

## PROTOCOLO DE TRANSMISSÃO DE DADOS SNMP EM REDES DE SENSORIAMENTO SOBRE A PLATAFORMA ARDUINO

A. C. F. ARAÚJO<sup>1</sup> e I. F. VIEIRA JUNIOR<sup>2</sup>

E-mail: Aline.cristine1992@gmail.com; ivanilson.junior@ifrn.edu.br<sup>2</sup>

### RESUMO

A proposta deste artigo é montar um sistema aplicado a monitoramento que colete dados, a partir de sensores externos e utilize a rede sem fio para a transmissão das informações coletadas. Permitindo ao usuário analisar as informações de forma remota e

gerar relatório estatístico. O estudo visa explicitar a flexibilidade das redes sem fio, aliada eficiência do protocolo SNMP, aplicado comumente à gerência de redes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Protocolo SNMP, Redes de sensoriamento, Arduino.

## PROTOCOL DATA TRANSMISSION SNMP IN SENSING NETWORKS ON THE ARDUINO PLATFORM

The purpose of this paper is applied to build a system that collects monitoring data from external sensors and use the wireless network for the transmission of information collected. Allowing the user to analyze

the information remotely and generate report statistical. O study aims explain the flexibility of wireless networks, combined efficiency of the SNMP protocol, commonly used for network management.

**KEY-WORDS:** Protocol SNMP, Network Sensing, Arduino.

## 1 INTRODUÇÃO

A constante evolução das redes de telecomunicações, proporcionada pelos avanços tecnológicos nas últimas décadas, deu origem a diversas tecnologias emergentes, além de possibilitar o avanço e estudo na área de microprocessadores.

Este trabalho tem o intuito de validar conhecimentos teóricos, com o foco na apresentação do protocolo SNMP em uma aplicação prática. Trata-se então de um sistema de sensoriamento sem fio, aplicado ao monitoramento de quaisquer variável, open-source e open-hardware totalmente flexível.

Será explicitado um sistema com funcionamento genérico, cuja função é coletar dados e enviá-los utilizando a estrutura do SNMP, desta forma podendo ser efetuada a recuperação destas informações a partir de um software de gerência qualquer. O produto final irá realizar o monitoramento climático de um ambiente a partir do uso de um sensor externo embarcado na placa Arduino, entretanto, qualquer outro sensor ou proposta de monitoramento pode ser aplicado a esse projeto.

A apresentação deste estudo está subdividida em cinco partes: Introdução, caracterizando a pesquisa e seus objetivos; Revisão Bibliográfica, que aborda o embasamento teórico, tais como as características das redes de monitoramento e controle, a estrutura do protocolo SNMP, no que consistem sistemas embarcados e suas aplicações; Metodologia, que caracteriza a pesquisa e aborda os métodos e ferramentas utilizadas para a elaboração deste projeto; Testes e resultados, explicitando o que foi obtido durante o projeto e os estágios do experimento. Por fim, a conclusão ressalta as considerações finais levando em conta os pontos positivos e negativos obtidos da problemática e conseqüentemente sugestões para projetos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Protocolo SNMP

O protocolo *Simple Network Management Protocol*, consiste em um conjunto de especificações de gerência de redes, caracterizado por ser um protocolo de comunicação entre máquinas que garante a interoperabilidade entre fabricantes.

O SNMP foi adotado como padrão para as redes TCP/IP entre o término da década de oitenta e o início da década de noventa. O SNMP é um protocolo de estrutura hierárquica, baseada entre a comunicação de gerentes e agentes.

