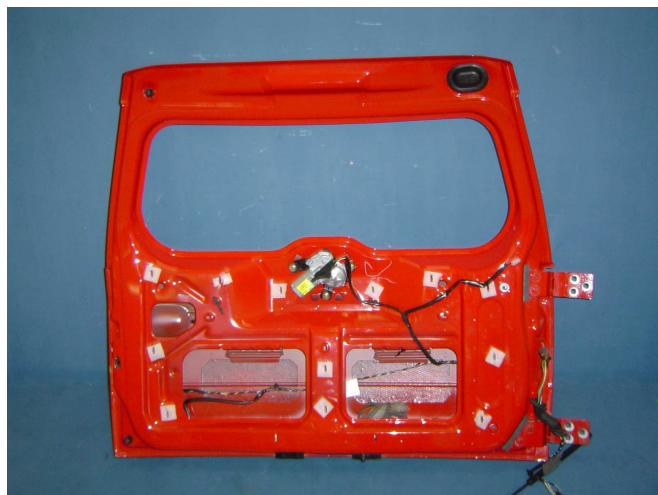


Figura 10 - Exemplo de chicote elétrico na tampa traseira.

Fonte: FORD

A complexidade e extensão de um chicote elétrico dependem diretamente, da quantidade de conectores eletroeletrônicos embarcados. Na figura 11, por exemplo, podemos observar um veículo onde os sistemas eletroeletrônicos são abrangentes a ponto de envolver toda a carroceria.

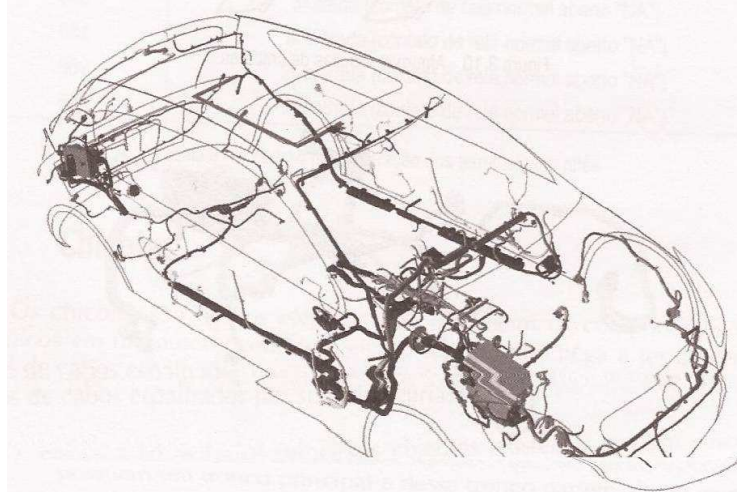


Figura 11– Distribuição de chicotes elétricos pela carroceria de um veículo.

Fonte: (GUIMARÃES, 2007)

Os chicotes elétricos automotivos normalmente são feitos de cobre, por ser um material de uso comum em condutores e ter uma boa condutibilidade elétrica. No entanto estão sendo feitos estudos com cabos de alumínio. Segundo a ABAL<sup>8</sup> relatou, “O alumínio é mais leve que o cobre, o material une boa condutividade elétrica e custo baixo”.

“O aumento exponencial do uso de eletrônica embarcada nos veículos atuais implica, inevitavelmente, maior massa aos automóveis – fator crítico para uma indústria intensiva no consumo de combustível e emissão de CO2.”

A mesma relata que Caio Junior, diretor da General Motors afirmou que “Em um kit de chicote elétrico completo, o maior custo certamente vem do cobre. O custo deste cobre - quando comparado ao custo total de um automóvel básico com poucos opcionais eletrônicos - gira em torno de 0,5 a 1%, podendo crescer na medida em que aumenta o número de opcionais”. Ainda se referindo ao mesmo assunto Flávio Campos engenheiro e diretor da Delphi no Brasil relatou que “O cobre é um

---

<sup>8</sup> Associação Brasileira de Alumínio: Alumínio em Automotivos. Disponível na URL [www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf](http://www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf). Acesso em 21 de Fev de 2012

excelente condutor, mas é pesado e caro. O alumínio é leve e possui boa condutividade, que, embora seja menor que a do cobre, pode ser compensada pelo aumento do volume de fios de alumínio.

Assim, a fiação elétrica em alumínio, mesmo ocupando mais espaço, ainda garante 48% de redução de peso em relação ao sistema de fios em cobre”.<sup>9</sup>

De acordo com as afirmações citadas conclui-se que uma redução no peso no sistema do chicote elétrico leva uma redução significativa no consumo de combustível e na emissão de CO<sub>2</sub>(Dióxido de Carbono).

A Figura 12 mostra um carro da Volkswagen com 100% de chicote elétrico em alumínio apresentado pela Delphi durante o Congresso SAE Brasil 2010.



Figura 12 – Carro com 100% fiação em alumínio.

Fonte: ABAL<sup>10</sup>

Tanto o cobre quanto o alumínio possuem características positivas e negativas que interferem na sua utilização em diferentes circunstâncias. Na tabela 03 vemos algumas características do cobre e do alumínio.

---

<sup>9</sup> Opinião da Delphi citada pela Associação Brasileira de Alumínio: Alumínio em Automotivos. Disponível na URL [www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf](http://www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf). Acesso em 21 de Fev de 2012

<sup>10</sup> Associação Brasileira de Alumínio: Alumínio em Automotivos. Disponível na URL [www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf](http://www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf). Acesso em 21 de Fev de 2012



Tabela 03. Características do cobre e do alumínio  
 Fonte: Integrated Publishing<sup>11</sup>

CARACTERÍSTICAS	COBRE	ALUMÍNIO
Seção transversal para a mesma condutividade (mm <sup>2</sup> ).	100	160
Resistência específica ( $\Omega / m$ ).	0, 017	0,030
Valor	MAIS CARO	MAIS BARATO
CONDUTIBILIDADE	MAIOR	MENOR
PESO	Mais pesado	Mais leve
SEÇÃO TRANSVERSAL PARA A MESMA CONDUTIBILIDADE	MENOR	60% MAIOR
FLEXIBILIDADE	MAIOR	MENOR

Segundo a tabela 03 nota-se que o cobre tem uma condutibilidade maior que a do alumínio. Possui resistência a tração elevada (o maior esforço que uma substância pode sofrer ao longo do seu comprimento sem se rasgar). Sendo que o cobre é mais oneroso e mais pesado do que o alumínio como citado anteriormente. Percebe-se também que para o alumínio ter a mesma condutibilidade do cobre, ele tem de ter uma seção transversal 60% maior que a do cobre, ou seja, um cabo 60% mais grosso que um cabo de cobre. O cobre tem mais flexibilidade a dobra em relação ao alumínio. Essas características podem torná-lo inviável na utilização nos veículos automotivos.

A escolha da utilização do tipo de material utilizado na confecção dos chicotes elétricos fica a critério da equipe de engenharia responsável pelo seu desenvolvimento.

Além da fiação elétrica, não menos importantes são os conectores elétricos, que são responsáveis em fazer a ligação do chicote elétrico com os sensores, atuadores,

<sup>11</sup> Integrated Publishing: Electrical Engineering Training Series. Disponível na URL <http://www.tpub.com/neets/book4/11e.htm>. Acesso em 21 de Abr de 2012

lâmpadas, fusíveis, ligação entre chicotes, motores elétricos, módulos, aparelhos, fontes de energia (bateria), consumidores em geral entre outros.

Os conectores em sua grande maioria são feitos de plástico, metal e elementos de vedação. Dependendo da sua configuração pode ser chamado de conector macho ou fêmea. Com a redução do número de cabos elétricos conseqüentemente temos também a redução dos conectores e peso do veículo.

Na figura 13 são apresentados dois exemplos de conectores elétricos automotivos.



Figura 13 - Conectores Elétricos Automotivos

Fonte: ALIBABA.COM<sup>12</sup>

<sup>12</sup> ALIBABA.COM. Disponível na URL <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/auto-electrical-connector-507002042.html>. Acesso em 21 de Abr de 2012

## 2.3 Comunicação

A Comunicação é o processo de transmitir uma informação de um indivíduo para outro se referindo a seres humanos, ou de um equipamento para outro se referindo as máquinas. Das máquinas que trocam informações entre si o mais comum são as redes de computadores.

Segundo Chiavenato (2000, p. 142), comunicação é a troca de informações entre indivíduos. Significa tornar comum uma mensagem ou informação.

Para que a comunicação ocorra é preciso 4 elementos básicos :

**Emissor:** transmite informações;

**Receptor:** que recebe as informações do emissor;

**Meio de transmissão:** interface ou caminho entre o emissor e receptor que transporta o sinal;

**Sinal:** um sinal contém uma mensagem composta de dados e informações.

A figura 14 retrata os 4 elementos básicos.

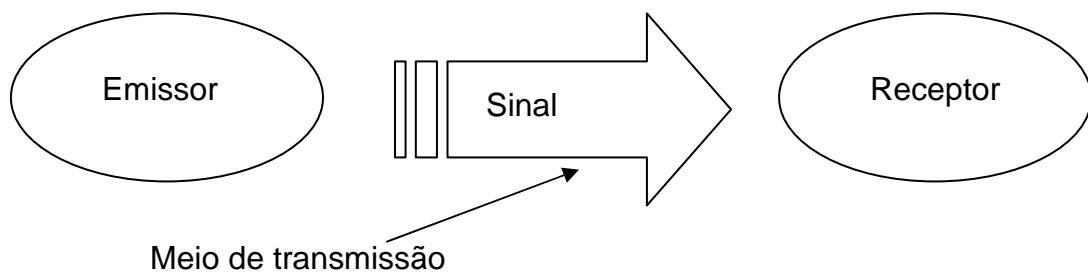


Figura 14 - Os quatro elementos básicos da comunicação  
Fonte: Autor

Tanto nas redes de computadores como em sistemas de comunicação automotiva, o sinal é enviado pelo emissor (computador ou módulo<sup>13</sup>) através de um meio de transmissão (cabearamento ou chicotes elétricos) e recebido pelo receptor (computadores ou módulos).

<sup>13</sup> Nome dado aos computadores em uma rede de comunicação automotiva.

## 2.4 Redes de computador

As ligações entre dois ou mais computadores através de um meio de comunicação que pode ser físico (através de cabo) ou via éter<sup>14</sup>, são chamadas de redes de computadores. Carvalho (2011) afirma que “Redes de computadores são estruturas físicas (equipamentos) e lógicas (programas, protocolos) que permitem que dois ou mais computadores possam compartilhar suas informações entre si”.

Desta forma, Mendes (2011, p. 2) define redes como: “Redes de computadores estabelecem a forma-padrão de interligar computadores para o compartilhamento de recursos físicos ou lógicos”.

Um computador que está conectado a uma rede, receberá informações de outros computadores e poderá compartilhar informações com todos conectados a rede de maneira simples e rápida dependo de cada configuração. Quando um computador está conectado a uma rede de computadores, ele pode ter acesso às informações que chegam a ele, e às informações presentes nos outros computadores ligados juntos na mesma rede, o que permite um número muito maior de informações possíveis para acesso através daquele computador. A figura 15 mostra uma rede de computadores.

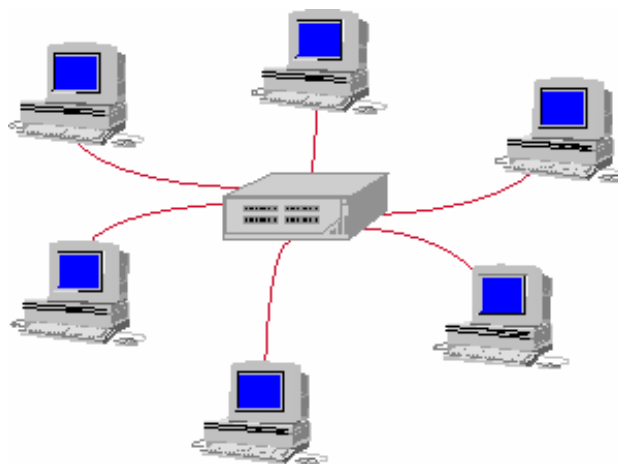


Figura 15 - Rede de computadores  
Fonte: Aguiar, Wilson<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Comunicação Via Éter significa comunicação pelo ar como a comunicação via ondas de rádio ou comunicação Wireless.

<sup>15</sup> AGUIAR, Wilson. Topologia de redes de computadores. Disponível na URL <http://wilson-redes.sites.uol.com.br/redes7.html>. Acesso em 11 de Dez de 2011.

