

**ANTONIO MENEGUETTI FACULDADE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

SISTEMAS PERVASIVOS: REDE DE SENSORES SEM FIO

**Trabalho de Conclusão de Curso
ANDERSON FELIPE RAMBO**

Recanto Maestro, RS – Brasil

Julho de 2016

**UM BREVE ESTUDO DO FUNCIONAMENTO E TOPOLOGIA DE UMA REDE DE
SENSORES SEM FIO.**

Por

Anderson Felipe Rambo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a conclusão do curso de Sistemas de informação da Faculdade Antonio Meneghetti.

Orientador: Leonardo Guedes

Recanto Maestro, RS – Brasil

Julho de 2016

“A tecnologia é só tecnologia para quem nasceu antes dela.”

Alan kay

Sumário

1.	Introdução	7
1.1.	Problema de Pesquisa	7
1.2.	Justificativa	8
1.3.	Objetivos.....	8
1.3.1.	Objetivo Geral.....	8
1.3.2.	Objetivos Específicos	8
1.4.	Estrutura do Trabalho.....	8
2.	Referencial Teórico.....	10
2.1.	A evolução do computador e a internet.....	10
2.2.	Características principais das aplicações pervasivas	12
2.3.	Os três tipos de sistemas distribuídos pervasivos.	12
3.	Metodologia	14
3.1.	Classificação da pesquisa.....	14
3.2.	Coleta dos dados	15
3.3.	Tratamento de Dados.....	15
3.4.	Apresentação dos dados.	15
4.	Resultados	16
4.1.	Rede de sensores: O que é e estrutura.	16
4.2.	Aplicações.....	17
4.3.	Exemplos.....	17
4.4.	Nodos sensores	18
4.5.	Hardware Básico de um nó sensor.....	20
4.6.	Modo de operação ZigBee IEEE 802.15.4: Tipos de topologia de rede possíveis.	22
4.7.	Topologia Estrela x Topologia Ponto a ponto.....	24
5.	Conclusão	26
6.	Referências Bibliográficas.....	27

Dedicatória

Quero agradecer a Deus antes de tudo, que me deu forças para aguentar esses anos de faculdade, onde trabalhar de dia e estudar de noite por 5 anos nunca foi e nunca será fácil para ninguém.

Desejo expressar aos meus pais **DIRCE ANETE RAMBO E CESAR LUIS RAMBO** e meus irmãos toda minha gratidão por me aguentarem nos momentos que eu me mostrava desanimado e com humor péssimo, sei que foi complicado, por isso vocês são e serão meus pilares.

Tenho muito a agradecer a minha noiva, **VIVANE** que me deu forças e vários motivos para continuar e não desistir do sonho da formatura e me incentivar a dar o meu melhor nessa última etapa da faculdade, quero dizer que te amo muito.

Obrigado também a todos os meus amigos, colegas e professores que de alguma forma colaboraram e me mantiveram firme nessa trajetória que está se encerrando. E ao **LEONARDO GUEDES**, que me orientou nessa última etapa, obrigado por me emprestar seu tempo e atenção.

Resumo

O objetivo do presente trabalho é abordar o que é um sistema pervasivo, trazendo seus três tipos, sendo os três de mesma importância mas com finalidades diferentes. Traz também um pouco do histórico da tecnologia da computação, onde poderá ser lido quando começou a “época” dos computadores e sua enorme evolução até os dias atuais. Será visto o problema que temos hoje com a mobilidade, sabendo-se que em um país como o Brasil, a infraestrutura de rede móvel é muito precária, o que dificulta o funcionamento do sistema e também a utilização do usuário final, que é o mais importante. Neste trabalho que segue serão abordados alguns temas, onde os principais são: Rede de sensores sem fio e computação pervasiva. Uma rede de sensores sem fio pode auxiliar em diversas áreas, como por exemplo: hospitais, exército e também nas casas, onde se usa os aparelhos de internet sem fio. Essa rede de sensores pode aparecer em algumas formas, sendo em longa ou em pouca distância. Quando é usada para curta distância é mais difícil haver falhas, mas precisa-se de menos obstáculos pois a rede é mais fraca. Já em distâncias mais longas fica mais tolerante a haver falhas, onde um dos nós pode falhar causando interrupção na rede e na comunicação por consequência. Cada ponto da rede é chamado de nó, esses nós tem sua estrutura física, que é: Memória, unidade de processamento, unidade de comunicação e bateria. Para a topologia da rede, ou, disposição da rede de nós, pelo padrão Zigbee a topologia em estrela e ponto a ponto. Cada tipo de disposição apresentara algumas vantagens e desvantagens, cabendo ao usuário decidir qual lhe trata mais benefícios e facilidade. Portanto este trabalho visa falar da tecnologia da rede de sensores sem fio, alguns padrões, vantagens e desvantagens.

Palavras chaves: Sistemas, rede, sensores, topologia.

Abstract

This paper aims to comprehend what is a pervasive system, bringing to discussion its three types that have the same importance but different purposes. This paper also comprehends the history of computing technology, where one can read about its beginning and evolution throughout time. The mobility problem we face nowadays will also be discussed, knowing that in a country like Brazil, where the mobile network's infrastructure is in really poor condition, making it harder for the system to work and mainly, sticking the use for final users. This paper will not cover the following subjects: wireless networks and pervasive computing. A wireless network can help in various areas, such as: hospitals, the army and also at homes, where wireless devices connected to the internet are commonly used. This wireless network can be for long or short distance. When used for short distance, it's harder to have flaws, but it needs less obstacles because the network is weaker. On the other hand, long distance wireless networks are more likely to have fails, where one of the nodes can miscarry information, causing an interruption in the network and therefore, in the communication. Each point of the network is called node, the physical structure of these nodes are composed by the memory, processing unit, communication unit and the battery. For a network technology, or network of nodes, according to the Zigbee model the star model topology and point to point. Each model of arrangement has its benefits and disadvantages, is up to the user to decide which one will bring more benefits and ease of use. Therefore, this paper aims to discuss about wireless network technology, some models, and its pros and cons.