O SNMP não define quais informações o sistema deve deter, entretanto, este dispõe de um modelo expansível, através das MIBs (*Management Information Base*). Estas consistem em estruturas que descrevem a rotina da gestão, especificam itens de dados que um dispositivo gerenciável precisa manter de forma hierárquica, nos quais o armazenamento e consulta destas informações é feito através do chamado aos identificadores de objetos (OIDs - *Object Identifier*). (COMER, 2006)

O SNMP permite sete operações básicas conhecidas genericamente como PDUs (*Protocol Data Unit*), sendo elas: *GetRequest*, *GetNextRequest*, *GetResponse*, *SetRequest*, *GetBulkRequest*, *InformeRequest* e *Trap*. Cada PDU corresponde à definição dos formatos empregados pelas entidades do protocolo na troca de informações. (KUROSE, 2006)

A imagem abaixo explicita a troca de informações realizada pelo Protocolo SNMP ao ser efetuada uma consulta.



Figura 1: Comunicação utilizando SNMP. (Fonte: Própria)

Os Gerentes enviam uma solicitação, (que pode ser qualquer uma das sete PDUs citadas acima) e esta é encaminhada para as estações agentes, juntamente com o OID do objeto a ser analisado. Estas retornam aos respectivos valores solicitados pelos gerentes de acordo com a estrutura de árvore desenvolvida em suas MIBs. “Cada agente mantém um banco de dados local contendo as variáveis que não só descrevem seu estado e histórico como também afetam sua operação.” (TANENBAUM, 1997).

Esta troca de informações Gerente-Agente é feita utilizando o Protocolo UDP na camada de transporte, o que permite um baixo consumo de banda dos equipamentos que garantem suporte ao SNMP, garantindo assim um baixo impacto operacional.

## 2.2 Redes de sensoriamento sem fio

As redes de sensoriamento devem ser centradas em monitorar um ambiente, devem possuir baixa latência e um baixo consumo energético. Deste modo, é necessário levar em consideração as tecnologias que serão utilizadas no sistema e o seu impacto no consumo de energia. Entretanto não existe uma diversidade de padrões sem fio que atendam esse requisito. (SANTOS, 2007) (Cyriaco, 2011)

Estas redes foram criadas a partir da convergência de duas tecnologias; são elas os sistemas embarcados e as redes sem fio. Este tipo de rede tende a ser formada por diversos nós (dispositivos) estrategicamente posicionados e interagindo com um ambiente centralizado.

O grande foco para a aplicação deste tipo de rede é lançar estes *dispositivos nós* para gerenciar áreas de interesse, ou seja, esta rede pode ser aplicada para coletar o clima de uma dada área em um intervalo de tempo, e assim, gerar subsídios para análises futuras. Deste modo, define-se que este tipo de sistema, pode gerar as aplicações mais diversas, adaptáveis as necessidades requeridas.

### 2.3 Plataforma de desenvolvimento Arduino

O Arduino consiste em um sistema embarcado open-source e open-hardware. Pode-se definir um sistema embarcado como “Sistemas que normalmente têm apenas uma única tarefa, ou um número muito pequeno de tarefas relacionadas que eles são programados para executar” (MARWEDEL, 2003).

O Arduino integra três elementos considerados de grande importância para o desenvolvimento de projetos: Hardware, software e comunidade. Este proporciona âmbito para a criação, com foco em automação. O projeto Arduino, que deu origem à plataforma, surgiu na cidade italiana de Ivrea, em 2005. Idealizado por Massimo Banzi, cujo objetivo principal era integrar projetos escolares e propiciar uma maior interação com os componentes físicos da computação. (OXER, 2009)

O Arduino possui um ambiente de desenvolvimento (IDE – Integrated Development Environment). O ambiente permite que o desenvolvedor escreva a rotina e a envie, utilizando um cabo de dados serial, diretamente para o Arduino. A linguagem utilizada é derivante de C/C++, denominada de Wiring.