### 2.4.1 Classificação das redes de computadores

Quanto a sua extensão física uma rede pode ser classificada como:

- LAN (Local Area Network - Rede local) tipo de rede que interliga computadores próximos (normalmente em no mesmo local ou locais próximos como prédios na mesma localidade (pertos).
- WAN (Wide Area Network - Rede extensa) redes localizadas além das proximidades físicas dos computadores. Como, por exemplo, redes que utilizam linha telefônica, por satélite, ondas de rádio, etc. (Ex: A Internet, as redes de bancos).

### 2.4.2 Topologia de redes de computadores

Topologia se refere a forma física como os computadores são interligados na rede. Aguiar ( 2011) afirma que “Denomina-se topologia a configuração de interligação física dos equipamentos que compõem a rede (estações de trabalho e servidores), onde um conjunto de regras organizam a comunicação entre os mesmos”.<sup>3</sup>

Martinez, afirma que existem 03 (três) tipos de topologia de redes fundamentais:

- Barra - Esta topologia é bem comum e possui alto poder de expansão. Nela, todos os nós estão conectados a uma barra que é compartilhada entre todos os processadores, podendo o controle ser centralizado ou distribuído. O meio de transmissão usado nesta topologia é o cabo coaxial.
- Anel - A topologia em anel utiliza em geral ligações ponto-a-ponto que operam em um único sentido de transmissão. O sinal circula no anel até chegar ao destino. Esta topologia é pouco tolerável à falha e possui uma grande limitação quanto a sua expansão pelo aumento de “retardo de transmissão” (intervalo de tempo entre o início e chegada do sinal ao nó destino).
- Estrela - A topologia em estrela utiliza um nó central (comutador ou switch) para chavear e gerenciar a comunicação entre as estações. É esta unidade central que vai determinar a velocidade de transmissão, como também converter sinais transmitidos por protocolos diferentes. Neste tipo de topologia é comum acontecer o *overhead* localizado, já que uma máquina é acionada por vez, simulando um ponto-a-ponto.(2012,p1).

A figura 16 retrata os 03 tipos de topologia de redes fundamentais.

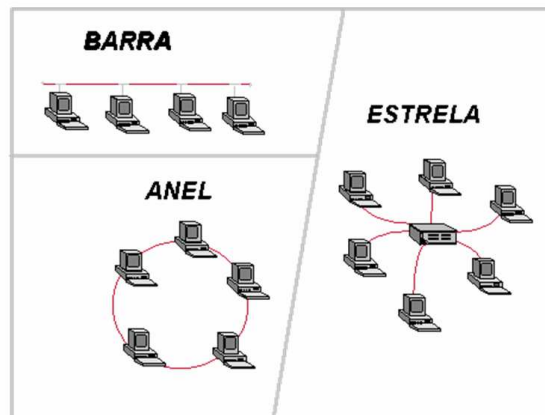


Figura 16 - Topologia de Rede de computadores  
Fonte: Aguiar, Wilson<sup>16</sup>.

A tecnologia de redes de computadores foi aos poucos sendo difundida em várias áreas, entre elas a área automotiva, formando as redes de comunicação automotiva que será abordada no item 2.5

## 2.5 Redes de Comunicação Automotiva

A busca pela conquista de mais clientes (aumentando assim a fatia no mercado), fez com que os fabricantes de veículos automotores investissem para melhorar sua competitividade. O avanço tecnológico faz com que as montadoras automotivas agreguem constantemente valor aos seus produtos, introduzindo várias inovações para atrair clientes com crescente nível de exigência. Uma das formas que a indústria automotiva encontrou para redução de determinados custos, foi através da inserção das redes de comunicação automotiva nos seus produtos, uma tecnologia rentável e importante para atrair e fidelizar clientes, pois permite novas funcionalidades e permite otimizar chicotes elétricos, sensores e atuadores.

<sup>16</sup> AGUIAR, Wilson. Topologia de redes de computadores. Disponível na URL <http://wilson-redes.sites.uol.com.br/redes7.html>. Acesso em 11 de Dez de 2011.

### 2.5.1 Histórico e conceito

As redes de comunicação automotiva têm sua origem das tecnologias computacionais. Foram introduzidas no veículo através da <sup>17</sup>eletrônica embarcada. Já faz muito tempo que os sistemas eletro–eletrônicos vêm sendo utilizados na indústria automotiva com o objetivo de controlar várias funções existentes em automóveis de passeio e comerciais. Segundo GUIMARÃES (2007), boa parte dos sistemas de controle utilizados nos veículos atuais, foram desenvolvidos de forma independente, de forma que cada sistema é responsável por um tipo de função no veículo. SANTOS (2010) reforça a idéia que com o advento dos dispositivos microprocessados e das tecnologias de sistemas embarcados, o uso das tecnologias computacionais em sistemas automotivos foi influenciada por clientes cada vez mais exigentes e pelas legislações de redução de poluentes, assim como a exigência de novas funcionalidades de conforto e segurança.

Um sistema computacional embarcado automotivo gerencia funções como climatizadores, transmissão automática, alarmes entre outras. Fazendo uma comparação SANTOS afirma que:

Da mesma forma como na arquitetura de um computador pessoal, um sistema computacional automotivo é basicamente estruturado por UCP (Unidade Central de Processamento), memórias e unidades de entrada/saída (I/O – Input/Output) denominado ECU(Eletronic Control Unit). Uma ECU interage com o ambiente externo interligando as grandezas físicas (temperatura, pressão, vazão, posição, velocidade, torque entre outras) através de sensores, atuadores (transdutores) e fonte de alimentação (Santos, 2010, p.17).

---

<sup>17</sup> Eletrônica embarcada: Representa todo e qualquer sistema eletroeletrônico montado em uma aplicação móvel, seja ele um automóvel, um navio ou um avião.

A figura 17 mostra a arquitetura em blocos de uma ECU de computador pessoal.

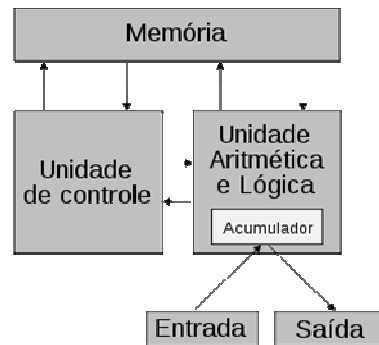


Figura 17 - Arquitetura em blocos de um computador pessoal  
Fonte: Aguiar, Wilson

A figura 18 mostra a arquitetura em blocos de um módulo de controle eletrônico de motor.

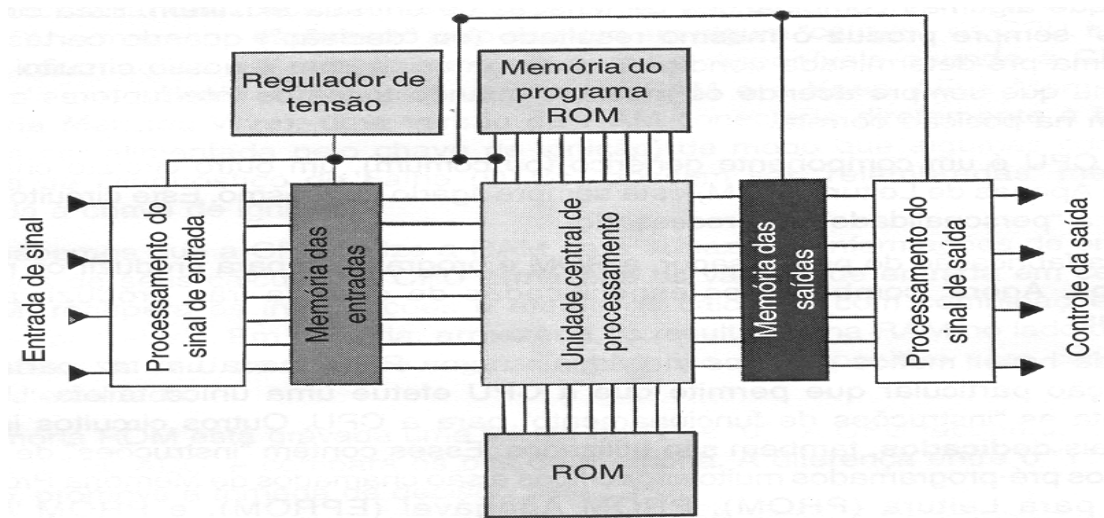


Figura 18 - Arquitetura em bloco de um módulo de controle eletrônico do motor  
Fonte: Ford

Analisando as figuras 17 e 18 verifica-se que basicamente elas possuem os mesmos componentes, ou seja, memórias, processador, entradas e saídas.

Santos afirma que “A evolução da tecnologia de microcontroladores, redes de comunicação distribuída motivou a aplicação de tecnologias de sistemas embarcados distribuídas em automóveis, visando a otimização em tempo e custo no



processo de desenvolvimento e facilidade de criação e distribuição de novas funções no domínio automotivo” (2010, p.14).

Atualmente os sistemas automotivos utilizam uma grande quantidade de componentes eletroeletrônicos com a capacidade de suprir funções facilmente perceptíveis ao usuário final. Temos como exemplo: piloto automático, controladores climáticos digitais, sistema de alarmes, sistemas que facilitam o diagnóstico de defeitos auxiliando na manutenção, computador de bordo e sistemas multimídias de entretenimento..

A figura 19, por exemplo, demonstra um sistema automotivo controlado por funções implementadas com dispositivos eletroeletrônicos modernos, que utilizam condições funcionais de tecnologia de informação computacional com tecnologia de redes de comunicação.

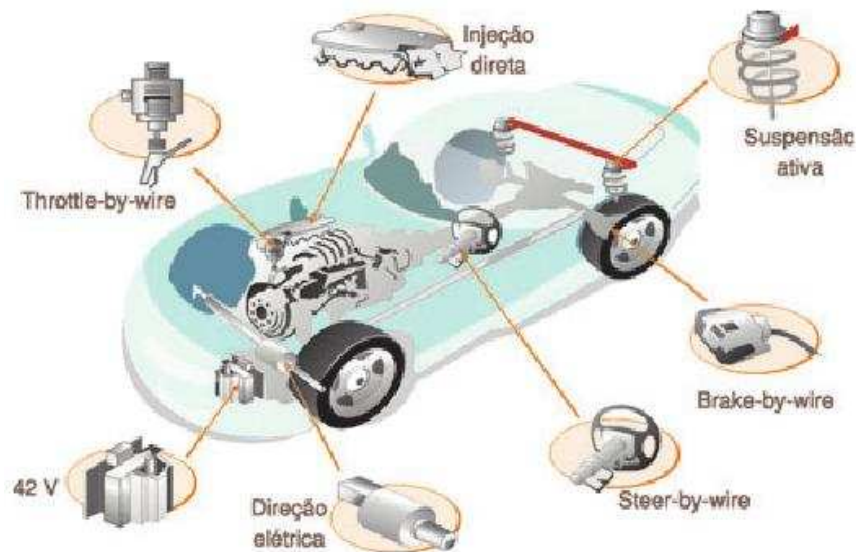


Figura 19 - Sistema automotivo controlado por funções eletrônicas modernas.  
Fonte: Santos, Max (2010).

Para cada função específica, se faz necessária uma arquitetura computacional com ECUs que podem ou não se comunicarem entre si, são distribuídas e interconectadas a sensores e atuadores assim como gerenciam as suas funções de acordo com a programação. Alguns sistemas, porém, preservam ECU's isoladas da rede para aplicação onde a comunicação não seja necessária.

Ao tratar deste assunto Santos, Max afirma que:

Para que uma arquitetura distribuída possa executar as funções automotivas de acordo com o especificado, as ECUs devem ser conectadas através de um barramento de comunicação e as tarefas realizam transações com uma base de dados de forma segura e confiável, comunicando-se através de passagem de mensagem. Uma arquitetura de computação distribuída assemelha-se a um quebra-cabeça, composta por computadores que executam tarefas e estas transmitem mensagens sob um barramento de comunicação. A sincronização das tarefas e mensagens garante a funcionalidade desejada de uma aplicação específica. (2010, p.16).

A figura 20 representa através de diagrama em blocos uma rede com módulos de funções diversas ligadas através de um barramento de comunicação.