1. Introdução

No começo da década de 1990, Mark Weiser (1991), descreveu que os pesquisadores da área de computação ubíqua/pervasiva vinham propondo mudanças na interação homem-máquina, visando tornar o uso de dispositivos cada vez mais transparentes no ambiente. Isso possibilita ao usuário, manter o foco na tarefa a ser realizada e não na ferramenta para realizá-la. A partir dessas ideias surgiu o conceito de ambientes inteligentes (Augusto and McCullagh, 2007) onde sensores e atuadores interconectados em rede são capazes de fornecer informações relevantes sobre o ambiente para aplicações e usuários, bem como, efetivamente, agir neste ambiente e alterar seu estado.

Desde o lançamento da internet começaram a ser criados programas para serem usados em computadores de várias partes do mundo, programas que teriam a mesma finalidade, mas sendo usados por usuários diferentes e cada qual com o recurso que tem disponível. Os sistemas distribuídos fazem esse trabalho, pois segundo Tanenbaum/Van Steen: “Um sistema distribuído é um conjunto de computadores independentes entre si que se apresenta a seus usuários como um sistema único e coerente”.

Com a crescente popularização dos dispositivos portáteis, tanto pelo custo quanto pelas funcionalidades que oferecem, nota-se um crescente interesse na mobilidade em sistemas de computação sem estarem conectados a fios e tomadas e que normalmente são de tamanhos muito menores do que os antigos ligados fisicamente a algum ponto. Esses são os sistemas pervasivos, sistemas que não focam no equipamento e sim nos usuários, onde as pessoas usam em diferentes lugares, com diferentes “máquinas” - que não necessariamente são de mesma potência, qualidade e ou tamanho- e continuam fazendo a mesma função, estando conectados pelo sinal da WIFI (Wireless Fidelity) ou rede móvel de alguma operadora de telefonia.

Mas os sistemas pervasivos tem um grande problema: a consistência da internet que é de suma importância para que funcione corretamente em todos os dispositivos. A internet Móvel no Brasil é de média qualidade e com vários lugares que não tem sinal, ainda também nem todos os usuários no Brasil não possuem banda larga com rede WIFI.

1.1. Problema de Pesquisa

Devido a evolução da conectividade podemos colocar a rede de sensores sem fio como um futuro não muito distante que estará presente na vida de todos, sendo o usuário mais comum, ou algo mais profundo, como a utilização em uma base militar.

Mas como funciona uma rede de sensores sem fio, o que são e qual sua estrutura?

Diante deste questionamento, temos como objetivos do trabalho o que segue.

1.2. Justificativa

Mostrar qual a estrutura de funcionamento de uma rede de sensores, que faz parte de um sistema pervasivo. O projeto visa colaborar com o esclarecimento sobre os sistemas pervasivos e principalmente com o esclarecimento sobre uma rede de sensores sem fio e sua topologia de rede, ou seja, como uma rede de sensores pode ser montada, mostrando suas vantagens e desvantagens para a implantação e a continuidade da vida da rede.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Verificar qual a estrutura que compõe uma rede de sensores sem fio e seu funcionamento.

1.3.2. Objetivos Específicos

- 1) Identificar a composição de uma rede de sensores sem fio;
- 2) Vantagens e desvantagens de uma rede de sensores sem fio;
- 3) Verificar a estrutura da rede de sensores sem fio.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está segmentado em 6 capítulos. No primeiro capítulo é descrita a introdução do trabalho, ressaltando seu problema de pesquisa, a justificativa, bem como os seus objetivos gerais e específicos.

O segundo capítulo descreve um breve referencial teórico, citando artigos e pesquisas do tema que têm impactado o setor nas últimas décadas, bem como destacado a evolução do computador e da internet, que sem eles não poderia ser feito este trabalho, junto a isso foi escrito sobre as características das aplicações pervasivas e os três tipos de sistemas distribuídos pervasivos.

No capítulo três buscou-se elucidar a metodologia do experimento realizado, dividindo-o nas etapas de classificação, coleta, tratamento e apresentação dos dados.

Já no capítulo quatro são apresentados os dados obtidos, suas definições e características, assim como também são realizadas comparações.

Por fim o capítulo cinco discute as conclusões obtidas durante o trabalho pesquisado e algumas propostas de continuidade de pesquisa.

2. Referencial Teórico

2.1. A evolução do computador e a internet.

A revolução tecnologia ou começou na metade do século 20, onde Segundo Siang Wun Song (1946) era anunciado o nome do primeiro computador: o ENIAC (Electrical Numerical Integrator and Calculator). Esse enorme computador era ligado a vários fios e cabos, pesava 30 toneladas e ocupava uma área de 270 m² de área construída. Abaixo temos a imagem do ENIAC.



Figura 1:Eniac.

Fonte: Fotonahistoria.com

Com o tempo esse tamanho foi mudando, foi melhorando, portanto sendo também menos pesado.

Dia 2 de agosto de 1981, a poderosa IBM lançou seu primeiro computador voltado para o usuário: o IBM PC 5150. Esse computador já era de tamanho muito menor, o que já tornava mais acessível, mais barato e também mudava o conceito de computador perante a população, pois ele era o modelo mais barato lançado pela empresa e era voltado tanto para escritórios como para uso doméstico.

¹ Disponível em: Fotonahistoria.com Acessado em 15.04.2016.



Figura 1: Primeiro computador pessoal.

Fonte: <https://goo.gl/pl1Jbl>

Mas ainda esse não era o que o usuário necessitava realmente, pois ainda não havia muita interação com a máquina, ainda não possui além de muitas coisas o mouse.

Vendo um mercado em expansão a Apple em 1984 lança o seu primeiro pc, o Macintosh. Esse novo computador já trazia o mouse e também a possibilidade de criar pastas e tinha uma interação gráfica maior do que o antigo da Ibm.

Atrás de comodidade e mais liberdade dos usuários que em 1981 foi o ano do primeiro modelo de notebook, lançado por Adam Osborne, considerado o pioneiro dos computadores portáteis. Esse primeiro computador portátil era o início dos notebooks velozes e potentes que temos nos dias de hoje.

