

SOFTWARE EMBARCADO, O CRESCIMENTO E AS NOVAS TENDÊNCIAS DESTE MERCADO

Luiz Arthur Malta Pereira, Francine Roberta Carvalho, Thatiane Bortolucci, Marcelo Henrique Moraes – Centro Universitário Anhanguera Leme

RESUMO: Nos últimos anos ocorreu um crescimento significativo na utilização de *softwares* embarcados em equipamentos eletrônicos. É visível que esta tecnologia não está sendo utilizada somente em dispositivos complexos, e que sua adoção agrega mais funções e benefícios à indústria, ao equipamento e ao usuário final. Os *sistemas* embarcados geralmente fazem parte de um sistema maior, com a finalidade de realizar algumas tarefas pré-programadas. Assim, o objetivo deste trabalho é verificar a tendência do mercado dos *softwares* embarcados, a importância destes sistemas para os novos equipamentos eletrônicos e o surgimento de *softwares houses* para desenvolvimento de sistemas embarcados.

ABSTRACT: In the last few years, there's been a significant growth in the use of software embedded in electronic equipment. It is apparent that this technology is not being used only in complex devices, its adoption adds more features and benefits to industry, the equipment and the end user. Embedded systems are generally part of a larger system, in order to perform some pre-programmed tasks. The objective of this study examined the trend of the market for embedded software, the importance of these systems for new electronics equipments and the emergence of software houses for development embedded systems.

PALAVRAS-CHAVE:
Software embarcado,
microcontroladores, PIC.

KEYWORDS:
Embedded Software,
Microcontrollers, PIC.

Artigo Original
Recebido em: 22/10/2010
Avaliado em: 14/02/2014
Publicado em: 28/04/2014

Publicação
Anhanguera Educacional Ltda.

Coordenação
Instituto de Pesquisas Aplicadas e
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Correspondência
Sistema Anhanguera de
Revistas Eletrônicas - SARE
rc.ipade@anhanguera.com

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, se presencia uma crescente utilização de sistemas embarcados em praticamente todos os equipamentos eletrônicos disponibilizados no mercado. Antes estes sistemas eram apenas utilizados em equipamentos complexos, mas atualmente estão presentes em todas as tecnologias eletrônicas simples e comuns no dia a dia. Os segmentos que mais demandam o uso destes sistemas são os de telecomunicações, eletrônica de consumo, automação industrial e automotivo, além de sistemas médicos, aeroespaciais entre outros (ZELENOVSKY e MENDONÇA, 2008).

Ainda conforme Zelenovsky (2008), com a adição desta tecnologia, os equipamentos estão ganhando tamanhos cada vez menores, e suas funções e tecnologias envolvidas cada vez mais avançadas. Por um lado, isso se torna muito útil, pois ajuda na miniaturização dos equipamentos eletrônicos. Porém, por outro lado, uma maior complexidade na programação destes sistemas é exigida, ou melhor, na construção dos *softwares* que serão embarcados nestes equipamentos. Para que se possa entender melhor a evolução dos softwares embarcados e a sua importância, um bom exemplo é o das máquinas fotográficas. Na década de 60 o seu funcionamento era totalmente mecânico, e o fotógrafo precisava definir todas as configurações necessárias para conseguir obter uma foto de qualidade ou simplesmente utilizá-la. Já na década de 70 alguns componentes eletrônicos começaram a ser incorporados, gerando recursos novos e facilitando seu uso, como, por exemplo, o fato de algumas câmeras possuírem um medidor de luminosidade do ambiente – um dispositivo que, quando acionado, realiza uma medição da intensidade de luz no ambiente e se necessário aciona o *flash* automaticamente. Em seguida, contadores automáticos de fotos foram incrementados e medidores de distância para a regulação do foco foram acoplados, entre vários outros recursos até a chegada das máquinas fotográficas digitais, onde basta o usuário apertar um botão e toda a operação é realizada automaticamente, sem a necessidade de o usuário conhecer as funções ou precisar configurar todas as opções existentes, sem contar o fato de que as fotos das máquinas antigas precisavam ser reveladas, e hoje estas fotos são digitais e podem ser descartadas facilmente se o resultado obtido não for o esperado. Observando essa evolução ao longo dos anos, é possível concluir que nos tempos atuais, em um simples forno de microondas, se encontra uma capacidade computacional maior do que possuía o projeto Apolo, que levou o homem à Lua em 1969 (CUNHA, 2008).