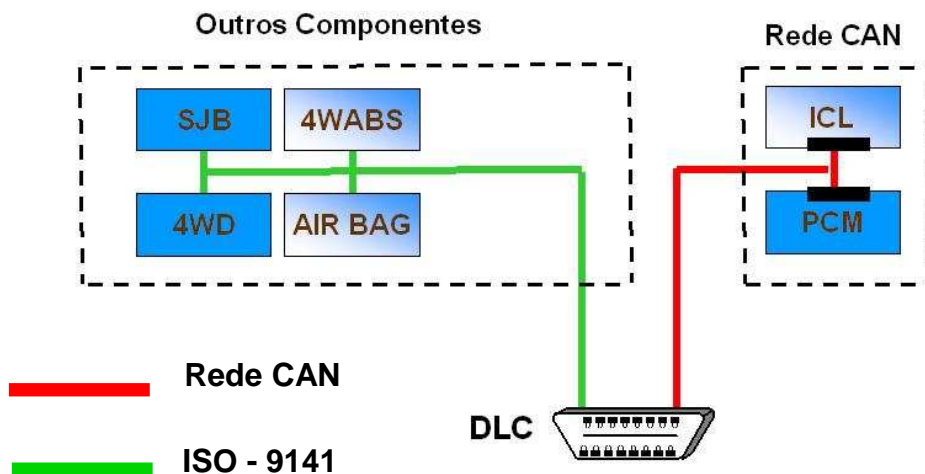


Figura 20 - Diagrama em blocos de uma rede de comunicação automotiva (<sup>18</sup>SJB, <sup>19</sup>4WABS, <sup>20</sup>4WD, <sup>21</sup>AIR BAG, <sup>22</sup>ICL, <sup>23</sup>PCM, <sup>24</sup>DLC).

Fonte: Ford

<sup>18</sup> Módulo Central elétrica inteligente

<sup>19</sup> Módulo do freio ABS ( Sistema anti travamento das rodas).

<sup>20</sup> Módulo da tração 4X4.

<sup>21</sup> Módulo do Air Bag(bolsa de ar)

<sup>22</sup> Módulo do painel de instrumentos

<sup>23</sup> Módulo do gerenciamento eletrônico do motor.

<sup>24</sup> Conector de diagnóstico

A figura 21 representa o diagrama elétrico da rede de comunicação automotiva do diagrama em blocos da figura 20.

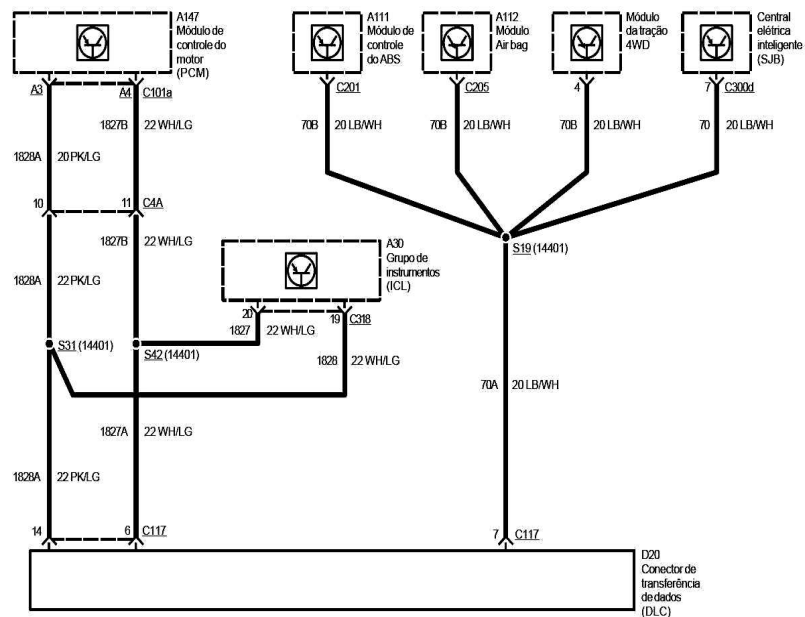


Figura 21 - Diagrama elétrico de uma rede de comunicação automotiva  
Fonte: Ford

### 2.5.2 Arquiteturas Eletrônicas Automotivas

Arquiteturas eletroeletrônicas ou arquiteturas elétricas se refere às formas como os diversos sistemas de controle são implementados e interconectados em uma aplicação embarcada.

Guimarães,(2011) destaca que atualmente, no setor automotivo, dentre vários conceitos de arquitetura elétrica utilizados, podemos destacar dois tipos:

- Arquitetura Centralizada.
- Arquitetura Distribuída.

#### 2.5.2.1 Arquitetura Centralizada

Na arquitetura centralizada, uma única ECU é responsável por todo o controle do sistema.

Seguindo em uma linha de pensamento semelhante, Santos afirmou que:

Na arquitetura centralizada, uma única ECU com interface I/O coleta sinais de grandezas físicas, provenientes de sensores diversos, processa-os e envia os sinais de controle aos atuadores, como válvulas solenóides, relés. No módulo central são encontrados hardware e software que vão tratar todas as entradas, bem como atuar nas saídas. A figura 22 apresenta um diagrama em blocos para arquitetura centralizada. (2010, p44).

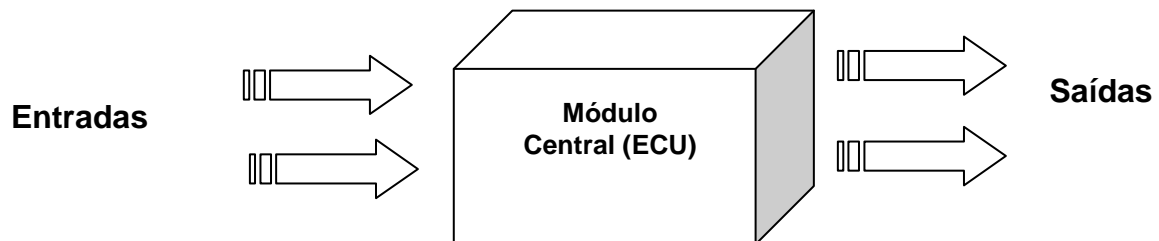


Figura 22 - Arquitetura eletrônica centralizada  
Fonte: Autor

Dentro do módulo central são encontrados hardware (partes físicas) e software (partes lógicas) que permitem a leitura das entradas, seu processamento e a atuação das saídas.

Guimarães (2011) salienta algumas vantagens desta arquitetura como

“Simplicidade do Hardware utilizado na implementação do sistema, sendo constituído basicamente pelos sensores e atuadores, uma ECU para o devido controle do sistema e, obviamente, o cabeamento que os conecta”. (2011, p.3)

“Os dados de entrada conectados estarão disponíveis à ECU durante a operação do sistema, não sendo crítica a lógica de varredura e coleta de informações de cada um dos sensores existentes” Guimarães (2011, p.3).

Guimarães (2011, p.3) e Santos (2010 p.44) são convergentes quando ressaltam algumas desvantagens da arquitetura centralizada como a grande quantidade de conexão elétrica (chicote elétrico) para conectar os sensores e atuadores a ECU, assim como a restrição das possibilidades de expandir o sistema, sendo que qualquer alteração na ECU significará a modificação de seu Hardware e/ou Software e, eventualmente, na condição de trabalho das funções originais do sistema.

A figura 23 mostra um veículo cuja arquitetura elétrica é fundamentada no conceito centralizado.

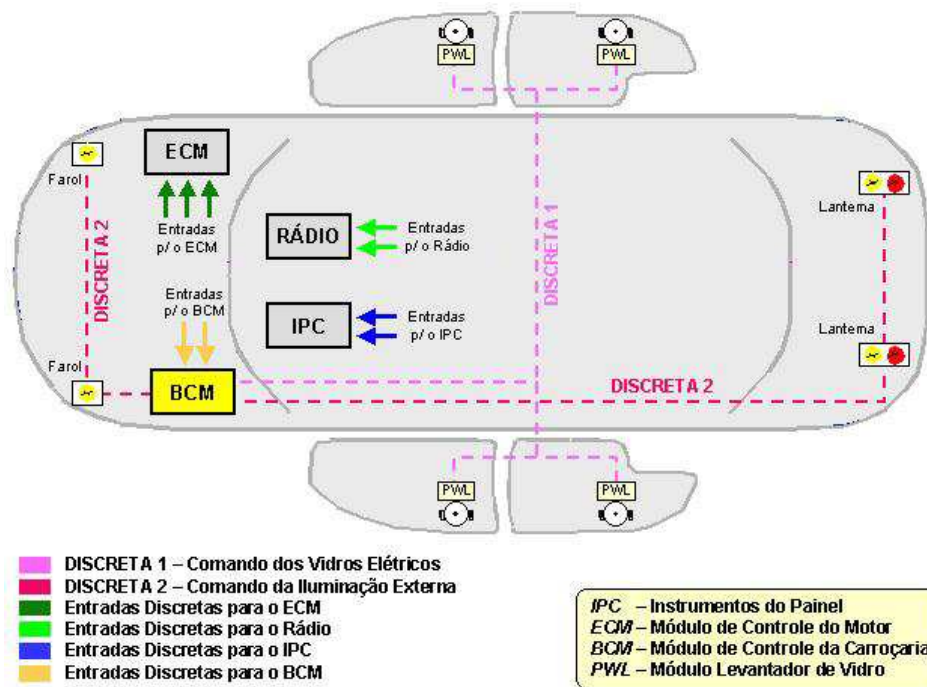


Figura 23. Exemplo de aplicação de arquitetura centralizada  
 Fonte: GUIMARÃES, Alexandre (2007)

Na figura 23 são representados dois sistemas de controle (o de iluminação externa e o levantador elétrico dos vidros) e quatro módulos principais:

- Módulo de Controle do Motor (ECM)
- Sistema de áudio
- Instrumentos do Painel (IPC)
- Módulo de Controle da Carroçaria (BCM)

No exemplo citado acima, o BCM recebe de forma discreta informação dos sensores simples (interruptores de comando) dos respectivos sistemas e processa essas informações, atuando de forma discreta nas saídas (lâmpadas e motores elétricos). O BCM atua de forma centralizada, ou seja, controla esses sistemas de maneira independente dos demais módulos existentes no veículo. Da mesma forma, os outros módulos (ECM, Rádio e o IPC) trabalham de forma independente recebendo seus sinais de entrada, processando-os e atuando nas suas saídas de acordo com cada especificidade. Abaixo são citados exemplos:

- ECM – Recebe, dentre outros sinais, o sinal do pedal do acelerador, atuando na aceleração, dentre outros atuadores
- Radio – Recebe o sinal do sistema de ignição podendo atuar ligando e desligando o sistema.
- IPC - Recebe o sinal da velocidade do veículo e atua no indicador de velocidade no painel do veículo.

Guimarães salienta que neste tipo de arquitetura nenhum <sup>25</sup>protocolo de comunicação é necessário. As ECU's precisam apenas possuir portas de entradas e saídas discretas e um algoritmo interno de controle muitas vezes de concepção simples (2011, p.3).

#### 2.5.2.2 Arquitetura Distribuída

Nesta arquitetura, várias ECU's são interligadas através de um barramento possibilitando a distribuição de funções.

Guimarães afirma que “Existe a possibilidade de se utilizar, em um mesmo sistema de controle, várias ECU's interligadas, dividindo entre elas a execução das diversas funções existentes no veículo “(2011, p.4).

A figura 24 representa um diagrama em blocos para arquitetura distribuída com ECU's responsáveis em gerenciar os dados coletados na entrada do sistema enviados pelos sensores e ECU's dedicadas às saídas por onde os atuadores são controlados.

---

<sup>25</sup> Protocolo de comunicação são meios de transmissão e recepção de dados utilizados para intercomunicar módulos eletrônicos e/ou sensores e atuadores inteligentes equipados com microcontroladores por exemplo.