³O grande salto de qualidade e libertação dos cabos e fios foi a evolução da internet. Em meados de 1990 a internet foi moldada do jeito que é atualmente. A principal característica é a *World Wide Web (WWW)*, lançado em 1991, possibilitando o envio de imagem, vídeo e som pela rede. Onde até esta data só era permitido textos. Com a WWW, a Internet se populariza entre os usuários comuns de computador.

² Disponível em: <https://goo.gl/pl1Jbl> Acessado em 12.03.2016

³ <http://monografias.brasilecola.com/computacao/internet.htm>

De acordo com os parágrafos acima descritos, vimos que houve uma evolução dos computadores, chegando até os minúsculos que temos hoje, onde se encaixam os *notbooks*, celulares e os *tablets*, ou seja, qualquer dispositivo móvel que tenha um sistema operacional, seja ele mais robusto (caso dos *notebooks*), ou ainda, bem mais simples, como os celulares de mais baixo valor que atualmente existem no mercado.

2.2. Características principais das aplicações pervasivas

Aplicações pervasivas precisam de um middleware para atuar como interface entre os diferentes dispositivos existente na infraestrutura computacional [Saha and Mukherjee 2003]. O objetivo deste middleware é abstrair a complexidade do ambiente, isolando as aplicações dos aspectos da infraestrutura, assim como resolver problemas de heterogeneidade de hardware e software característica deste tipo de sistema. Este também deve proporcionar ao usuário o acesso ao ambiente computacional dele (dados e aplicativos) de qualquer lugar e a qualquer momento [Yamin et al. 2005].

2.3. Os três tipos de sistemas distribuídos pervasivos.

Os sistemas distribuídos pervasivos se apresentam de três formas principais:

Sistemas pervasivos domésticos:

São sistemas formados por aparelhos eletrônicos, como: Ipad, tablets, tv's, geladeiras. Compõe todos os aparelhos que compõem um sistema domésticos de uma casa e são ligados a um únicos sistema distribuído, que mais comumente é um modem roteador que dará acesso a rede.

Esse sistema tem como principal característica e também vulnerabilidade, não ser autoconfigurável e nem auto gerenciável. O que torna um aspecto importante a ser melhorado.

Sistemas pervasivos para tratamento de saúde:

Esse sistema tem como principal objetivo evitar a hospitalização do paciente. Ele leva o médico a ter um controle 100% do tempo do paciente, onde estaria no corpo do mesmo alguns sensores instalados que levariam a informação sobre a monitoração que exerce a cada momento. Necessita de uma rede de dados sem interrupções e também não tem a finalidade de incomodar o paciente no seus trabalhos diários.

O principal problema ainda é além de uma rede de dados que esteja sempre em bom funcionamento é também o custo, que fica relativamente alto com esse método.

Sistemas pervasivos por rede de sensores:

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) tem sido objeto de vários estudos como [Ruiz 2003] [Delicato 2005]. Estas se caracterizam por possuírem um elevado número de nodos (dispositivos), geralmente de tamanho reduzido e com possibilidade de mobilidade. Cada sensor é um elemento autônomo capaz de captar a informação do meio, tratar e enviar estas informações através de uma infraestrutura de comunicação sem-fio, para isso é necessário ter no mínimo um transceptor para comunicações, uma unidade de sensoriamento, fonte de energia, memória e uma unidade de processamento [Ruiz 2003].

3. Metodologia

A metodologia da pesquisa consiste no método e nos procedimentos utilizados para realizar uma pesquisa. “O método caracteriza-se como o conjunto das diversas etapas ou passos que devem ser seguidos para a realização da pesquisa e que configuram as técnicas” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 30).

3.1. Classificação da pesquisa.

Quanto à forma de abordagem, se classifica em qualitativa. Conforme Richardson (1999, p. 80) “os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais”.

Quanto aos objetivos, o trabalho se classifica como pesquisa exploratória. O objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado. Ao final de uma pesquisa exploratória, você conhecerá mais sobre aquele assunto, e estará apto a construir hipóteses. Como qualquer exploração, a pesquisa exploratória depende da intuição do explorador (neste caso, da intuição do pesquisador).

Por ser um tipo de pesquisa muito específica, quase sempre ela assume a forma de um estudo de caso (GIL, 2008). Como qualquer pesquisa, ela depende também de uma pesquisa bibliográfica, pois mesmo que existam poucas referências sobre o assunto pesquisado, nenhuma pesquisa hoje começa totalmente do zero. Haverá sempre alguma obra, ou entrevista com pessoas que tiveram experiências práticas com problemas semelhantes ou análise de exemplos análogos que podem estimular a compreensão.

O procedimento técnico do presente projeto se classificará como documental e bibliográfico. Será classificado como pesquisa bibliográfica, pois será desenvolvida através de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2009). A pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (GIL, 2009).

3.2. Coleta dos dados

A pesquisa será realizada em sites especializados. Seu estudo será realizado no primeiro semestre de 2016 com análise de pesquisas já feitas, artigos publicados, pesquisas online.

A coleta de dados será totalmente documental, sendo os documentos escritos apresentam-se como uma valiosa fonte de coleta de dados, sendo irrefutáveis em algumas pesquisas que, por sua natureza, exigem fontes documentais (BEUREN, 2003). Como alguns artigos já publicados por pessoas que dominam o assunto.

Quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa classificou-se como um estudo de caso, em uma forma de aprofundar o estudo, sendo uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagem específica de coleta e análise de dados (GIL, 2009).

3.3. Tratamento de Dados.

Os dados serão tratados através de algumas leituras, comparações e pesquisas sobre os temas, objetivos e problemas propostos.

3.4. Apresentação dos dados.

Para alcançar o objetivo final deste trabalho de graduação deverão ser apresentadas as contribuições sobre o assunto proposto. Colaborando com algumas soluções para que os usuários dos sistemas possam tomar maior conhecimento e praticidade no seu uso.

4. Resultados

4.1. Rede de sensores: O que é e estrutura.

As redes de sensores sem-fio vem sendo objeto de estudo já faz algum tempo, principalmente devido as inovações tecnológicas introduzidas pelo avanço nos sistemas micro-eleto-mecânicos, as comunicações sem-fio e a eletrônica digital. O princípio de uma rede de sensores sem-fio é o uso de nós-sensores com interligação sem-fio. Esses nós-sensores devem ser de baixo custo, consumo e pequenos no tamanho. Estas restrições implicam em uma série de requisitos (Lemos, Pedro.12/2002).