A estrutura da rotina, ou seja, o código, é passado para o compilador avr-gcc, que realiza a tradução da linguagem para a linguagem compreendida pelo microcontrolador, o que viabiliza a programação em “alto nível”. O Arduino é organizado utilizando os conceitos de programação orientada a objetos. (BANZI, 2008)

## 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como um estudo experimental aplicado. O projeto envolve conceitos que, aplicados de forma prática, visam a construção de um produto final. Para alcançar o objetivo foi determinado um objeto de estudo e selecionados os possíveis fatores que possam influenciá-lo. (KAUAR, 2010) (GIL, 1991)

### 3.1 Materiais utilizados

Os dispositivos propostos para o desenvolvimento do experimento são: uma Grove Xbee Carrier modelo SDDL71385P, acompanhado de uma bateria de 3.7V e painel solar, um sensor de

umidade e temperatura modelo DTH11, uma Xbee de conexão sem fio, padrão 802.11 (Wi-Fi), uma placa Arduino versão Duemilanove, uma Ethernet Shield, um roteador para servir como ponto de acesso e uma estação configurada com o software de recuperação de dados SNMP Nagios Xi, que é uma ferramenta proprietária paga, sob a licença gratuita para testes, com duração de sessenta dias.

### 3.2 Arquitetura do sistema

O cenário proposto é formado por três estruturas, que podem ser entendidas como três subsistemas que, deste ponto em diante, serão denominados subsistemas A, B e C, respectivamente.

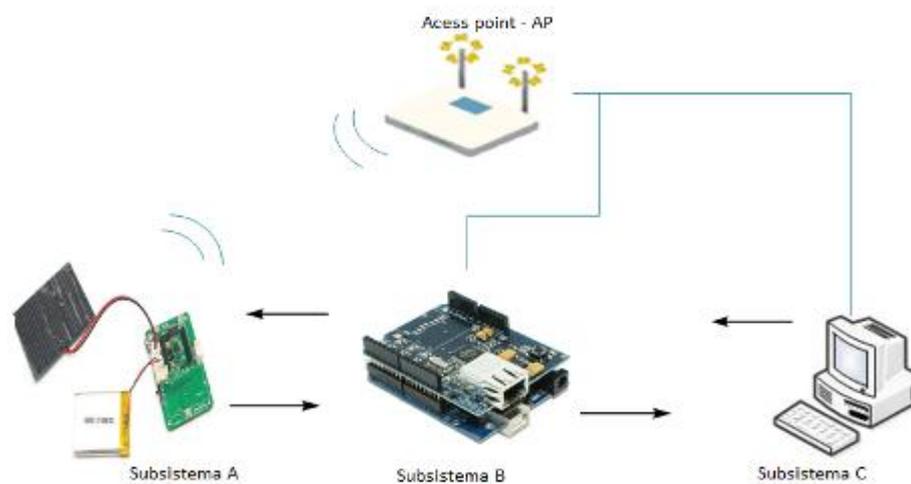


Figura 2: Arquitetura do sistema proposto. (Fonte: Própria)

O subsistema A é caracterizado por ser a estrutura responsável pela coleta dos dados, esta consiste na placa embarcada Xbee Carrier modelo SDDL71385P, acompanhado de uma bateria de 3.7V e painel solar em conjunto com o sensor externo de umidade e temperatura modelo DTH11.

A Grove Xbee Carrier trata-se de uma placa de prototipagem desenvolvida para dispositivos Xbee, dentre suas características, o dispositivo possui memória interna e processamento semelhante a uma placa Arduino Duemilanove. Além de contar com duas saídas digitais e duas saídas analógicas, um conector para o painel solar, um conector para alimentação externa, uma entrada USB e um conector I2C. Essa placa de prototipagem é o dispositivo que servirá como a própria placa Arduino do subsistema A.

No subsistema A será adicionado o sensor de umidade e temperatura DTH11, cuja principal característica é possuir uma boa precisão e baixo consumo energético (o que é imprescindível para este trabalho), uma placa Xbee Wi-Fi que proverá a conexão à rede. O painel solar e a bateria externa fornecem a fonte energética para o dispositivo, garantindo um ótimo nível de autonomia em ambientes externos com forte incidência solar. Sem a incidência solar a bateria apresentou, em testes, a autonomia avaliada em cerca de vinte e quatro horas

ininterruptas. Esse subsistema coleta os dados e os atualiza constantemente em um intervalo de aproximadamente 1 segundo.