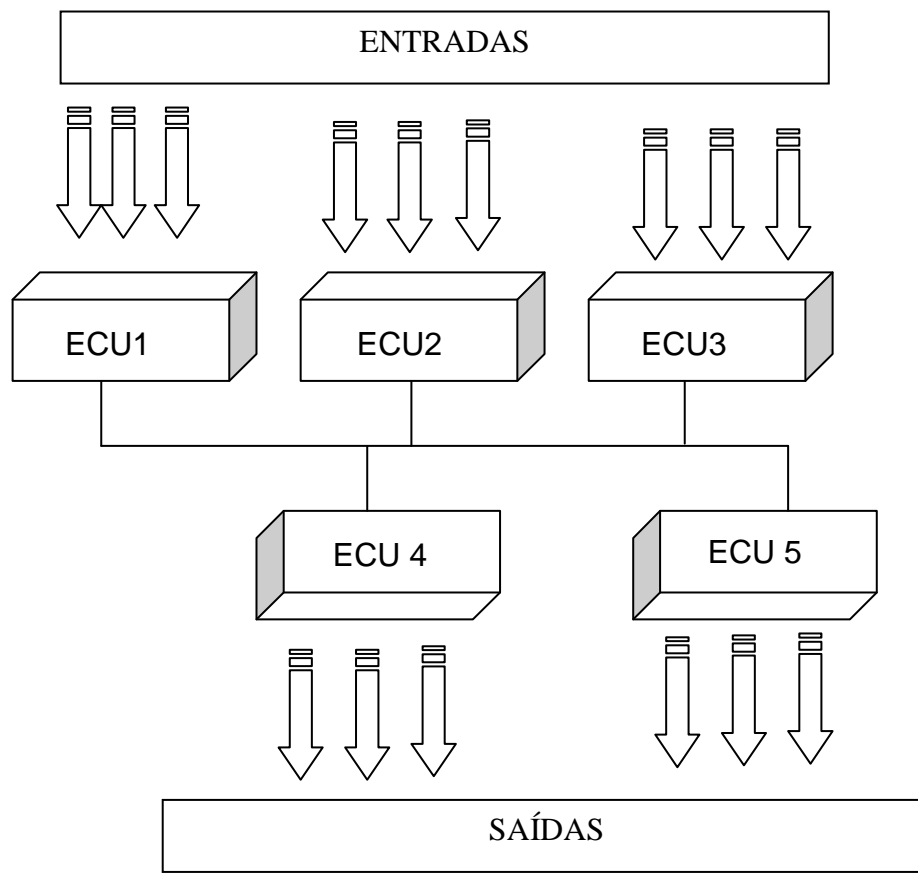


Figura 24 - Arquitetura distribuída  
Fonte: Autor

As ECU's 1,2,3 são responsáveis pelo recebimento do sinal de entrada enquanto que as ECU's 4 e 5 são responsáveis pelo gerenciamento(comando) das saídas. No diagrama apresentado, qualquer uma das ECU's, dependendo das atividades existentes neste sistema de controle, poderá processar os dados de entrada e controlar os atuadores pelas saídas.

A figura 25 apresenta um exemplo de arquitetura distribuída.

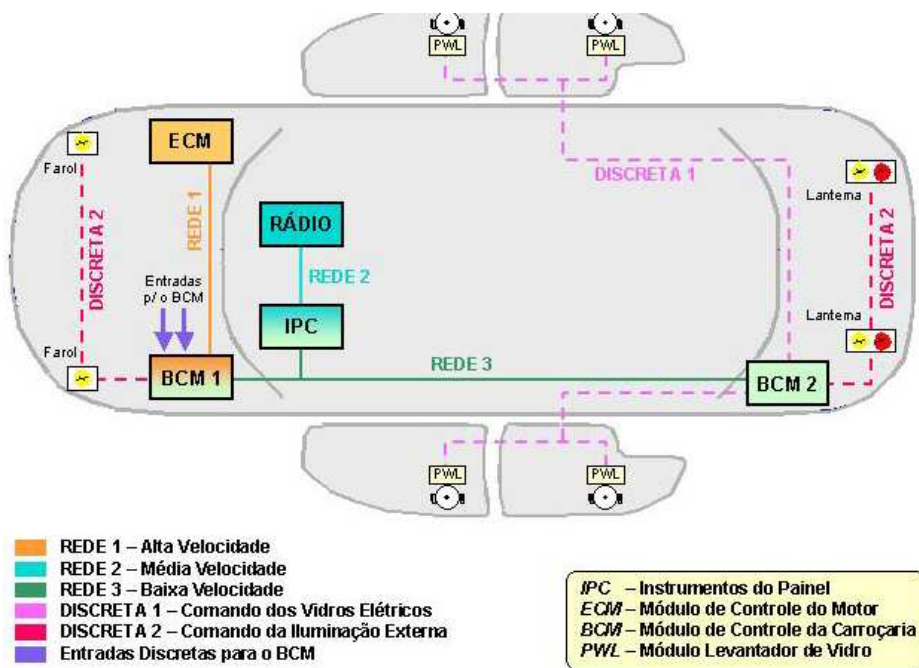


Figura 25 - Exemplo de aplicação de arquitetura distribuída

Fonte: (GUIMARÃES,Alexandre, 2007)

Perceba que a ilustração retrata os mesmos módulos da arquitetura centralizada. A diferença é que na arquitetura distribuída apresentada os módulos (ECU's) estão interconectadas por 03 redes de comunicação de dados diferentes:

- REDE 1: Responsável pela troca de dados entre o ECM e o BCM 1. Alta velocidade de transmissão (entre 500 kbps e 750 kbps);
- REDE 2: Responsável pela comunicação entre o Rádio e o IPC. Média velocidade de transmissão (entre 100 kbps e 250 kbps);
- REDE 3: Responsável pela interconexão dos BCM's 1 e 2 e o IPC. Baixa velocidade de transmissão (entre 30 kbps e 100 kbps).

Na arquitetura distribuída um sinal recebido por uma ECU pode ser enviada pelas redes de comunicação para outras ECU's.

Guimarães (2007) cita como exemplo que o sinal do sensor de velocidade do motor pode ser medido pelo BCM1 (por está mais próximo do sensor nas rodas dianteiras) disponibilizar essa informação nas redes 1 e 3 ,onde os módulos ECM e IPC que usariam esta informação nos cálculos do sistema de injeção e na indicação da



rotação do motor ao motorista. Essa é uma das grandes vantagens desta arquitetura distribuída, o maior aproveitamento da utilização dos dados disponíveis no veículo.

Se referindo a esse assunto, Guimarães, relata as vantagens e desvantagens desta arquitetura explanando:

- Quantidade reduzida de cabeamento do sistema, uma vez que, tendo várias ECU's disponíveis, poderemos instalá-las bem próximas aos sensores e atuadores, reduzindo o cabeamento mais pesado da implementação, formado basicamente por pares e pares de fios utilizados na conexão das entradas e saídas nas ECU's.
- Menor tempo de manufatura do veículo (exatamente pela menor quantidade de cabeamento necessário).
- Maior robustez do sistema de controle, por termos reduzido as possibilidades de quebra de um dos circuitos ou o aparecimento de mal contato em determinado conector (novamente pela menor quantidade de cabeamento necessário).
- Permite a ampliação do sistema com significativa facilidade, garantindo que alterações em uma determinada função do veículo, impactem somente em uma ou em parte das ECU's.
- Facilita a criação do software de aplicação de cada ECU, uma vez que possibilita a sua modularização e distribuição de responsabilidades entre elas.
- Possibilita a modularização do projeto do sistema e da execução dos testes de validação, aumentando a confiabilidade da implementação e reduzindo os prazos envolvidos no desenvolvimento. (2011, p.5).

Como desvantagem pode destacar:

- Obriga a utilização de um meio de comunicação entre as ECU's, meio este comumente chamado de **Protocolo de Comunicação**.
- Implica na existência de um software de controle para a rede de comunicação que interliga as ECU's, cuja dificuldade de desenvolvimento depende diretamente da escolha do protocolo de comunicação.
- Difícil determinação da taxa de transmissão ideal para uma dada aplicação, o que impacta diretamente nos tempos internos do software de controle e na escolha dos componentes eletrônicos a serem utilizados no projeto das ECU's. (2011, p.5).

Guimarães, afirma que “Explicadas às vantagens e desvantagens fundamentais dos dois conceitos de arquitetura normalmente utilizados, devemos acrescentar que a decisão de escolha de uma delas para uma dada aplicação móvel, depende da ponderação de diversos fatores” (2011, p.4).

Guimarães(2011) destaca alguns fatores:

- A complexidade do sistema a ser controlado (quantidade de variáveis de entrada e saída e o tamanho físico do sistema).
- A disponibilidade dos componentes eletrônicos requeridos à montagem das ECU's e à medição e atuação no sistema.
- A robustez, mecânica (como às vibrações) e elétrica (como às interferências eletro-magnéticas), requerida pelo sistema a ser controlado.
- O tempo necessário à implantação da arquitetura (projeto, construção de protótipos e validação).
- O custo desejado do sistema final (limitações inerentes ao orçamento).

Depois de explanada as arquiteturas outro item importante nas redes de comunicação automotiva é sua classificação.

### 2.5.3 Classificação das redes de comunicação automotiva

Atualmente existem diversas tecnologias de redes de comunicação (<sup>26</sup>protocolos de comunicação automotivos) disponíveis no mercado e em função do nível de aplicação automotiva, podem ser classificadas de acordo com os requisitos de comunicação solicitados pelas aplicações distribuídas.

Existem vários tipos de fabricantes de tecnologia de redes automotivas. De acordo com o domínio desta tecnologia e os seus fornecedores, a SAE<sup>27</sup> (Society Automotive of Engineering) apresentou uma classificação de redes de comunicação automotiva, levando em consideração alguns requisitos de comunicação das aplicações. Santos, afirma que:

Existem as redes proprietárias em que um fornecedor ou grupo de fornecedores detém o domínio total da tecnologia e as redes de padrão aberto em que a funcionalidade técnica estão amplamente disponíveis e padronizados. A padronização de tecnologias de redes automotivas é regida por órgãos como o SAE (Society of Automotive Engineers) e ISO (International Organization for Standardization). Algumas das principais tecnologias de redes disponíveis no mercado são: LIN (Local Interconnect Network), CAN (Controller Area Network), VAN (Vehicle Area Network), TTP (Time-Trigger Protocol), FlexRay, ByteFlight, MOST (Media Oriented Systems Transport), Bluetooth, J1939 entre outras.

---

<sup>26</sup> Protocolo de comunicação são meios de transmissão e recepção de dados utilizados para intercomunicar módulos eletrônicos e/ou sensores e atuadores inteligentes equipados com microcontroladores por exemplo

<sup>27</sup> SAE – Sociedade dos engenheiros Automotivos

Existem as redes proprietárias em que um fornecedor ou grupo de fornecedores detém o domínio total da tecnologia, e as redes de padrão aberto em que as funcionalidades técnicas estão amplamente disponível e padronizadas. Pode - se verificar disponíveis no mercado tecnologias de redes padronizadas como: LIN (Local Interconnect Network), CAN (Controller Area Network), VAN (Vehicle Área Network), TTP (Time-Trigger Protocol), FlexRay, ByteFlight, Bluetooth, J1939 entre outras. Uma apresentação inicial das principais tecnologias de redes automotivas pode ser encontrada na figura 26 (2011, p.5).



Figura 26 - Principais tecnologias de redes automotivas

Fonte: Santos, Max (2010 p.5)

As redes são classificadas segundo a SAE com as seguintes nomenclaturas Classe A, Classe B e Classe C. Santos (2010) considera também outras duas classes especiais de acordo com aplicações de entretenimento, monitoramento e comunicação interveículos denominadas de Classe de Entretenimento e Classe Wireless.

#### 2.5.3.1 Redes Automotivas Classe A

São responsáveis em controlar funções de conforto como, por exemplo, retrovisor elétrico, vidro elétrico, controle de bancos elétricos, lâmpadas e etc. Esse tipo de rede possui baixa largura. Alguns exemplos de rede automotivas do tipo classe A

são: LIN e TTP/A. Na figura 27 temos um exemplo de uma rede de comunicação tipo **A**.



Figura 27 - Arquitetura de rede automotiva Classe A

Fonte: (Santos,Max 2010)

#### 2.5.3.2 Redes Automotivas Classe B

Redes responsáveis por funções que são muito importantes, para o funcionamento do veículo, mas em relação à comunicação de dados não demandam elevados requisitos. Na maioria das vezes são utilizadas para interconectar ECUs que gerenciam unidades como, por exemplo, transmissão, motor, embreagem, painel de instrumentos

São exemplos de redes de comunicação automotiva do tipo Classe B: VAN, J1850, J1939 e CAN. Veja o exemplo de uma rede do tipo classe B na Figura 28.

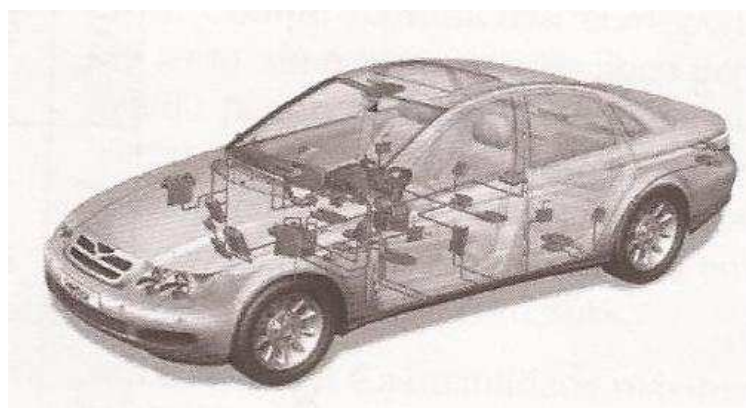


Figura 28 - Uma Arquitetura de rede Classe B

Fonte: (Santos,Max 2010)

### 2.5.3.3 Redes Automotivas Classe C

Tipos de redes muito importantes para segurança dos usuários do automóvel. Segundo Santos “São redes utilizadas em aplicações de segurança crítica com requisitos de tempo real e arquitetura distribuída em que esteja diretamente ligada à dinâmica do automóvel. Aplicações baseado na tecnologia x-by-wire requerem que as redes ofereçam transmissão de dados com baixo atraso de transmissão, alta frequência, tolerância a falhas e mecanismos essenciais para segurança crítica” (2011, p.74).