Assim, o objetivo deste trabalho é verificar a tendência do mercado dos *softwares* embarcados, a importância destes sistemas para os novos equipamentos eletrônicos, e verificar ainda a tendência para o surgimento de *softwares houses* para sistemas embarcados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Sistemas embarcados

Normalmente a palavra *embarcado* está relacionada ao fato de ser uma parte funcional de um sistema como um todo, ou seja, um *software* embarcado é responsável por uma determinada função em um sistema maior de maneira contínua e na maioria das vezes sem travamentos ou *panes* (TAURION, 2005).

Para entender como funcionam esses sistemas e a necessidade de utilizá-los, é preciso conhecer a forma como trabalham os processadores onde os mesmos são armazenados. Os processadores podem ser divididos em duas categorias: microprocessadores e microcontroladores. Os Microprocessadores são circuitos integrados capazes de executar instruções a este submetidas, agem sob o controle de um programa armazenado na memória, executando operações aritméticas, lógica booleana, além de controlar a entrada e saída de dados, permitindo a comunicação com outros dispositivos e periféricos. Os microprocessadores estão presentes em sua quase totalidade em computadores.

Como os microprocessadores precisam necessariamente de outros dispositivos para seu funcionamento, tais como memória e controladores de entrada e saída de dados, o mercado criou uma necessidade de um sistema de processamento, que já incorporasse os dispositivos necessários para seu funcionamento, assim, os micro-controladores foram criados.

O micro-controlador é uma espécie de “mini computador” ou “computador em apenas um chip”, pois em um chip são integrados: processador, memória e funções de entrada/saída. Na Figura 1, mostra-se um exemplo de sistema embarcado controlando uma determinada tarefa.

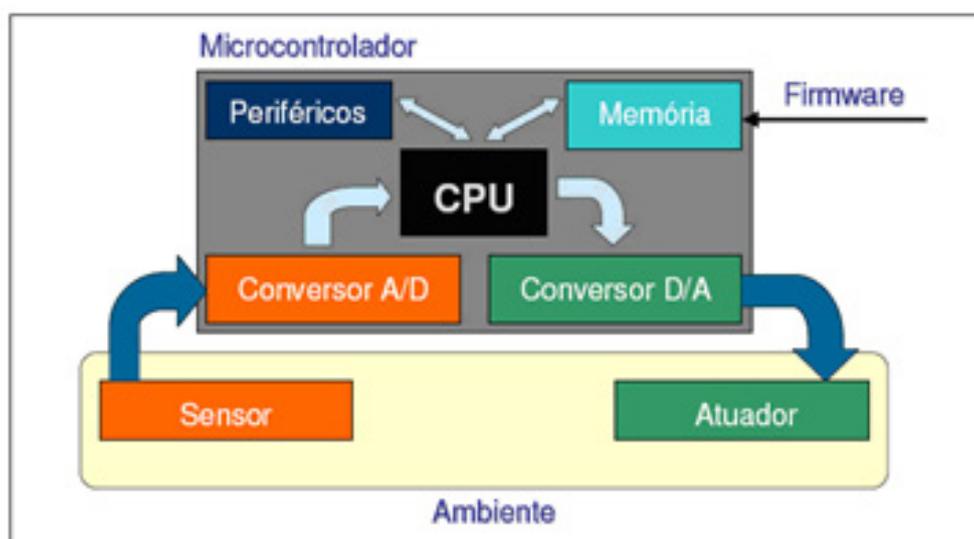


Figura 1. Diagrama básico de um sistema embarcado dotado de um micro-controlador, monitorando o ambiente.

2.2. Uso de sistemas embarcados

Um bom exemplo de sistema embarcado é este MP4 player, conforme ilustração apresentada na Figura 2. O MP4 citado utiliza apenas três circuitos integrados: controlador principal, memória flash (usado para armazenamento) e o terceiro que é um sintonizador de rádio AM/FM, que não interfere nas demais funções do aparelho.