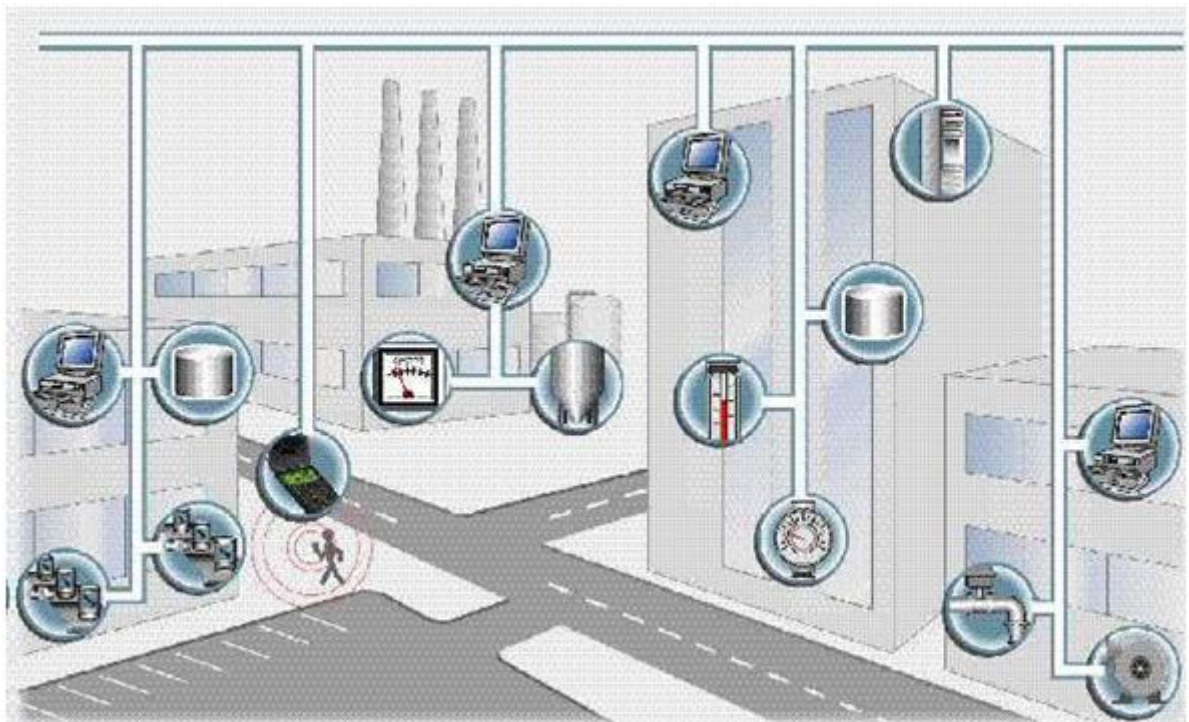


Figura 2: Rede de sensores.

Fonte <https://goo.gl/M9I3Zk>

Uma rede de sensores sem fio são pequenos nódulos sensoriais que se comunicam entre si, levando informação sobre o objeto, área ou o que esteja monitorando. Esses nódulos podem ser organizados em grupos onde pelo menos um dos sensores deve ser capaz de detectar um evento,

⁴ Disponível em <https://goo.gl/M9I3Zk> Acessado em 25.04.2016.

processa-lo e tomar uma decisão, onde essa decisão será de fazer ou não uma difusão do resultado para outros nódulos que compõem esse mesmo sistema ou campo de visão. Tais nós são colocados dentro do fenômeno ou próximos a ele. As posições de cada nó não precisam ser pré-determinadas ou pré-calculadas. Assim a posição do sensor é algo aleatório e deve ser tratada pelos protocolos de comunicação e gerenciamento da rede em questão. Logo isto quer dizer que os protocolos de comunicação e gerenciamento da rede devem ter capacidades de auto-organização. Mesmo ainda sendo algo a ser estudado e com limitações visíveis, a rede de sensores sem fio (RSSFs) são aplicados em várias áreas, tais como: Médicas, ambientais, domésticas, entre outras que serão abordadas mais a frente neste trabalho.

Normalmente os nós são projetados para um tipo só de trabalho, o que torna a aplicação de sensores ainda mais complicada. Outros pontos negativos da aplicação dessa rede é o fato de o valor ainda ser alto para a implementação e o Consumo de energia, onde a eficiência da utilização da energia ainda é defeituosa.

4.2. Aplicações

Hoje em dia existe diversas aplicações que podemos chamar de aplicações pervasivas. E aplicações de rede de sensores se mostram em vários tipos e disposições, entre eles estão:

- Temperatura;
- Pressão;
- Umidade;
- Luminosidade;
- Níveis de ruído;
- Presença;
- Posição, velocidade e aceleração de um objeto;
- Concentração de substâncias, etc.

Estes sensores podem ser usados de forma continua, ou de forma pontual.

4.3. Exemplos

Como exemplo de rede de sensores sem fio, que já atualmente é utilizada, sendo também um dos principais atrativos da rede, podemos colocar o gerenciamento de um espaço através de sensores pré-programados, que tenham em seu algoritmo o comando automático de executar alguma tarefa depois de determinado tempo ou acontecimento. Podemos citar o acendimento automático das lâmpadas do jardim quando o sensor percebe pouca luz, ou também, temos sensores em uma cama, onde estes sensores podem se ativar um determinado tempo por não detectarem mais peso, ou, presença em sobre eles, fazendo a cama se aquecer. Também o proprietário pode se tornar um usuário e comandar o ambiente através de seu celular ou pelo computador.

Também pode ser usada militarmente, onde colocando vários sensores interligados sem fio em um determinado comprimento terrestre, podemos detectar a presença de minas, presença de seres que possam estar invadindo a propriedade, etc.