Exemplos de rede automotivas do tipo Classe C são: TT-CAN, TTP/C, FlexRay e ByteFlight. A Figura 29 apresenta um exemplo de rede automotiva Classe C.

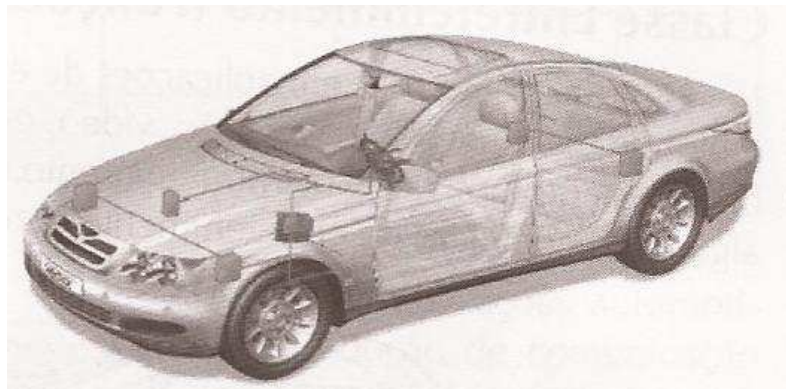


Figura 29 - Uma Arquitetura de rede Classe C

Fonte: (Santos,Max 2010)

### 2.5.3.4 Redes Automotivas Classe Entretenimento e Classe Wireless

Abordaremos agora os dois tipos de classes de redes especiais:

- Classe Entretenimento
- Classe Wireless.

Santos, classifica essas duas redes como:

“Classe de Entretenimento - São redes utilizadas em aplicações de entretenimento automotivo como tecnologias de multimídia, telemetria, navegação por GPS, e-books, vídeo entre outras. Alguns exemplos de rede automotivas do tipo classe entretenimento são: MOST, D2B e FireWire”(2010,p.76).

Classe Wireless - As funções de logística e roteirização estão sendo amplamente utilizadas e motivam a utilização de tecnologias de comunicação sem fio. Além destas há as tecnologias do tipo VANET (Vehicle ad – Hoc Networks) que demandam comunicação veículo a veículo e veículo estrada. Entre as tecnologias de comunicação sem fio aplicadas no domínio automotivo têm-se o Bluetooth, Zigbee, UWB, Wi-Fi e outras”(2010,p.77).

Na figura 30 exibe algumas tecnologias de entretenimento automotivo.

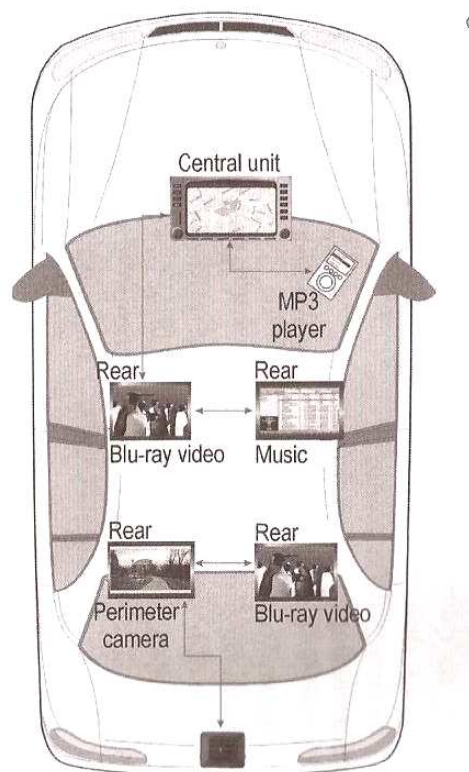


Figura 30 Sistema de Entretenimento em um automóvel

Fonte: (Santos,Max 2010)

### 3.0 METODOLOGIA

Nos capítulos anteriores foi discorrido sobre o objetivo do trabalho, sua importância e os conceitos relacionados ao tema de pesquisa. Neste capítulo, serão explanados os aspectos metodológicos.

Existem várias literaturas que discorrem sobre os tipos de pesquisas, classificando-as com as mais diversas taxionomias. Vergara (2007), classificou de forma resumida as pesquisas levando em consideração dois aspectos: quanto á finalidade e quanto aos meios.O A tabela 02 abaixo descreve a classificação dos aspectos proposto pela autora.

TABELA 04 – Classificação das pesquisas científica

Fonte: Vergara (2007)

<b>QUANTO Á FINALIDADE</b>
1 – Exploratória: é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado.
2 – Descritiva: expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno.
3 – Explicativa: tem como principal objetivo esclarecer quais fatores contribui para a ocorrência de determinado fenômeno.
4 – Metodológica: refere-se à construção de instrumentos de captação ou de manipulação da realidade.
5 – Aplicada: tem a finalidade prática e está fundamentada na necessidade de resolver problemas concretos.
6 – Intervencionista: tem como objetivo interpor e interferir na realidade estudada para modificá – la.
<b>QUANTO AOS MEIOS</b>
1 – Pesquisa de campo: a investigação é feita no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno a ser explicado.
2 – Pesquisa de laboratório: a experiência é realizada em local restrito, já que no campo não seria possível fazê-la.
3 – Pesquisa documental: é realizada em documentos conservados nos órgãos públicos e privados.

4 – pesquisa bibliográfica: é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado.
5 – Pesquisa experimental: é a investigação empírica na qual o pesquisador manipula e controla variáveis independentes e observa o que essas variações acarretam nas variáveis dependentes.
6 – Pesquisa ex post facto: refere-se a um fato já ocorrido, ou quando o pesquisador não pode controlar e nem manipular as variáveis.
7 – Pesquisa participante: conta com a participação das pessoas implicadas no problema sob investigação.
8 – Pesquisa – ação: é um tipo particular de pesquisa participante que supõe a intervenção participativa na realidade social.
9 – Estudo de caso: é restrita a uma ou poucas unidades/entidades.

Tomando-se como referência a tabela 04, o presente trabalho seguiu uma metodologia utilizando a pesquisa classificada quanto à finalidade explicativa, a qual teve como objetivo esclarecer quais os fatores que contribuem para a ocorrência de um determinado fenômeno. Quanto aos meios classificada como pesquisa bibliográfica, por ter utilizado o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado. Como os dados (informações) bibliográficos não foram suficientes para atender as necessidades da pesquisa, foi utilizada também como instrumento de pesquisa uma entrevista classificada como semi-estruturada que, segundo afirma Boni, “As entrevistas semi-estruturadas combinam perguntas abertas e fechadas, onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. O pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal.” (2005, p.75).

Assim, foram utilizadas as seguintes etapas no desenvolvimento deste trabalho:



### 3.1. Levantamento de dados que influenciam na racionalização de chicotes elétricos.

Para a avaliação da utilização de redes de comunicação automotiva na racionalização de chicotes elétricos, foi necessário elaborar um conjunto de questões, que serviram de orientação (guia) para facilitar o levantamento dos dados. A entrevista semi-estruturada foi aplicada a profissionais ou especialistas da área de desenvolvimento de produtos automotivos. Os questionamentos utilizados na entrevista foram elaborados com base em informações que não foram encontradas ou não foram totalmente esclarecidas no referencial bibliográfico pesquisado, servindo como complementação para as análises e conclusão deste trabalho. Os questionamentos se encontram no Apêndice I página 77.

A seleção dos profissionais foi baseada em análise de competências que pudessem atender as necessidades técnicas que esse trabalho carece. Os profissionais que participaram desta entrevista são colaboradores em uma montadora de veículos automotivos. Os entrevistados trabalham como engenheiros da área de Desenvolvimento de Produto, especificamente no projeto de redes de comunicação automotiva, peso veicular,eletricidade veicular e chicotes elétricos. Foram entrevistados 4 profissionais com os perfis descritos na Tabela 05. A entrevista ocorreu na fábrica onde os entrevistados trabalham.

Tabela 05 - Perfil dos profissionais entrevistados

Fonte: Autor

Entrevistado	Perfil (função na empresa)
Profissional 1	Engenheiro Mecânico - Área peso veicular
Profissional 2	Engenheiro Eletricista - Área chicotes elétricos
Profissional 3	Engenheiro Mecânico - Área motor e trem de força
Profissional 4	Engenheiro Eletricista - Área Redes

Além das questões elaboradas para entrevista (Apêndice I, Pg.77), optou-se também em discutir com os profissionais entrevistados o que poderia ser acrescentado de informação sobre o assunto, para análise posterior, evidenciando a classificação da entrevista, como citado anteriormente como semi-estruturada.

### **3.2. Identificação e Análise dos fatores que influenciam na racionalização de chicotes elétricos quando se utiliza sistemas de rede de comunicação automotiva.**

Mediante as informações coletadas através da aplicação do questionário do item 3.1, foram identificados fatores que influenciam na racionalização de chicotes elétricos quando se utiliza sistemas de rede de comunicação automotiva. Assim, os fatores mais relevantes foram cuidadosamente analisados quanto sua importância no tema de pesquisa.

## **4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo refere-se à entrevista feita com os profissionais da área de desenvolvimento do produto automotivo. Na seqüência são realizadas análises dos dados obtidos em relação à entrevista aplicada, em conjunto com as informações obtidas no referencial teórico pesquisado.

### **4.1. Entrevista com profissionais**

A entrevista ocorreu no setor de engenharia de desenvolvimento de produto, na empresa onde os entrevistados trabalham como citado anteriormente.

Considerando o tema estudado, as informações obtidas, os dados históricos disponíveis, assim como o conhecimento do processo em questão, enfim um conjunto de fatores, optou-se em condensar todas as informações obtidas pelos entrevistados, verificar as mais relevantes e posteriormente fazer suas análises.

### **4.2 Fatores importantes que contribuem no fomento para racionalização de chicotes elétricos automotivos.**

Abaixo são listados alguns fatores segundo os entrevistados, que influenciam na racionalização de chicotes elétricos.

- Diminuição da massa do veículo.
- Diminuição da emissão de gases poluentes como o Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Redução do consumo de combustível
- Redução de custo do chicote elétrico (embora possa existir incremento no preço global do sistema elétrico).
- Otimização do tempo de montagem do chicote elétrico do veículo na linha de montagem final.
- Melhor arranjo físico (distribuição) dos chicotes elétricos no interior do veículo.
- Facilidade no diagnóstico de inconvenientes (defeitos) elétricos e eletrônicos no veículo, com uma maior confiabilidade e interface entre os sistemas.
- Redução do número de conectores elétricos.

- Redução do número de defeitos causados por curtos circuitos.

#### 4.2.1 Diminuição da massa do veículo

Segundo os entrevistados, a massa do veículo é fator crucial para o projeto do mesmo. Não se pode desenvolver um projeto sem levar em conta a massa. Veículo pesado consome mais combustível e aumenta a emissão de dióxido de carbono pelo escapamento, que é não é desejável nos projetos atuais.

#### 4.2.2 Diminuição da emissão de gases poluentes como o Monóxido de carbono (CO).

Os engenheiros afirmaram que a diminuição dos gases poluentes emitidos pelos veículos, além de ser um objetivo de toda montadora, é uma exigência do governo. Existe uma legislação de emissões para o mercado brasileiro. O PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores). Este exige que os veículos fabricados no Brasil cumpram a resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), no que tange a emissão de gases poluentes emitidos pelos veículos

Ficaram estabelecidos os seguintes limites máximos de emissão de poluentes, provenientes do escapamento de veículos automotores leves de passageiros, de uso rodoviário, para a fase do PROCONVE L6<sup>28</sup>:

- I - monóxido de carbono (CO): 1,30 g/km;
- II - hidrocarbonetos totais (THC), somente p/ veículos a gás natural: 0,30 g/km;
- III - hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,05 g/km;
- IV - óxidos de nitrogênio (NOx): 0,08 g/km;
- V - aldeídos (CHO) p/ ciclo Otto: 0,02 g/km; 2
- VI - material particulado (MP) p/ ciclo Diesel: 0,025 g/km; e
- VII - monóxido de carbono em marcha lenta p/ ciclo Otto: 0,2% em volume.