O circuito integrado principal do equipamento é o Sigmatel STMP3510, que possui um micro-controlador interno que controla todas as funções do aparelho. O circuito ainda incorpora uma memória interna que pode armazenar dados ou pequenos arquivos do usuário.



Figura 2. Placa mãe de um MP4 Player.

Como o micro-controlador ficou responsável por quase todas as funções do aparelho eletrônico, a utilização deste circuito integrado fez com que modems *ADSL*, *MP3 players*, celulares e outros aparelhos tivessem seus preços reduzidos, em comparação com o preço há alguns anos atrás. Com menos componentes eletrônicos, o valor do equipamento final é menor, e com um valor menor cria-se um aumento nas vendas, essa tendência na formação de um *loop* faz o preço destes equipamentos diminuírem consideravelmente.

Para o monitoramento de uma porta automática, que se abre na detecção de uma pessoa, por exemplo, é necessário apenas um micro-controlador simples, que contenha uma entrada para o sensor e uma saída que ativará o motor da porta. Uma vez que em um micro-controlador as memórias RAM e ROM, conversores AD (Analogico/Digital), RTC (Timer), controladores Serial e/ou USB e a CPU estão em um mesmo bloco, a utilização deste equipamento para a solução deste problema se torna simples. A portabilidade, a economia e a manutenção do micro-controlador são beneficiadas pelo fato de tudo estar em um mesmo bloco. Como, na maioria dos casos, os projetos requerem soluções simples, não há necessidade de uma grande capacidade de processamento, assim a utilização de micro-controladores reduz o custo de manutenção destes sistemas.

Existem projetos que necessitam de grandes capacidades de processamento e outros que demandam por pouco processamento, assim, existem basicamente duas linhas de pesquisas, com objetivos bem diferentes: uma criando micro-controladores mais robustos para atender produtos dotados de mais tecnologia e necessidade de processamento, como os novos celulares ou receptores de TV digital, e outra para criar micro-controladores simples e baratos de baixo processamento para aplicações elementares (como um chaveiro que emite sons ou um relógio digital, por exemplo). A figura 3 ilustra os dispositivos de um micro-controlador.