4.4. Nodos sensores

Os nodos são dispostos em rede, que juntos formam as redes de sensores. Os nodos coletam dados via sensores, processando os dados tanto por ele somente, como com os outros nodos da rede, enviando ou não informações, em geral para servidor que as guarda ou devolve com alguma instrução. Portanto um nodo na rede tem tarefas diferentes: sensoriamento do ambiente, processamento da informação e tarefas associadas em um esquema de retransmissão. Os nodos podem ser de vários tamanhos, e não existe um tipo de estrutura de distribuição definida. Na figura a baixo temos exemplo de nodo de sensores:



Figura 3: Nodos de sensores

A redução do tamanho do sensor tem como consequência a redução na estrutura e capacidade de seus componentes. Os processadores são geralmente de 8 bits com frequência de 10 MHz, os transceptores tem largura de banda de 1 kbit/s a 1 Mbit/s e a capacidade de memória pode ser de 128 Kbytes a 1 Mbyte. Há uma grande diferença entre as tecnologias de fabricação de baterias e, conseqüentemente, do consumo de energia. A escolha da bateria a ser utilizada nos nodos sensores deve considerar outras características, como volume, condições de temperatura e capacidade inicial. Um sensor é um dispositivo que produz uma resposta mensurável para uma mudança na condição física. Além do sensor o nodo da rede apresenta recursos de processamento, armazenamento de informações, fonte de energia e interface de comunicação. (Loureiro. Antônio, S. Nogueira, Et al. 2015).

Os sensores tem características diferentes, que dependem de sua função e sua utilidade dentro do sistema que completa, com isso podem mudar o tamanho, como já falado acima, pode mudar o consumo de energia, também o seu nível de processamento e suas características logicas. Mas a maioria dos sensores compartilham duas características:

Habilidade de sensoriamento diminui quando a distância aumenta:

Devido aos efeitos decrescentes dos ruídos nas medições, a habilidade de sensoriamento pode melhorar com o tempo de sensoriamento, isto e, tempo de exposição.

Em casos especiais, os nodos possuem o poder de modificar o meio que estão, como exemplo temos a área medica, onde um nodo de sensor pode liberar algum medicamento no corpo de um

⁵Disponível em: <https://goo.gl/lGfdf4> Acessado em 15.04.2016

paciente se assim for necessário, mantendo o monitoramento, esses nódulos que quem as duas funções (modificador e monitoramento) são chamados de transdutor.

Contudo esses nodos tem que se comunicar de algum modo com o ambiente externo, que é a rede onde levara as informações até algum computador que a processara e ira devolver uma resposta ou apenas guarda o que foi mandado pelos nodos. Como mostra a imagem abaixo, essa mensagem se dará por um gateway:

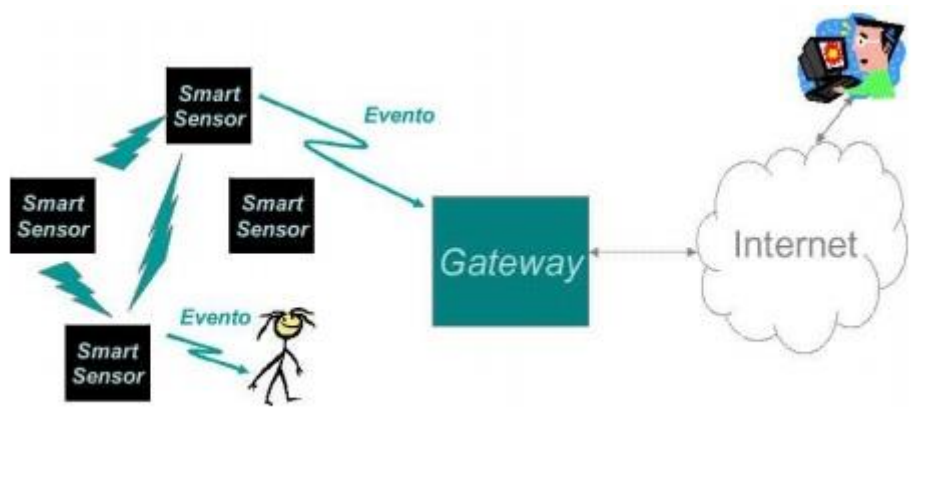


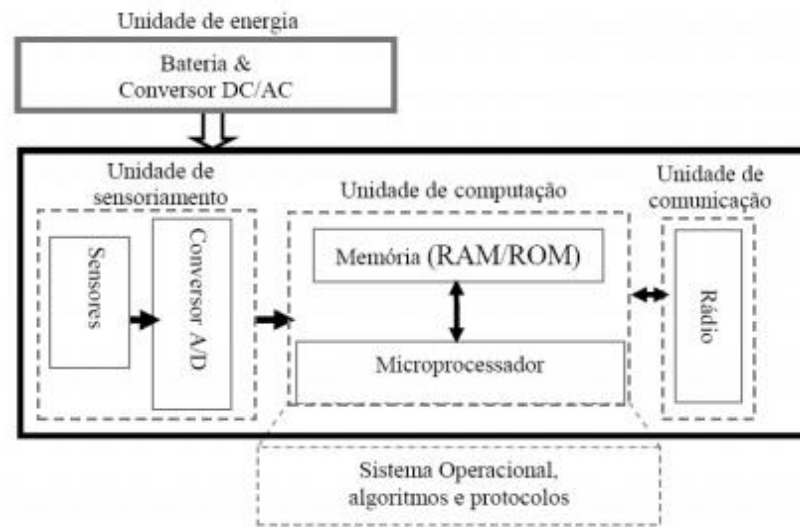
Figura 4: Comunicação rede-computador

Fonte: Elaborado pelo autor.

A comunicação da rede de sensores com outras redes ocorre através de nodos chamados gateways. Mensagens percorrem a rede de sensores até chegar a um gateway que irá encaminhá-las, por uma rede como a Internet, até um computador.

Entretanto, os nodos precisam se comunicar entre si, para chegar ao máximo monitoramento desejado, recebendo todas as informações necessárias para o processamento. Para isso existe um nodo que se torna o principal, esse nodo é chamado de sink. O nó sink é um tipo de nó especial de nó sensor, responsável por coletar os dados dos outros nós sensores da rede. O sink apresenta praticamente as mesmas características do nó sensor. A diferença é que o nó sink não possui as restrições de energia do nó sensor. Ele é considerado um dispositivo com capacidade infinita de energia. Além disso, em alguns projetos o sink é considerado como um dispositivo móvel. Ele possui a capacidade de se movimentar em todas as direções.