---

<sup>28</sup> Resolução nº 415 de 24 de setembro de 2009 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Di referente a nova fase (PROCONVE L6) de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) para veículos automotores leves novos de uso rodoviário.

A tabela 06 mostra os valores de certificação do veículo Ford KA fabricado 2009 que foi aprovado para fabricação, por atender na época o PROCONVE L-5.

Tabela 06 - limite de emissões de veículos leves

Fonte: FORD

FASE DO PROCONVE		LIMITES				
		CO (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	Aldeídos (g/km)	EVAP (g/teste)
PROCONVE L-4 (Até 31 – DEZ -2008)		2.0	0.1	0.2	0.03	2.0
PROCONVE L-5 (A partir de 01-JAN-2009)		2,0	0,05	0,12	0,02	2,0
Valores de Certificação	Manual	0,074	0,0180	0,0516	0,00267	0,447
	Automático	0,208	0,0395	0,0360	0,00251	0,543

Existem outros órgãos ambientais brasileiros o CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) e o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis)

A CETESB é o órgão técnico conveniado ao IBAMA responsável por realizar a análise e acompanhamento dos processos de emissões gasosas, evaporativas e sonoras. Após a análise a CETESB emite um Parecer Técnico Favorável ao IBAMA com todas as informações sobre os veículos.

O IBAMA é responsável por emitir a **LCVM/DA** (Licença para uso da **C**onfiguração de **V**eículo ou **M**otor / **D**eclaração de **A**tendimento ao Programa Silêncio) após receber o Parecer Técnico favorável da CETESB. A figura 31 mostra o exemplo, de uma LCVM/DA emitido pelo IBAMA a uma montadora.



Figura 31 - Tecnologias LCVM/DA emitido pelo IBAMA a uma montadora.

Fonte: Montadora<sup>29</sup>

Abaixo temos uma lista de itens verificados pela CETESB

- ✓ Motor
- ✓ Módulo de Controle do Motor
- ✓ Sensor Aquecido de Oxigênio
- ✓ Injetor de Combustível
- ✓ Bomba de Combustível
- ✓ Bobina
- ✓ Velas
- ✓ Sensor de Detonação
- ✓ Filtro de Ar
- ✓ Válvula PCV
- ✓ Válvula EGR
- ✓ Transmissão e relações
- ✓ Reservatório de Combustível
- ✓ Separador líquido-vapor
- ✓ Coletor e armazenador de vapor (Canister)
- ✓ Válvula Purga
- ✓ Catalisador
- ✓ Pneus
- ✓ Reservatório de partida a frio
- ✓ Potência e Torque
- ✓ Pesos

Qualquer alteração nos números de peças ou especificações dos itens acima deve ser informada à CETESB para atualização do processo de homologação

<sup>29</sup> Por motivos confidenciais não pode ser divulgado o nome da fonte, que corresponde a uma montadora.

#### 4.2.3 Redução de consumo de combustível

Com referência ao consumo, os entrevistados relataram que uma das principais preocupações do cliente na compra de um veículo, é o consumo de combustível. Para um carro desenvolver bem a aceleração, não necessariamente precisa ter uma potência elevada. Alguns modelos esportivos possuem potencia relativamente baixa, mas conseguem uma velocidade de 0-100 Km/h em apenas 6 segundos. O Lotus Elise, por exemplo, tem apenas 136 cavalos vapor de potência e desempenho semelhante a veículos de potência bastante superior.

O peso do veículo influencia diretamente no consumo. A relação peso/potência é a relação entre a potência do motor do veículo versus o seu peso. Um carro, pode até ter poucos cavalos de potência, mas se for leve vai andar bem e consumir pouco. Por isso a importância de se reduzir o máximo o peso do veículo. Uma das formas que temos de reduzir o peso é justamente racionalizar os chicotes elétricos e conectores através de redes de comunicação automotiva.

#### 4.2.4 Redução de custo do chicote elétrico (embora possa existir incremento no preço global do sistema elétrico).

Redução de custo é a palavra chave para sobrevivência de qualquer organização. Com a indústria automotiva não é diferente, é através da redução de custo que podemos oferecer um veículo mais barato, tornando a empresa mais competitiva, afirmam os entrevistados. Uma possível redução de custo é obtida com a racionalização de chicotes elétricos automotivos e conectores. Nesse momento não está sendo considerado a utilização de outras peças como, por exemplo, os módulos eletrônico de controle.

#### 4.2.5 Otimização do tempo de montagem do veículo na linha de montagem final.

Na linha de montagem o tempo total das operações de manufatura é de extrema importância para produção. Um produto que demora a ser montado aumenta muito o custo. Quanto menor o tempo de fabricação (sem que a qualidade seja afetada) maior a produtividade da empresa. Esse aumento da produtividade torna a empresa mais competitiva no mercado e conseqüentemente mais lucrativa.

Com a racionalização de chicotes elétricos, os números de atividades diminuem significativamente, melhorando a produtividade da linha de montagem. A função dos engenheiros é diminuir os custos sem colocar em risco a qualidade do produto, mantendo o escopo e os prazos na fabricação dos mesmos. A racionalização dos chicotes elétricos com redução de sua quantidade e do número de conectores, simplifica etapas da produção. De acordo com os entrevistados com a utilização das redes de comunicação automotiva pode-se, por exemplo, reduzir a complexidade dos chicotes elétricos.

#### 4.2.6 Melhor arranjo físico (distribuição) dos chicotes elétricos no interior do veículo.

A diminuição do chicote elétrico, além de facilitar a manufatura do veículo, melhora o *package* do chicote elétrico no interior do carro, impedindo que o mesmo ocupe muito espaço físico.

#### 4.2.7 Redução do número de conectores elétricos.

Com a redução dos chicotes elétricos, conseqüentemente poderá ocorrer uma diminuição na quantidade de conectores elétricos. Os conectores elétricos assim como a fiação elétrica possuem um peso por menor que seja, e como tal influencia na massa total, custo, e tempo de montagem.



4.2.8 Facilidade no diagnóstico de inconvenientes (defeitos) elétricos e eletrônicos no veículo, com uma maior confiabilidade e interface entre os sistemas.

Eliminando alguns chicotes elétricos, os diagnósticos dos defeitos elétricos e eletrônicos são realizados mais facilmente. Com isso o tempo de manutenção do veículo pode diminuir e o cliente pode pagar um preço mais acessível na manutenção do seu carro.

Com a inserção das redes de comunicação automotiva, esse diagnóstico fica mais simples, devido à utilização de equipamentos de diagnósticos, que fazem a verificação de vários sistemas eletroeletrônicos através da conexão com os módulos pertencentes à rede de comunicação automotiva. Sistema em rede facilita identificação de falhas com o uso de ferramentas adequadas; e a redução na complexidade facilita localização de falhas e reparo no sistema (salientando que não é recomendável a manutenção no chicote elétrico em caso de defeito deve ser substituído).

Na figura 32 é exemplificada uma rede de comunicação automotiva com vários módulos.

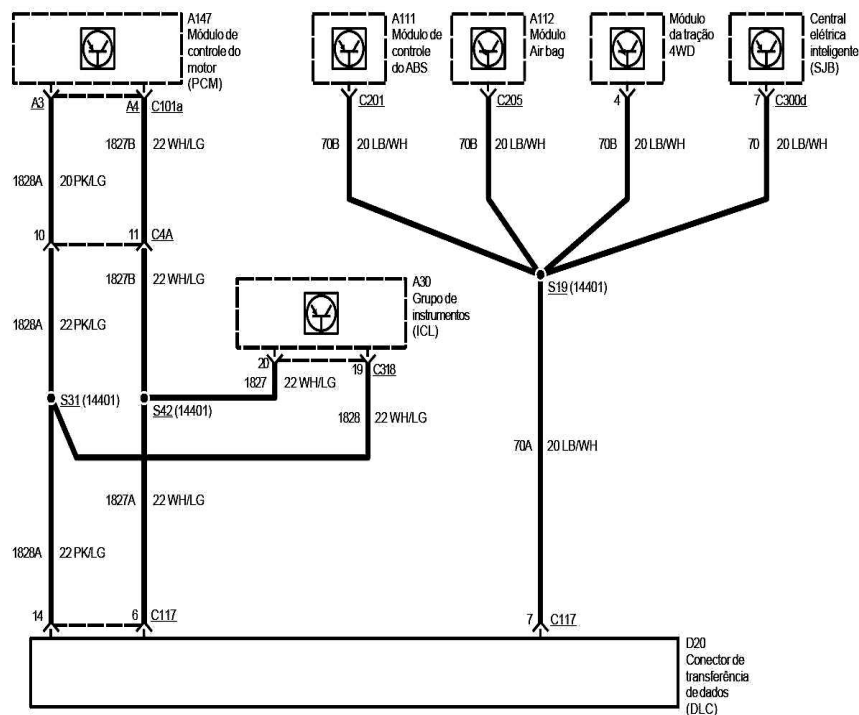


Figura 32 - Diagrama elétrico de uma rede de comunicação automotiva  
Fonte: Ford

Observa-se que existem duas redes, uma rede interligando o módulo PCM e o Cluster (grupos de instrumentos), e outra rede interligando os módulos de controle do ABS, Air Bag, Tração 4X4 e o módulo da central inteligente. Ambas as redes ligadas ao conector de diagnóstico, também chamado de conector de transferência de dados.

É através da conexão do conector de transferência de dados (conector de diagnóstico) ligados aos equipamentos de diagnóstico<sup>30</sup>, que os especialistas em manutenção de automóveis, conseguem fazer o diagnóstico e conserto dos inconvenientes (defeitos) nos veículos automotivos. Essa facilidade se deve a eletrônica embarcada automotiva e principalmente, a utilização das redes de comunicação automotiva. Com os equipamentos de diagnóstico os especialistas, conseguem se comunicar com os módulos, e desta forma conseguem fazer vários testes de sensores, atuadores e módulos, como por exemplo, testes de vidros elétricos, travas elétricas, painel de instrumentos, módulo de injeção eletrônica entre outros.

Na figura 33 mostra um especialista em manutenção de automóveis, fazendo um diagnóstico utilizando um aparelho de diagnóstico automotivo (scanner).



Figura 33 – Especialista usando equipamento de diagnóstico

Fonte: Autor

---

<sup>30</sup> Equipamento de diagnóstico – Equipamento utilizado para fazer diagnóstico dos sistemas eletroeletrônicos, através da conexão com o conector de diagnóstico.

Reduzindo-se os chicotes elétricos, os testes físicos feitos no sistema se tornam mais fáceis e a reparação do inconveniente mais rápido. Como exemplo, podemos citar a troca dos sensores, atuadores e chicotes elétricos.

#### 4.2.9 Redução do número de defeitos causados por curtos circuitos.

Uma quantidade grande de chicotes elétricos propicia a geração de curtos circuitos. Com um passar do tempo pode haver uma degradação dos chicotes elétricos, devido a vários fatores, como por exemplo, o contato do chicote do compartimento do motor com produtos químicos utilizados na lavagem do motor do veículo. Essa degradação causa inconvenientes que podem danificar vários componentes eletroeletrônicos, e principalmente os chicotes elétricos. Com a racionalização, reduzindo a quantidade de chicotes elétricos e conectores se minimiza esse tipo de inconveniente.

### **4.3 Como as redes de comunicação automotiva contribuem para a racionalização de chicotes elétricos automotivos.**

Segundo os entrevistados, as redes de comunicação automotiva contribuem muito para a racionalização de chicotes elétricos automotivos.

Abaixo segue o principal fator que coopera para essa redução, segundo os entrevistados:

- Compartilhamento de informações

#### 4.3.1 Compartilhamento de informações

As arquiteturas elétricas centralizadas retratam de forma clara, a individualidade dos sistemas eletroeletrônicos, onde cada módulo gerencia de forma independente sua função.

Essa individualidade faz com que exista um número muito grande de conectores, sensores, atuadores e principalmente, um aumento significativo no número de cabos elétricos. Os aumentos destes componentes ocorrem principalmente pela falta de

compartilhamento de informação entre os módulos como, por exemplo, compartilhamento de informações entre o PCM, Cluster.<sup>31</sup>

Na figura 34 é exemplificado, um diagrama elétrico de um veículo com a configuração centralizada. Salienta-se que se referem apenas a uma pequena parte de um diagrama elétrico, para facilidade no entendimento da explanação.