O subsistema B é caracterizado como uma estrutura intermediária, responsável pela requisição dos dados de coleta ao subsistema A e implementação do agente SNMP. Esse subsistema solicita as informações ao sistema A e as atualiza na MIB SNMP, repetindo a operação até que ocorra a solicitação das informações que estão sendo constantemente atualizadas internamente.

O subsistema C é caracterizado por conter o software de gerência de redes (denominado neste trabalho de software de recuperação de dados), neste trabalho foi utilizada a ferramenta de gerência de redes Nagios Xi. De acordo com informações do site Nagios Brasil, a ferramenta possui uma interface Web bastante intuitiva e personalizável, utiliza a tecnologia AJAX que fornece as informações, em tempo real, sobre o estado do elemento gerenciado.

### 3.3 Conexão a rede

Todos os dispositivos devem estar conectados à rede de dados para que possam se comunicar. Tanto o subsistema A quanto o subsistema B precisam ser adicionados à rede manualmente, pois o tipo de Hardware adotado não possui suporte a conexão por DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), é necessário então reservar um endereço de rede no dispositivo de acesso (Roteador - ponto de acesso). O subsistema C se conecta a rede utilizando DHCP.

Para que a configuração de rede dos Subsistemas A e B seja feita corretamente é necessário definir alguns parâmetros em sua rotina, são estes: endereço de rede IP (*Internet Protocol*), endereço MAC (*Media Access Control*), a máscara de sub-rede e o Gateway padrão (ponto de conexão) que neste caso é o endereço do ponto de acesso.

Entretanto, os subsistemas utilizam tecnologias de transmissão diferentes e, além destes parâmetros, é necessário adicionar algumas informações específicas para o subsistema A. Tal subsistema se conecta a rede utilizando o padrão sem fio, desta forma é necessário informar dois parâmetros adicionais: o SSID da rede (identificador de redes sem fio) e a chave de acesso à rede, caso a rede requeira algum tipo de autenticação.

### 3.4 Coleta das informações

O sensor de umidade e temperatura embarcado no subsistema A pode utilizar tanto o pino de número quatro quanto o pino de número cinco, com saída analógica. Para que o sensor funcione corretamente é necessário incorporar as bibliotecas (conjunto de informações pré-requeridas) necessárias a sua rotina.

Tal rotina é composta por: uma função que inicializa a coleta; a função que atualiza os dados de coleta e, por final, as funções de controle de erro, que verificam se os dados estão sendo recebidos ou se foram corrompidos.

### 3.5 Consulta SNMP aos Dados.

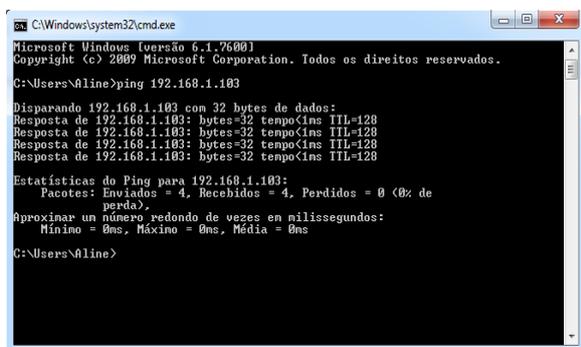
O subsistema B é o responsável por implementar o agente SNMP, este sistema inicializa sua rotina (após a conexão a rede) solicitando as informações coletadas pelo sistema A, a partir de uma solicitação do tipo “GET”. As informações são enviadas pelo subsistema A em um formato específico, o subsistema B trata esta informação e as armazena em sua estrutura de MIB, essas informações passam a ter um identificador de objeto OID.