4.5. Hardware Básico de um nó sensor.



6

Figura 5: Hardware de um nó sensor.

Fonte: <https://goo.gl/Ak95iE>.

Acima apresenta-se uma imagem da disposição física de um nó. O Transceptor (rádio) é a unidade de comunicação do sensor, ou seja, transmissão e recepção dos dados enviados e recebidos. Também contém um amplificador e antena. Existem vários tipos de comunicação, contudo os dois mais usados hoje em dia são:

1) Laser: Como o nome diz, esse método utiliza o laser para enviar os dados. Usa pouca energia mas precisa que os nós responsáveis estejam alinhados e apontados para onde quer enviar os dados.

2) Radio Frequência: Esse modo utiliza ondas eletromagnéticas. O consumo de energia do transceptor é dependente da operação efetuada e tipicamente a transmissão de dados consome mais energia que a sua recepção.

A unidade de computação do sensor, que é dividida em memória e processador, como o próprio nome diz, está envolvida nas atividades computacionais que são realizadas pelo nó. Esta unidade é responsável por analisar e armazenar as informações provenientes dos sensores e minimizar os dados a serem transmitidos na rede através de um processamento local (Allgayer, Rodrigo.2009).

Outra parte e também importante é a Unidade de energia, esta unidade fica com a tarefa e responsabilidade de armazenar energia para o funcionamento do nó. Cada função da rede, altera a função do nó sensor, portanto sendo necessário um estudo de qual tipo de bateria usar, as baterias possuem diferenças de tempo de duração, ciclos de recarga e também tempo de recarga. Por isso o

⁶ Disponível em: <https://goo.gl/Ak95iE> Acessado em 10.03.2016.

administrador ou projetista da rede deve levar em conta o tipo de captação de energia para carregar essa bateria, podendo ser natural ou não.

Este é um dos grandes problemas da uma rede de sensores, o gerenciamento da bateria, pois dependendo da aplicação, as baterias deverão durar meses ou até anos.

4.6. Modo de operação ZigBee IEEE 802.15.4: Tipos de topologia de rede possíveis.

A comunicação sem fio (ou wireless) já está inclusa na sociedade há anos, com finalidade de auxílio e resolução de todos os tipos de usuários, e tem como objetivo a comunicação de maneira mais rápida e segura possível. Dentre as Redes existentes está o padrão ZigBee IEEE 802.15.4. A ZigBee Alliance é quem desenvolve o padrão ZigBee junto ao IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), através da associação de várias empresas, que juntas, trabalham em conjunto para proporcionar e desenvolver tecnologias para criar um padrão de baixo consumo de energia, baixo custo, segurança, confiabilidade, e com funcionamento em rede sem fios baseado em uma norma aberta global. (Antonio, Messias. 2008)

Na imagem abaixo temos alguns dados do padrão IEEE 802.15.4:

Padrão IEEE	Frequência	Alcance (outdoor)	Taxa
802.15.4 (Zig Bee)	868M, 915M, 2.4 G	10-75m	20-250Kbps

Figura 6: Dados padrão 802.15.4

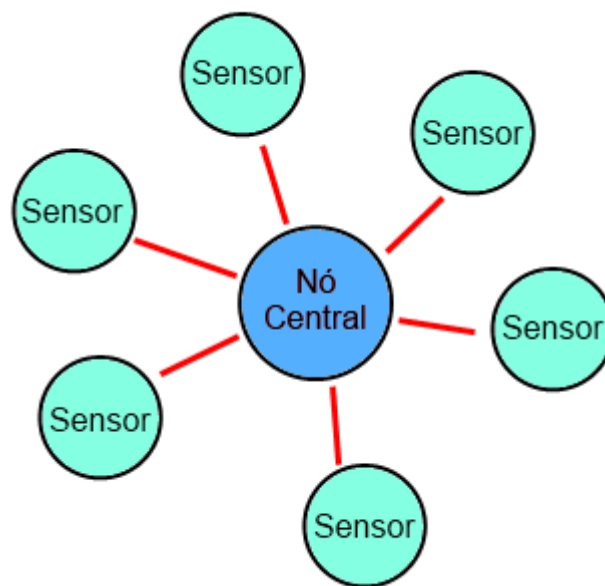
Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse padrão foi criado para o menor consumo de energia e mais efetividade. Com isso podemos usar baterias “comuns” que podemos encontrar na maioria dos lugares, conseguindo a duração da energia conforme o esperado. Também esse padrão nos traz o modo dormir, onde coloca o nó ou a rede em estado parado para economizar energia, fazendo acordar assim que for necessário.

O protocolo IEEE 802.15.4 especifica a camada física, e a camada de controle de acesso ao meio. Essa norma objetiva a construção de uma rede do tipo rede de área pessoal, em inglês (*Wireless Personal Area Network*, WPAN). WPAN é uma definição para redes que requerem a transferência de informações em distâncias relativamente curtas. (Guarese, Giuliano. 2012).

Dependo dos requisitos, funcionalidade e finalidade da aplicação, podemos aplicar dois tipos de topologias pelo padrão IEE 802.15.4: Topologia estrela e Topologia ponto a ponto.

Estrela: É uma das topologias de Rede ZigBee mais simples de serem implantadas, é composta de um nó coordenador, e quantos nós secundários a mais forem precisos. Esse nós secundários podem apenas se comunicar com o nó coordenador. O nó coordenador normalmente será alimentado por energia contínua, pois ele precisara estar ligado sempre que preciso para orientar os seus sucessores, já os secundários normalmente serão alimentados por bateria. Este tipo de Rede deve ser instalada em locais com poucos obstáculos à transmissão e recepção dos sinais, como por exemplo, em uma sala sem muitas paredes ou locais abertos. Na figura apresentada abaixo temos a topologia em estrela:



7

Figura 7: Topologia tipo estrela

Fonte: <http://goo.gl/XUzAqe>

Ponto a ponto: Essa comunicação foi criada para cobrir uma área maior, não apenas pequenas distâncias como na topologia tipo estrela. Nessa topologia existe um nó coordenador também, mas os nós secundários podem se comunicar com ele e com os outros nós se for preciso. Uma rede ponto a ponto pode também permitir múltiplos saltos para rotear mensagens de qualquer ponto para algum outro da rede, não precisando seguir sempre a mesma ordem de comunicação, tanto pois os sensores podem não estar nos mesmos lugares em todas as ocasiões, então a necessidade de poderem dar os saltos pelos sensores. Um exemplo desta aplicação é uma rede de militares onde existe o

⁷ Disponível em: <http://goo.gl/kmhneK>. Acessado em 23.04.2016

compartilhamento de informações por um grupo de soldados em seus notebooks, numa determinada distância, através de sinais de rádio frequência. Na figura abaixo temos um ilustração da topologia ponto a ponto.