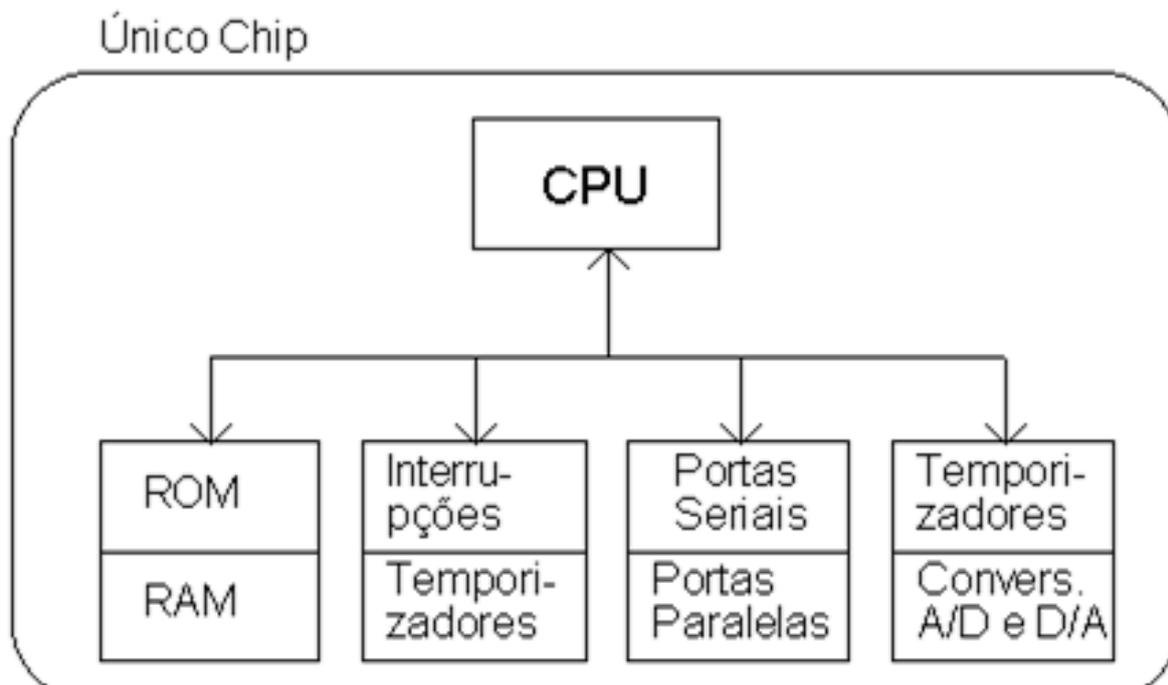


Figura 3. Diagrama em blocos de um sistema micro-controlado

De acordo com o gerente de novas tecnologias aplicadas da IBM do Brasil, César Taurion, em artigo publicado no *site* eletrônico.org, praticamente todo o dispositivo eletrônico é dotado de um *microchip*, que contém um *software* embarcado denominado *firmware* (TAURION, 2008). Equipamentos eletro-eletrônicos da década de 80 já saíam das lojas com suas configurações de funcionamento determinadas, pois possuíam circuitos eletrônicos não programáveis e executavam sempre a mesma função, raros eram os equipamentos que tomavam decisões de acordo com as variáveis do momento da atuação. Com o advento dos *softwares* embarcados, os fabricantes destes dispositivos puderam disponibilizar em seus *websites*, ferramentas para atualizações destes *softwares*, assim, com a atualização destes *firmwares*, o usuário pode fazer correção de possíveis erros que o equipamento pode apresentar, ou atualizar o equipamento, para que este venha a realizar novas funções.

O uso dos softwares embarcados na indústria não é mais uma questão restrita aos setores de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), mas parte integrante e essencial das estratégias de diferenciação competitiva dos seus produtos, como explica Taurion (2008). Alguns números já demonstram a importância da tecnologia de sistemas embarcados no setor industrial, esta pode contribuir para a diferenciação dos equipamentos e ainda tornar o equipamento

mais competitivo, pois já se observa que uma parcela significativa da diferenciação entre os produtos se baseia na maior oferta de funcionalidades suportadas por esta tecnologia de sistemas embarcados.

A revolução digital tem mudado e vai continuar mudando a dinâmica de muitas indústrias. Na indústria de eletroeletrônicos se vê claramente a digitalização substituindo o mundo analógico. Torna-se cada vez mais importante melhorar a qualidade dos *softwares* embarcados, pois estes se tornam cada vez mais complexos e os produtos físicos se tornam cada vez mais dependentes dos *softwares* integrados. Estima-se que 50% dos *recalls* das indústrias automotivas, ocorram devido a defeitos “*bugs*” nos *softwares*, de acordo com Taurion.

Porém, apesar da importância dos softwares nesses setores, ele acaba passando despercebido pelo usuário. Isso ocorre porque o consumidor compra um automóvel, uma televisão ou um celular, mas não pode escolher o software que vem integrado a este equipamento, ou simplesmente não tem noção de que o produto contém e necessita de um software para seu funcionamento. Este *software* acaba se tornando invisível, embora sem ele a maioria dos produtos não tenha condições de oferecer as funcionalidades disponíveis.

Ainda segundo Taurion (2008), não se pode determinar se ocorrerá o surgimento de *software houses*, empresas focadas exclusivamente nessa fatia de mercado, como existe na indústria de software tradicional. Posteriormente, à medida que padrões comecem a ser estabelecidos, é grande a possibilidade de em alguns setores a comercialização deste software passe a ser independente do produto físico, já que a maioria dos produtos possui interfaces de *softwares* proprietários, que são aqueles cuja redistribuição ou alteração são protegidas por leis. Ainda se espera uma grande demanda por *softwares* embarcados. Atualmente nos mais variados setores, mas, principalmente no mercado de Telecomunicações, como apresenta o gráfico da figura 4. Esta área já representa 35% dos setores que mais necessitam desta tecnologia, e vem seguido pelo setor de eletrônica de consumo, que engloba os equipamentos eletrônicos para uso pessoal, como telefones, *MP3 e MP4 players*, relógios digitais, entre outros, que possuem uma necessidade cada vez maior de incorporar *softwares* em seus produtos. Em terceiro lugar se encontra o setor de automação industrial, que também engloba a robótica, em seguida se encontra a indústria automotiva.