O software de gerência de redes do subsistema C passa a se comunicar com o subsistema B, encaminhando uma solicitação, que pode ser qualquer uma das sete PDUs utilizadas pelo protocolo SNMP, em conjunto com o OID do objeto desejado.

## 4 TESTES E RESULTADOS

Os primeiros testes para a validação deste estudo foram os testes de conexão, considerando que se o dispositivo não fosse capaz de se conectar a rede, todo o resto que foi proposto ficaria impossibilitado.

Foi utilizada para este teste a ferramenta Ping a partir do uso do terminal de comando, de uma máquina Windows 7 64 bits conectada à rede.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [versão 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\Aline>ping 192.168.1.103

Disparando 192.168.1.103 com 32 bytes de dados:
Resposta de 192.168.1.103: bytes=32 tempo<ins TTL=128

Estatísticas do Ping para 192.168.1.103:
    Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (% de
perda),
    Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Média = 0ms

C:\Users\Aline>
    
```

a)



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [versão 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\Aline>ping 192.168.1.103

Disparando 192.168.1.103 com 32 bytes de dados:
Resposta de 192.168.1.103: bytes=32 tempo<ins TTL=128

Estatísticas do Ping para 192.168.1.103:
    Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (% de
perda),
    Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Média = 0ms

C:\Users\Aline>_
    
```

b)

**Figuras 3: Testes de conexão utilizando a ferramenta Ping - a) Teste do subsistema A; b) Teste do subsistema B (Fonte: Própria).**

O teste consiste em enviar uma solicitação ao endereço do dispositivo, retornando as informações na tela caso os pacotes enviados tenham sido entregues ou perdidos, e informando o tempo de resposta dos mesmos. Caso os pacotes sejam entregues, constata-se que o sistema está conectado a rede.

Em sequência, será realizado o teste referente à coleta de informações utilizando o agente SNMP, para isto utilizaremos duas ferramentas: Agente NET-SNMP e MIB Browser, estas ferramentas são um conjunto de especificações que permitem a leitura de dados no formato SNMP de agentes. Foram utilizadas em ambientes Windows 7 64bits.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe

Estadísticas do Ping para 192.168.1.103:
  Pacotes: Enviados = 3, Recebidos = 3, Perdidos = 0 (<0% de
perda>).
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Média = 1ms
Control-C
^C
C:\Users\Aline>cd..

C:\Users>cd..

C:\>cd urs
O sistema não pode encontrar o caminho especificado.

C:\>usr
'usr' não é reconhecido como um comando interno
ou externo, um programa operável ou um arquivo em lotes.

C:\>cd usr

C:\usr>snmpget -v 1 -r 1 -c public 192.168.1.103 1.3.6.1.2.1.1.9.0
SNMPv2-MIB::sysORTable.0 = INTEGER: 66