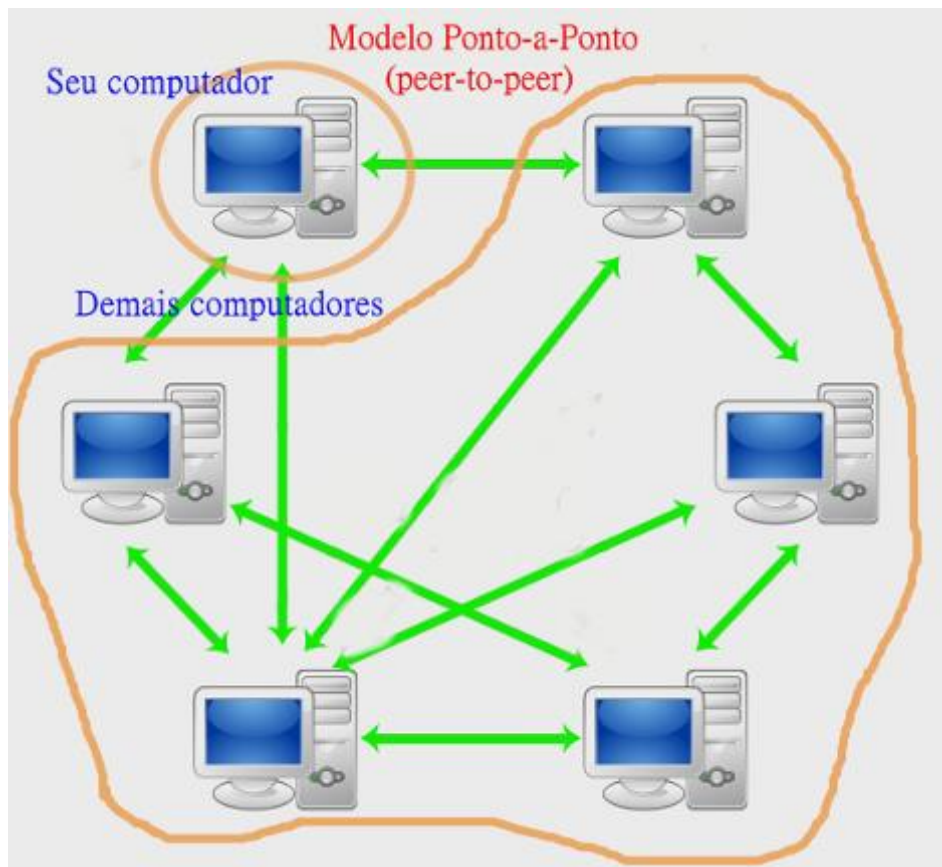


Figura 8: Rede ponto a ponto

Fonte: <http://goo.gl/zP67Ro>

4.7. Topologia Estrela x Topologia Ponto a ponto

Mesmo sendo para finalidades diferentes, estrela para uso em curta distância e de preferência sem obstáculos e ponto a ponto para uso em comunicações media a longa distância, essas duas topologias apresentam vantagens e desvantagens em seu proposito e finalidade.

A topologia em estrela apresenta entre outras, as seguintes vantagens e desvantagens, como mostra a figura abaixo:

⁸ Disponível em: <http://goo.gl/zP67Ro>. _Acessado em 22.04.2016

Estrela Vantagens	Desvantagens
Facilidade de inserir novos dispositivos na rede;	Custo de instalação maior
Toda a comunicação é supervisionada por esse nó central;	Se o concentrador falha, toda a rede falha.
Se o cabo de conexão de dispositivo possuir qualquer falha, não afetara a integridade da rede toda;	Se a falha ocorrer no nó central, todo o sistema ficara fora do ar.
A unidade central determina a velocidade de transmissão entre o transmissor e o receptor, e converte sinais transmitidos por protocolos diferentes.	

9

Figura 9: Vantagens e desvantagens da topologia em estrela

Fonte: <http://goo.gl/E1z8wy>

Como foi falado anteriormente neste trabalho, a topologia estrela é comandada por um nó central com os seus secundários podendo apenas se comunicar com ele, e não entre si. Assim fica mais fácil achar a falha na rede(nó) que está com problema, descobrindo o nó com defeito, também não precisara ser parado todo o funcionamento da rede para substitui-lo ou arruma-lo pois ele tem apenas a comunicação com o nó central. Como um possível problema temos o processamento limitado pelo nó central, portanto a velocidade de processamento da rede será a que o nó central conseguir.

Na topologia ponto a ponto mostra também vantagens e desvantagens, como mostra a figura abaixo:

Ponto a ponto vantagens	Desvantagens
Topologia barata	Simples, sem muito recursos.
Serviu como a base para a a formação de novas tipologias	Pode ser representada por dois computadores interligados entre si.

10

Figura 10: Topologia ponto a ponto: vantagens e desvantagens.

Fonte: <http://goo.gl/E1z8wy>

⁹Disponível em: <http://goo.gl/E1z8wy> Acessado em 10.04.2016

¹⁰Disponível em: <http://goo.gl/E1z8wy> Acessado em 10.04.2016

5. Conclusão

Este trabalho de conclusão procurou analisar sobre os sistemas pervasivos, mostrando o que são esses sistemas que muitas pessoas usam, mas não sabem o significado, ou ainda, não sabem que estão usando desta tecnologia que já evoluiu muito e tem muito a melhorar ainda. Para os sistemas pervasivos temos alguns problemas que são muito encontrados e que dificultam a usabilidade dos usuários.