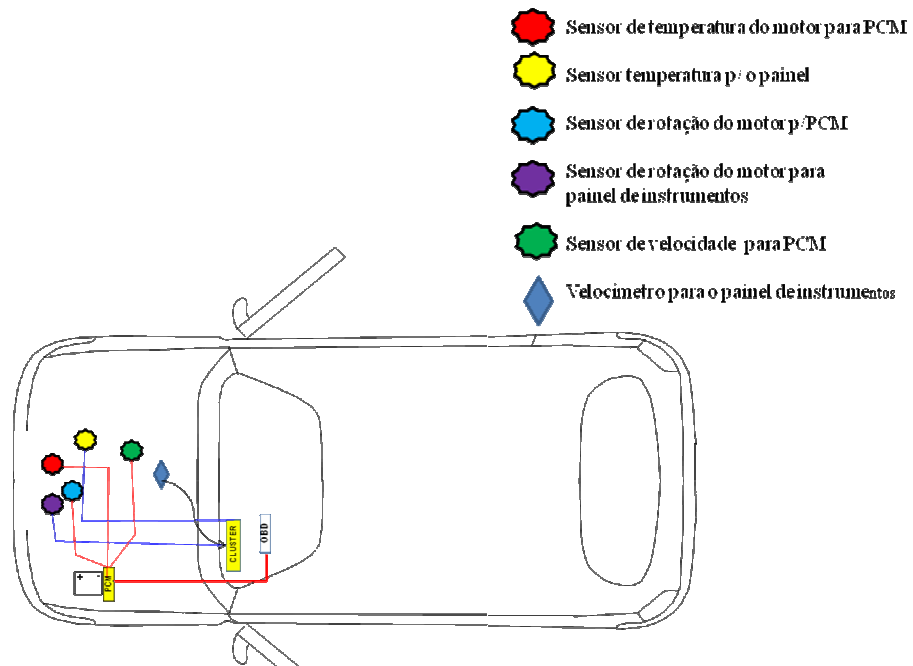


Figura 34 – Configuração centralizada

Fonte: FORD/Adaptada pelo autor

Verifica-se na figura 34 que existem dois módulos, PCM e Cluster (OBD se refere a um conector de diagnóstico), cinco sensores e um velocímetro mecânico<sup>32</sup>.

Cada sensor precisa de conectores, chicotes elétricos e algum ponto de fixação, que pode ser travas, parafusos, encaixe e outros que não serão explanados por não ser o foco do nosso estudo. Sendo assim, temos no nosso diagrama:

- 05 Sensores
- 10 Conectores de sensores/módulos
- 05 pares de fios elétricos (levando em consideração que todos fazem parte do mesmo chicote elétrico).

<sup>31</sup> PCM – módulo de controle do trem de força. Cluster – módulo do painel de instrumentos.

<sup>32</sup> Velocímetro – Instrumento responsável medir a velocidade do veículo. Neste caso o velocímetro possui um funcionamento mecânico, através de um cabo um sensor mecânico mede a velocidade das rodas motrizes.

- 05 Encaixes (pontos de fixação)
- 01 Cabo do velocímetro.

Agora será feito uma análise em um diagrama, com arquitetura elétrica distribuída. Na arquitetura elétrica distribuída, seu maior benefício é o compartilhamento de informações. Esse compartilhamento faz com que haja uma diminuição significativa de vários componentes eletroeletrônicos e até mesmo componentes mecânicos, afirmam os entrevistados. A figura 35 representa o mesmo veículo da figura 34 só que agora com um diagrama elétrico utilizando a configuração elétrica distribuída.

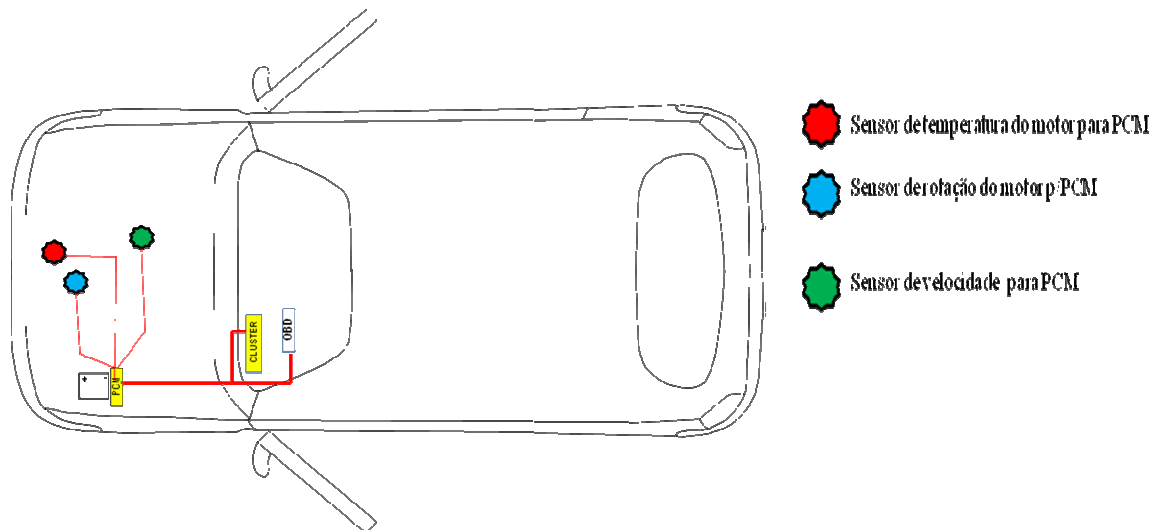


Figura 35 – Configuração distribuída  
Fonte: FORD/Adaptada pelo autor

Nota-se na figura 35, que o módulo PCM (Controle eletrônico do motor e transmissão) e o módulo Cluster (painel de instrumentos), estão interligados através de uma rede de comunicação automotiva. Verifica-se também, que houve uma redução no número de sensores, fios elétricos e conseqüentemente no número de conectores e elementos de fixação. Essas reduções ocorreram justamente pela utilização da rede de comunicação automotiva. Como os módulos podem compartilhar informações, não se faz necessário se ter dois sensores para enviar a mesma informação para os módulos. Um sensor envia a informação para um módulo que compartilha com outros módulos que fazem parte da rede.

Na figura 35, os sensores de rotação do motor, temperatura do motor e velocidade do veículo, enviam a informação para o módulo PCM que compartilha com o módulo

Cluster (o mesmo disponibiliza as informações para o usuário do veículo), reduzindo assim o número de vários componentes eletroeletrônicos. Neste caso temos no diagrama da figura 35:

- 03 Sensores
- 06 Conectores de sensores /Módulos
- 04 pares de fios elétricos (levando em consideração que todos fazem parte do mesmo chicote elétrico).
- 03 Encaixes (pontos de fixação)

A tabela 07 faz a comparação entre a utilização das duas arquiteturas, centralizada (sem redes de comunicação) e distribuída (com redes de comunicação).

Tabela 07 - Comparação entre as arquiteturas centralizada e distribuída

Fonte: Autor

	<b>Sem Redes de comunicação</b>	<b>Com Redes de comunicação</b>	<b>Redução</b>
<b>Sensores</b>	05	03	02
<b>Conexões com sensor/ módulo</b>	10	06	04
<b>Pares de fios elétricos.</b>	05	04	01
<b>Encaixes (pontos de fixação)</b>	05	03	02
<b>Cabo do velocímetro</b>	01	0	Eliminado

Além da redução do número de sensores, conectores elétricos e chicotes elétricos, foi verificada a eliminação do cabo do velocímetro, que não se fez necessário devido à informação da velocidade do veículo ser compartilhada do módulo PCM com o módulo do Cluster.

A redução em vários componentes eletroeletrônicos e a eliminação de componentes mecânicos beneficiam a redução de peso do veículo, melhora a complexidade dos

chicotes elétricos, facilitam a montagem do veículo na linha de montagem, além de ajudar na redução de custo.

A tabela 08 reflete um estudo prático feito por Guillemette Paour<sup>33</sup>, onde foi feita uma comparação entre a arquitetura centralizada e arquitetura distribuída.

Tabela 08 - Comparação prática entre as arquiteturas centralizada / distribuída

Fonte: Guillemette Paour(2012)

Aplicação	ARQUITETURA CENTRALIZADA			ARQUITETURA DISTRIBUÍDA			DIFERENÇA DE PESO DE CHICOTE	
	METRAGEM (mm)	SEÇÃO (mm <sup>2</sup> )	PESO (Kg)	METRAGEM (mm)	SEÇÃO (mm <sup>2</sup> )	PESO (Kg)	Kg	%
Vidro elétrico	13950	3	0.3750	3850	3	0.1035		
				10100	0.8	0.0724		
			0.3750			0.1759	-0,199	-0,53
Iluminação externa	1750	0.8	0.1222	5650	0.8	0.0405		
				11400	0.35	0.0358		
			0.1222			0.0762	-0,046	-38
Iluminação com Led	2500	1.5	0.0336	2500	0.35	0.0078	-0,026	-77
	5000	3	0.1344	500	3	0.0134		
Air Bag	3800	0,35	0.0119	400	0.35	0.0013		
			0.1463			0.0147	-0,132	-90

Baseado no estudo de Guillemette Paour(2012), verificou - se uma redução no peso em vários itens de alguns sistemas eletroeletrônicos. Temos como exemplo :

Air Bag – 90%

Iluminação externa – 38%

Salienta-se que o estudo de Guillemette Paour, teve como foco principal a redução do peso do chicote elétrico. Essa redução não significa que ocorrerá também uma redução no custo referente a toda estrutura do sistema eletroeletrônico.

<sup>33</sup> Guillemette Paour autor de uma artigo apresentado pela organização TE Conectivity. Estudo extraído do artigo The Benefits of Using a Decentralized Architecture Combined With Polyswitch PPTC Devices for Automotive Harness Protection. Disponível em <http://www.te.com/content/dam/te/global/english/products/Circuit-Protection/knowledge-center/documents/polyswitch-pptc-devices-for-automotive-harness-protection.pdf> Acesso em 22 de mai de 2012.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho descreveu como a utilização das redes de comunicação automotiva contribui na racionalização de chicotes elétricos automotivos em um veículo. O estudo foi baseado em pesquisas bibliográficas especializadas no assunto e uma entrevista semi-estruturada, com engenheiros mecânicos e eletricistas especializados em desenvolvimento de produtos automotivos. Foi feito o levantamento dos fatores importantes que contribuíram para o fomento da racionalização de chicotes elétricos automotivos. Foram apontados como principais fatores:

- Diminuição da massa do veículo.
- Diminuição da emissão de gases poluentes como o Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Redução do consumo de combustível
- Redução de custo do chicote elétrico (embora possa existir incremento no preço global do sistema elétrico).
- Otimização do tempo de montagem do chicote elétrico do veículo na linha de montagem final.
- Melhor arranjo físico (distribuição) dos chicotes elétricos no interior do veículo.
- Facilidade no diagnóstico de inconvenientes (defeitos) elétricos e eletrônicos no veículo, com uma maior confiabilidade e interface entre os sistemas.
- Redução do número de conectores elétricos.
- Redução do número de defeitos causados por curtos circuitos.

Na seqüência o compartilhamento de informações utilizado pelas redes de comunicação automotiva, foi considerado o principal fator que contribuiu para a racionalização de chicotes elétricos automotivos, por influenciar diretamente na redução dos mesmos, na melhoria da distribuição física, otimização no projeto, fabricação (*package*) e na redução de vários componentes eletroeletrônicos automotivos como, por exemplo, número e complexidade dos conectores elétricos, acarretando em redução de custo (redução de custo no chicote elétrico e não do sistema como todo), maior confiabilidade e montagem facilitada.



Foram feitas comparações entre dois diagramas elétricos:

- Diagrama com uma configuração elétrica utilizando a arquitetura centralizada
- Diagrama com uma configuração elétrica utilizando arquitetura distribuída (arquitetura usada nos sistemas eletroeletrônicos que utiliza redes de comunicação automotiva).

Na explanação verificou-se que na configuração utilizando arquitetura centralizada, que os módulos trabalham de maneira independente, ou seja, a informação recebida por um módulo não é compartilhada com outros módulos. Na figura 35 pg.64, que se refere à arquitetura centralizada, foi verificado que a os módulos trabalham de maneira independente, fazendo com que houvesse uma quantidade de chicotes elétricos, conectores e sensores consideráveis. Observou-se que sensores que possuem a mesma função, enviavam a mesma informação para módulos diferentes. Na arquitetura distribuída, observou-se que os módulos estão interconectados. Isso faz com que esses módulos, compartilhem informações e não trabalhem de forma independente. A figura 36 pg.65, que se refere à arquitetura elétrica distribuída, ficou explicito a redução de fios elétricos (fios considerados existentes no mesmo chicote elétrico), sensores assim como eliminação de outros componentes (cabo do velocímetro).