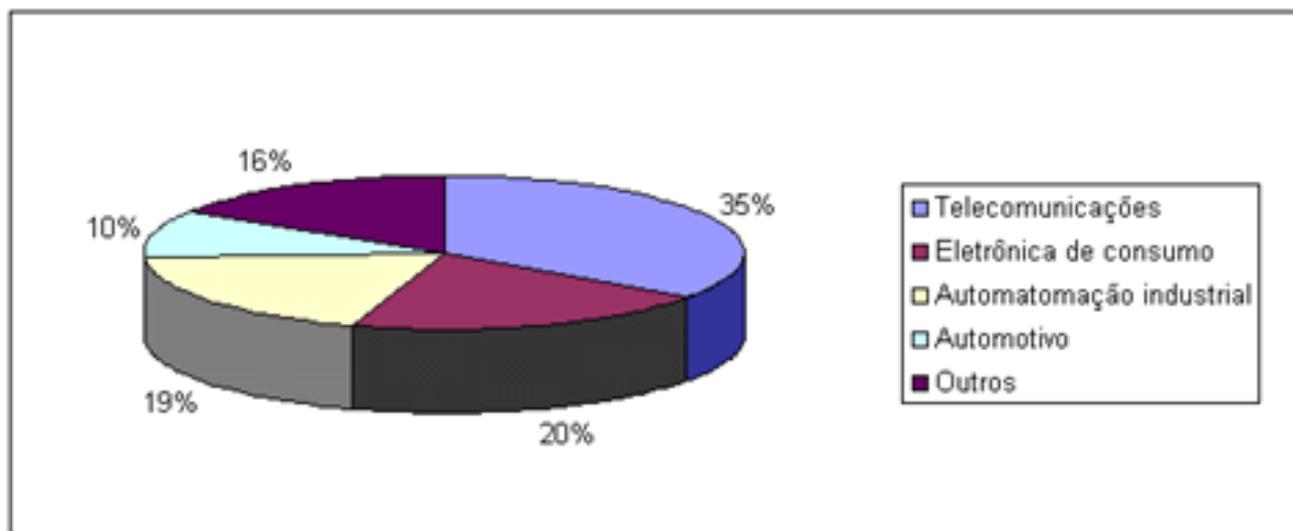


Figura 4. Setores que mais utilizam softwares embarcados.

2.3. Os *softwares* embarcados alterando a engenharia dos automóveis

Muitas indústrias que competiam pela qualidade do seu produto físico, como automóveis e eletrodomésticos, estão de maneira crescente começando a adotar *softwares* embarcados em seus produtos. Em alguns setores como, por exemplo, o automotivo, as estimativas apontam que a maioria das futuras inovações serão baseadas em tecnologia de *software* e não mais nas partes mecânicas. Um automóvel moderno, mesmo que não seja um carro de luxo, já possui varias funções realizadas por micro-controladores com controle realizado via *softwares* embarcados, como por exemplo, o sistema de alarme e o sistema de injeção eletrônica. No segundo caso, para que o motor tenha um funcionamento suave, econômico e que diminua a contaminação do meio ambiente, este recebe uma mistura de ar e de combustível, de acordo com a faixa de rotação do motor. Em modelos mais antigos, este processo é realizado por carburadores, e por mais que estes estejam com uma boa regulagem não conseguem alimentar o motor, com a mistura certa no seu regime de funcionamento, provocando um aumento na poluição e no consumo. Já os sistemas de injeção eletrônica, dispostos nos carros mais modernos, permitem que o motor receba a mistura necessária, assim, o consumo e a poluição são reduzidos.

Os catalisadores possuem um papel importante no desenvolvimento destes sistemas de injeção eletrônica, pois medem a quantidade de oxigênio presente no sistema de exaustão. Com esses dados, o micro-controlador controlado pelo *software* embarcado pode corrigir a mistura e quantificá-la da melhor forma possível.