Temos dentro dos sistemas pervasivos as redes de sensores sem fio, que foi o foco principal deste trabalho acima escrito. Portanto foi descrito o que são, qual sua composição e principalmente foi descrito seu principal componente, que é o nó sensor, podendo ele ser um nó principal ou não.

Esse sistema foi criado para trazer algo mais barato e fácil de instalação e manutenção, tornando assim um método onde todos pudessem ser usuários. Ficou esclarecido que um nó sensor tem sua unidade de computação, ou seja, unidade lógica, também possui sua unidade de bateria e de comunicação.

A partir dos problemas de pesquisas propostos neste trabalho, evolui as pesquisas e cheguei aos resultados esperados no início do desenvolvimento. Como trabalhos futuros, pretendo me aprofundar mais no funcionamento de um nó sensor, pesquisando e mostrando os diferentes objetivos que pode conter dependendo do contexto que está inserido, pretendo contudo o que foi estudado para esse trabalho, mostrar que podemos ainda evoluir em relação a segurança das redes de sensores.

6. Referências Bibliográficas

AUGUSTO, J. and McCULLAGH, P. Agosto, 2007. **Ambient intelligence: Concepts and applications**. Disponível em: <<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1820-0214/2007/1820-02140701001A.pdf>>. Acessado em 14.05.16.

BEUREN, ILSE MARIA (Org.). Junho, 2003 **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: Teoria e prática**, São Paulo: Atlas, 2003. Disponível <<http://www.estantevirtual.com.br/b/ilse-maria-beuren/como-elaborar-trabalhos-monograficos-em-contabilidade/3493794612>>. Acessado em 02.01.2016.

CERVO, AMADO LUIZ; BERVIAN, PEDRO ALCINO; SILVA. Out. 2007. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. Disponível em:<<http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/ OF.TIPOS PESQUISA.PDF>>. Acessado em 24.04.2016.

DELICATO, F. C. Maio, 2005. **Middleware Orientado a Serviços para Redes de Sensores sem Fio**. Disponível em:< <http://www.gta.ufrj.br/ftp/gta/TechReports/DPLRP04.pdf> > Acessado em 23.02.2016.

LOUREIRO, A. A. F., RUIZ, L. B., FRACISCANY, F. P., COUTO, R. R. P., AND NOGUEIRA, J. M. S. Mar. 2003. **Middleware para redes de sensores sem fio. (tutorial)**. Disponível em: < <http://www.pee.ufrj.br/teses/textocompleto/2005061051.pdf>>. Acessado em 12.02.2016.

MESSIAS, ANTONIO. Julho, 2008.**Controle remoto e aquisição de dados via XBee/ZigBee (IEEE 802.15.4)**. Disponível em: <http://www.rogercom.com/ZigBee/ZigBee.htm>. Acessado em 06.05.2016.

MORENO, JOAO. Junho. 2011 **ENIAC, primeiro computador do mundo, completa 65 anos**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/56910/eniac-primeiro-computador-do-mundo-completa-65-anos>. Acessado em: 23.04.2016.

PAULA, ANA. **Sistemas Distribuídos**. Disponível em:<http://www.tlc-networks.polito.it/oldsite/anapaula/Aula_Cap01.pdf>. Acessado em 13.02.2016.

PEREIRA, MARLUCE; AMORIM, CLAUDIO ET AL. Junho, 2003.**Tutorial sobre Redes de Sensores**. Disponível em:<<http://goo.gl/zNk3wX>>. Acessado em 28.03.2016.

PRATA, P. **Introdução aos Sistemas Distribuídos**, Jan.2001. Disponível em:http://www.di.ubi.pt/~pprata/spd/SD_08_09_T01.pdf. Acessado em 04.01.2016.

RICHARDSON, ROVERTO JARRY. Set. 2012**Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999. Disponível em:< <https://pt.scribd.com/doc/226198537/01-Richardson-Pesquisa-Social-MCtodos-e-TCcnicas-pdf-PdfCompressor-643562> >. Acessado em 22.04.2016.

RUIZ, L. B.MANA. 2003: **Uma Arquitetura para Gerenciamento de Redes de Sensores Sem Fio**. Disponível em:< <http://homepages.dcc.ufmg.br/~linnyer/arquiteturamanna.html>>. Acessado em 15.03.2016.

SONG, WUN SIANG. Set, 2010. **A Evolução dos Computadores: do ENIAC ao Jaguar**. Disponível em <<http://www.ime.usp.br/~song/mac412/historia.pdf>>. Acessado em: 22.12.2015.

Y. Shi, W. Xie, G. Xu, R. Shi, E. Chen, Y. Mao, and F. Liu. Set, 2010. “**The smart classroom: Merging technologies for seamless tele-education,**” **IEEE Pervasive Computing**, vol. 2, no. 2, pp. 47–55. Disponível em:< <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=1203753>>. Acessado em 03.01.2016

SAHA, D. and MUKHERRJEE, A. Maio, 2003. **Pervasive computing: a paradigm for the 21st century**. Disponível em:< http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1185214&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1185214>. Acessado em: 12.12.2015.

TAVARES,PEDRO. OUT.2002. **Rede de sensores Sem-fio**. Disponível em:http://www.gta.ufrj.br/grad/02_2/Redes%20de%20sensores/Redes%20de%20Sensores%20Sem-fio.htm#_Toc27989320. Acessado em 05.05.2016. <http://goo.gl/3ZUnhl> data: 08.05.2016.

WEISER, M. Agosto,1991. **The computer for the twenty-first century**. **Scientific American**. Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1185214&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1185214. Acessado em 21.11.2015.

YAMIM, A. C., AUGUSTIN, I., BARBOSA, J., DA SILVA, L. C., REAL, R. A., FILHO, A. S., and GEUERr, C. F. R. Junho, 2005. **Exehda: Adaptive middleware for building a pervasive**

grid environment. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Disponível em:<
[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1185214&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.
ieee.org%2Fexpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1185214](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1185214&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1185214)>. Acessado em 01.03.2016.