Todos esses benéficos citados ficaram também evidenciados através do estudo prático realizado por Guillemette Paour<sup>34</sup> no comparativo feito entre as duas arquiteturas elétricas estudadas e pelo estudo prático realizado no Apêndice II.

Foi verificada também, a facilidade com que os especialistas em manutenção automotiva, possuem em identificar os inconvenientes (defeitos) nos veículos e a facilidade na manutenção, decorrentes da redução da complexidade dos sistemas eletroeletrônicos através das redes de comunicação automotiva.

Desta forma, através das informações obtidas através do referencial teórico, da pesquisa feita por especialista da área (Guillemette Paour), pelas informações obtidas através dos entrevistados e estudo prático realizado(Apêndice II), conclui-se

---

<sup>34</sup> Guillemette Paour autor de uma artigo apresentado pela organização TE Connectivity. Estudo extraído do artigo The Benenefits of Using a Decentralized Architecture Combined With Polyswitch PPTC Devices for Automotive Harness Protection. Disponível em <http://www.te.com/content/dam/te/global/english/products/Circuit-Protection/knowledge-center/documents/polyswitch-pttc-devices-for-automotive-harness-protection.pdf>  
Acesso em 22 de mai de 2012.

que a utilização das redes de comunicação automotiva contribui de forma significativa na racionalização de chicotes elétricos, trazendo outros benefícios como citado anteriormente. Salieta-se também que a racionalização de chicotes elétricos através das redes de comunicação automotiva pode reduzir o custo como, por exemplo, a diminuição da quantidade de chicotes elétricos ou cabos, porém poderá ter um aumento no valor do custo total do sistema eletroeletrônico, devido a inserção de outros componentes como módulos, centrais elétricas inteligentes, uso de protocolos de comunicação e desenvolvimento de softwares.

Fica a critério da empresa verificar o escopo do projeto e avaliar o custo benefício antes de desenvolver o produto. Salieta-se que o desenvolvimento do produto tem que atender ou superar as expectativas dos clientes. Desta forma, melhora a competitividade no mercado e principalmente a satisfação dos clientes, que é o foco de toda organização.

Diante do alcance dos objetivos propostos, criam-se expectativas para que o presente trabalho possa contribuir, para as novas pesquisas que irão surgir, e que as conclusões aqui enunciadas possam despertar estudos mais aprofundados sobre o assunto aqui abordado. Com base nos conhecimentos adquiridos, pela elaboração deste trabalho monográfico, apresentam-se propostas para desenvolvimento de trabalhos futuros.

Como sugestão deste trabalho fica a proposta de análise de comparação mais detalhado, utilizando veículos iguais ou similares, verificando a metragem, a pesagem e outros elementos relevantes.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Wilson. Topologia de redes de computadores. Disponível em <http://wilson-redes.sites.uol.com.br/redes7.html>. Acesso em 11 de Dez de 2011.

ALIBABA.COM. Disponível na URL <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/auto-electrical-connector-507002042.html>. Acesso em 21 de Abr de 2012

BLANCO, Mirian. Montadoras brasileiras estudam aplicar alumínio na Fiação elétrica de automóveis. Disponível: <http://www.abal.org.br/aluauto/ed25/PDFs/cabos.pdf> em 05 de fev 2012.

BONI, Vadete Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Disponível : [http://www.emtese.ufsc.br/3\\_art5.pdf](http://www.emtese.ufsc.br/3_art5.pdf) em 15 fev 2012.

CARVALHO, João Antonio. **Redes de Computadores - Noções Básicas**. Disponível em: <http://www.algosobre.com.br/informatica/redes-de-computadores-nocoos-basicas.html>. Acesso em: 11 Dez 2011.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações** – Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

DEL CASTILLO, Renata Almeida Fonseca. **Aprendendo sobre pesquisas**. Disponível em: [http://www.ead.unicamp.br/trabalho\\_pesquisa/index.htm](http://www.ead.unicamp.br/trabalho_pesquisa/index.htm). Acesso em: 30 Fev 2012

E-books – A Bíblia do automóvel. Disponível : <http://e-livraria.blogspot.com/2011/01/biblia-do-automovel.html> . Acesso dia 22 de Fev de 2012.

FORD DO BRASIL – Literatura de Serviço. Ford Fiesta. Edição março de 2009.

FORD DO BRASIL – Módulo de Treinamento de Serviço. Conceito e funcionamento de sistemas eletrônicos. São Paulo 2004.

GUILLEMETTE Paour, TE Circuit Protection. The The Benenefits of Using a Decentralized Architecture Combined With Polyswitch PPTC Devices for Automotive Harness Protection. Disponível em [http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/Toguchi\\_Deny.pdf](http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/Toguchi_Deny.pdf). Acesso em 22 Mai 2012.

GUIMARÃES, Alexandre. Eletrônica Embarcada Automotiva. -1. Edição – São Paulo: Érica, 2007.

GUIMARÃES, Aleixandre. Can Bus Barramento. Controller Area Network Implementação Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/47178431/CAN-BUS-> Acesso em: 17 de dez de 2011.

Integrated Publishing: Eletrical Engineering Training Series. Disponível na URL <http://www.tpub.com/neets/book4/11e.htm>. Acesso em 21 de Abr de 2012

KRAEMER, Marco. Arara Azul – Informativo do complexo General Motors de Gravataí. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/empresarial/4.pdf> Acesso em: 30 de Fev 2012.

MARTINEZ, Marina. Topologia de Redes. Disponível em <http://www.infoescola.com/informatica/topologias-de-redes/>. Acesso em 18 de Fev de 2012.

MARTINS, Maria Alice Hofmann. **Metodologia da Pesquisa**. Disponível em <http://mariaalicehof5.vilabol.uol.com.br/> Acesso em: 30 Out 2011

MENDONÇA, Alexandre; ZELENOVSKY, Ricardo. Introdução às Redes Intraveiculares. Disponível em: <http://www.mzeditora.com.br/artigos/veicular.htm>. Acesso em: 30 dez 2011.

SANTOS, Max Mauro Dias. Redes de Comunicação Automotiva: características, tecnologias e aplicações – 1. Edição – São Paulo: Érica, 2010.

Treinamento de Serviço Ford. Apostila Conceito e funcionamento de sistemas eletrônicos. São Paulo – 2004

TANAKA, Oswaldo Y.; Melo, Cristina. Avaliação de Programas de Saúde do Adolescente- um modo de fazer. São Paulo: Edusp, 2001.

TOGUCHI, Deny A aplicação da metodologia do valor na avaliação tecnológica de um sistema automotivo. Disponível em [http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/Toguchi\\_Deny.pdf](http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/Toguchi_Deny.pdf) Acesso em 08 Fev 2012.

Tonsig, Sergio Luiz. Engenharia de Software - Análise e Projeto de Sistemas. São Paulo: Futura, 2003

VERGARA Sylvia Constant. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração -4ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

VOLKSWAGEM DO BRASIL – Módulo de Treinamento de Serviço. São Paulo 2003.

WIKIPÉDIA. Disponível na URL <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema>. Acesso em 20 Fev de 2012

## APÊNDICE I

**Questões (Guia) utilizadas para a entrevista com os Engenheiros especialistas na área de desenvolvimento de produto automotivo.**



**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL  
FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI - CIMATEC  
CURSO de Especialização em Engenharia Automotiva**

**QUESTÕES (GUIA)**

- 1 °) Quais os benefícios que uma rede de comunicação automotiva oferece ao veículo ?
- 2°) Em relação ao custo X benefício, é viável utilizar uma rede de comunicação automotiva ?
- 3°) Qual a origem da rede de comunicação automotiva ?
- 4°) Quais foram os primeiros veículos a utilizarem essa tecnologia?
- 5°) A implementação da rede no veículo, reduz a quantidade de chicote elétricos?
- 6°) Algum benefício ao meio ambiente, em relação a redução de emissões?
- 7 °) De que forma uma rede influencia na autonomia (consumo) de combustível do veículo?
- 8 °) Como os módulos são interligados?
- (9° Qual (ais) os(s) ganhos(s) perceptíveis, que os clientes percebem ao comprar um veículo com esta tecnologia?
- 10° Como funciona uma rede automotiva sem fio (Wireless)?
- 11° Esse tipo de tecnologia é confiável?
- 12° Como são feitos os diagnósticos em uma rede de comunicação automotiva?

## APÊNDICE II

### Estudo de caso - Características de um chicote elétrico automotivo do sistema de gerenciamento do motor: monitoramento da temperatura sem rede / com rede.

Em uma comparação entre dois veículos, um com o uso de rede de comunicação e outro sem o uso da rede, foi analisado o uso dos seguintes sensores:

- Sensores da temperatura motor.
- Sensor de indicação da temperatura do motor para indicação no painel de instrumentos.
- Sensor de temperatura do motor para acionamento do eletro ventilador do sistema de arrefecimento.

Foi feito uma estimativa através da medição do peso e medição do comprimento do chicote elétrico utilizado pelos sensores citados acima.

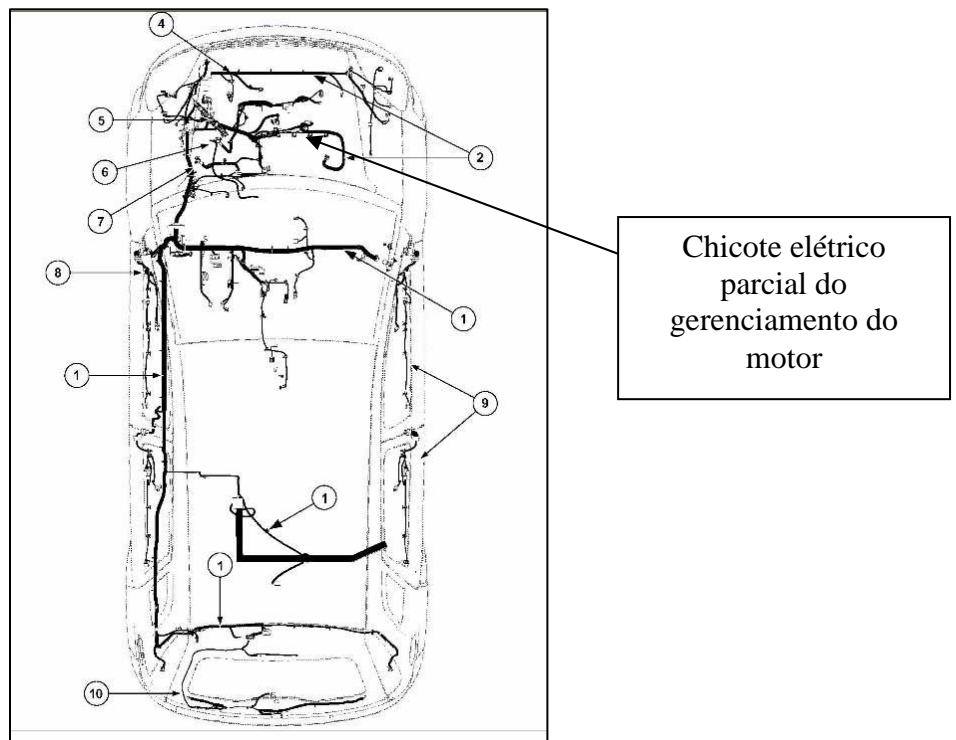


Figura 36 – Configuração geral dos chicotes elétricos de um veículo

Fonte: FORD



Tabela 09 - Comparação prática entre as arquiteturas centralizada e arquitetura distribuída enfoque sensores de temperatura

Fonte: Autor

	Sem Redes de comunicação	Com Redes de comunicação	Redução
<b>Sensores</b>	03	01	02
<b>Peso dos sensores</b>	100g	50g	50g
<b>Pares de fios elétricos.</b>	06	02	04
<b>Encaixes (pontos de fixação)</b>	06	02	04
<b>Comprimento</b>	21,55m	16,75m	4,80m
<b>Conectores</b>	03	01	02

Abaixo seguem algumas figuras das análises:



Figura 37 – Pesagem do Sensor de temperatura para ativação do eletro ventilador

Fonte: Autor



Figura 38 – Pesagem do conector do sensor de temperatura do motor

Fonte: Autor



Figura 39 – Pesagem do sensor de temperatura do motor

Fonte: Autor



Figura 40 – Pesagem do chicote do motor

Fonte: Autor