Os primeiros sistemas criados de injeção eletrônica de combustível foram os *single-point* ou *monoponto*, que basicamente consistem em uma válvula injetora ou bico, que faz a pulverização do combustível junto ao corpo da borboleta do acelerador. Quando o pedal do acelerador é acionado o processo dá inicio, a válvula (borboleta) se abre fazendo com

que o ar seja admitido, e um sensor acoplado no eixo da borboleta informa a quantidade de ar presente na mistura. Com essa informação o sistema pode determinar se é necessária uma maior quantidade de combustível, assim, esta correção é feita automaticamente pelo sistema. Nos carros carburados, nos dois sistemas *single-point* e *multi-point*, os bicos injetores liberam combustível ao motor pelo tempo em que estes permanecem abertos, independente da necessidade de queima. Na injeção eletrônica, o sensor do corpo da borboleta e os sensores de temperatura indicam quanto de combustível deve ser liberado e o alcance da temperatura correta no seu funcionamento. Através do sensor de pressão, pode-se medir a pressão absoluta no tubo de aspiração que informa como o motor está funcionando naquele instante e assim, o volume seguinte de combustível é enviado. (INJEÇÃO, 2009).

A tecnologia de softwares embarcados possibilita a criação de equipamentos eletrônicos cada vez mais eficientes, como o sistema que vem sendo desenvolvido por pesquisadores da Universidade do Sudeste da Geórgia, nos Estados Unidos. O equipamento eletrônico será instalado em veículos, e no caso de ocorrer um acidente, este promete ser capaz de determinar a natureza do acidente e acionar imediatamente os serviços médicos de emergência ou de socorro da rodovia. O sistema foi desenvolvido em linguagem de programação Java e utiliza sensores comuns facilmente encontrados, além de um inclinômetro – instrumento utilizado para medir ângulos de inclinação e elevação – que detecta capotamentos. Após o acidente, o sistema colhe dados sobre o evento e o posicionamento do automóvel que é feito por um GPS acoplado ao sistema. Os dados colhidos são enviados através de ondas de rádio a central de controle, e assim, a equipe de socorro recebe todas as informações do acidente, além da posição exata para o atendimento (CARROS, 2009).

2.4. Cuidados necessários com sistemas embarcados

O crescimento da utilização da tecnologia de software embarcado nos equipamentos eletrônicos está causando uma dependência tecnológica, e em alguns casos esta tecnologia precisa ser revista, pois erros na programação dos *softwares* podem causar problemas, desde simples contratemplos até mesmo danos mais sérios. Em aplicações que exigem respostas críticas, onde falhas podem gerar graves problemas financeiros, manchar a imagem de uma empresa ou até mesmo ocasionar a perda de vidas, onde se pode citar o exemplo dos sofisticados e modernos sistemas embarcados existentes em aviões, a exigência de estabilidade e confiabilidade é primordial, assim, esses softwares embarcados precisam ter sua segurança garantida, e as correções dos *firmwares* devem ser controladas. É importante ressaltar que esses procedimentos acabam elevando o custo dos equipamentos, pois é necessária uma grande infra-estrutura e mão-de-obra especializada (TAURION, 2008b)

Ainda de acordo com Taurion (2008), um forte exemplo de falha ocorrida em um sistema embarcado, que acabou com um desfecho catastrófico, ocorreu na guerra das Malvinas,

quando a fragata inglesa Sheffield afundou porque o software do seu radar identificou de forma errônea um míssil argentino e não acionou as defesas antimísseis. Outro caso igualmente infeliz ocorreu durante a primeira Guerra do Golfo em 1991, quando uma falha de precisão de software, aparentemente pequena, cerca de 0,000000095 segundos em cada décimo de segundo, gerou uma imprecisão acumulada em 100 horas, que fez com que um míssil *Patriot* não conseguisse interceptar um míssil iraquiano Scud, que explodiu no alvo, matando 28 pessoas.

3. CONCLUSÃO

A análise realizada nesse trabalho mostra que os sistemas embarcados estão cada vez mais presentes nos equipamentos eletrônicos, são dispositivos “invisíveis” que se fundem a equipamentos maiores e acabam por ser imperceptíveis aos usuários. Diferente de computadores de propósito geral, estes sistemas realizam tarefas pré-definidas com requisitos específicos se limitando a executá-las de maneira contínua. Geralmente residem em máquinas que podem trabalhar continuamente por vários anos sem erros, são encapsulados em micro *chips* que possuem microprocessadores. Este estudo conclui que estes sistemas representam uma das áreas mais promissoras dentro da área de tecnologia eletrônica.

O possível surgimento de um mercado de software embarcado independente poderá acontecer com maior rapidez em setores onde a padronização ocorre de maneira mais eficaz, como no setor de telecomunicações. Com o estudo ainda não é possível afirmar se em um futuro próximo existirá um cenário onde o usuário irá adquirir um celular e o *software* necessário será comprado separadamente, onde sua escolha será baseada nas funcionalidades e preços disponíveis.

REFERÊNCIAS

TAURION, C. , *Software Embarcado, A nova onda da Informática*. 1ª ed. 2005.

ZELENOVSKY, Ricardo e MENDONCA, Alexandre. Introdução aos Sistemas Embutidos, maio. 2008 <(http://www2.eletronica.org/artigos/electronica-digital/introducao-aos-sistemas-embutidos/> - acessado em 01/06/2009)

CUNHA, F. A., O que são sistemas embarcados?, *Saber eletrônica*, janeiro. 2008 <(http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/274>, acessado em 10/06/2009)

TAURION, Cezar, Linux em Tempo Real, *Eletrônica.org*, maio. 2008, < http://www2.eletronica.org/artigos/electronica-digital/linux-em-tempo-real>, acessado em 21/05/09).

TAURION2, Cezar, Linux em Tempo Real 2, *Eletrônica.org*, maio. 2008, < http://www2.eletronica.org/artigos/electronica-digital/linux-em-tempo-real-2>, acessado em 21/05/09).

CARROS, emitirão aviso automático em caso de acidentes, *Redação do site inovação*, Fevereiro. 2009, (<http://www.envenenado.com.br/howwork/injecao/injecao.html>, acessado em 02/06/2009).

EVELLYNE, B. S., Formação contínua de sistemas embutidos de tempo real aplicados a indústria do petróleo, Janeiro. 2007. (<http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH22/Evellyne-da-Silva-Batista_PRH22_UFRN_G.pdf>, acessado em 21/05/09)

INJEÇÃO, Eletrônica, Envenenando, 2009, (<http://www.envenenado.com.br/howwork/injecao/injecao.html>>, acessado em 12/06/2009).

SICA, Carlos. Sistemas Automáticos com Microcontroladores 8031/8051. 1.ed. São Paulo - SP: Novatec, 2006.

Atualização disponível para o seu carro. Fazer o download agora?, Redação do Site Inovação Tecnológica, Março. 2009, (<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=atualizacao-disponivel-para-o-seu-carro-fazer-o-download-agora-&id=010170090330>>, acessado 21/05/09).

Carros emitirão aviso automático em caso de acidentes, Redação do Site Inovação Tecnológica, Fevereiro. 2009. (<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=carros-emitirao-aviso-automatico-em-caso-de-acidentes&id=010170090213>>, acessado em 21/05/09).

Introdução aos Sistemas Embutidos, Eletrônica.org, Maio. 2008, (<<http://www2.eletronica.org/artigos/eletronica-digital/introducao-aos-sistemas-embutidos/>>, acessado em 01/06/09).

MARCIA, N. S. K.; Silva, J. R.; HIRA, A. D.; ZUFFO, M.K. Estudo de requisitos do software embarcado no segmento da telemedicina, Núcleo de telemedicina, dezembro. 2008.

CHASE, O. A, Introdução aos Sistemas Embarcados. NEORADIX, Ciência da Informação, www.neoradix.com.br, p. 1 - 20, 12 dez. 2007.

Introdução aos Microcontroladores, mikroElektronika, 2003. (<<http://www.mikroe.com/pt/product/books/picbook/capitulo1.htm>>, acessado em 09/09/2009).

Blog sobre Engenharia de Computação com ênfase em Hardware, **Microprocessadores vs Microcontroladores**, junho. 2009, (<http://bzoid.blogspot.com/2009/06/microprocessadores-vs_01.html>, acessado em 09/09/2009)

GDH Press, Sistemas embarcados, (<<http://www.gdhpress.com.br/hardware/leia/index.php?p=cap1-10>>, acessado em 11/09/2009).

ANDREANI, C. A., Sistemas embarcados: estudo através de um servidor http, 2007. (<<http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:SKuz356BaPYJ:pinga.eep.br/~mblanco/microprocessador.pdf+microprocessadores+microcontroladores&hl=pt-BR&gl=br>>, acessado 11/09/2009).