C:\usr>_
  
```

Figura 4: Teste de recuperação de dados SNMP – usando Agente NET-SNMP (Fonte: Própria)

O Agente NET-SNMP é utilizado a partir de comandos de textos utilizando o terminal de comandos e permite a visualização do retorno das informações contidas na OID, a imagem acima retorna o valor da umidade do ambiente.

Utilizando a ferramenta MIB Browser é possível contar com uma interface gráfica. Para utilizar a ferramenta é necessário selecionar o campo que corresponde ao tipo de PDU a ser enviada e informar ou o nome da OID ou o número sob qual ela responde.

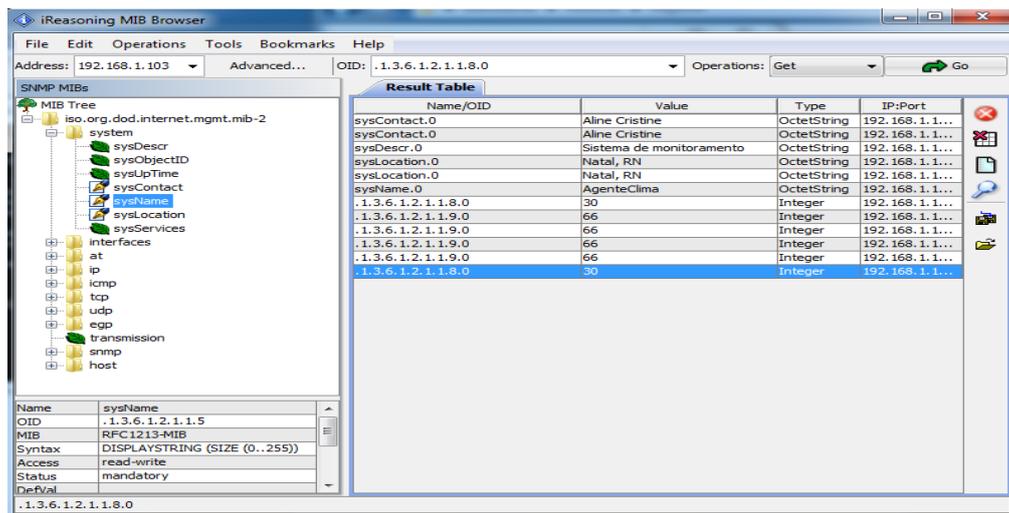


Figura 5: Teste de recuperação de dados SNMP – usando MIB Browser (Fonte: Própria)

Por fim, o sistema foi ativado e posto para fazer o monitoramento contínuo de um ambiente por cerca de seis horas, utilizando o sensor externo de umidade e temperatura DTH11. A figura abaixo contém os gráficos gerados pelo subsistema C.

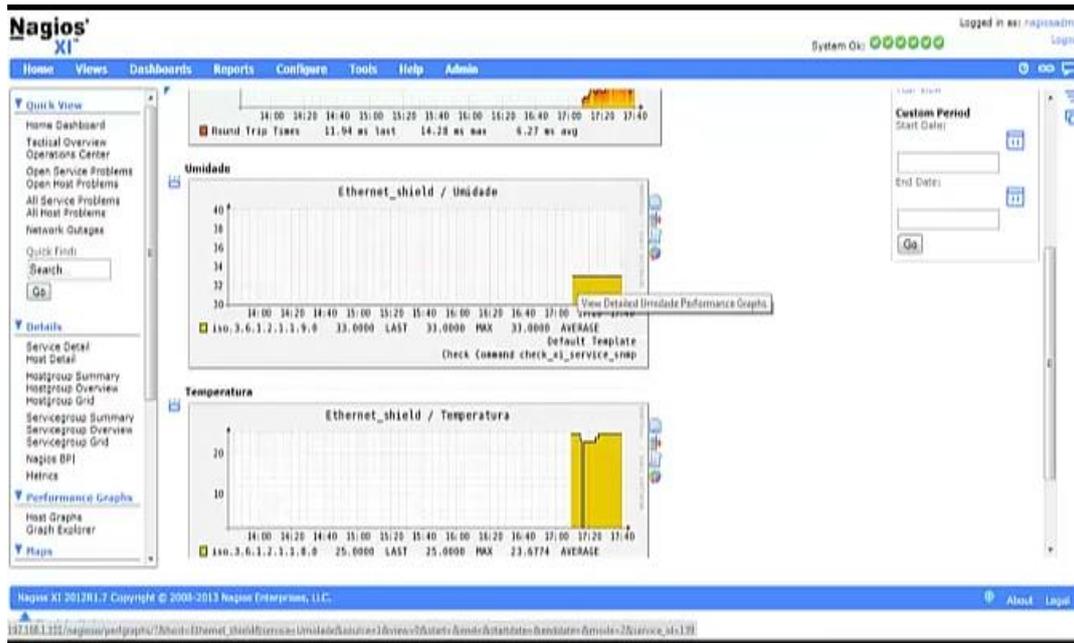


Figura 6: Gráficos de monitoramento dos objetos gerenciados, temperatura e umidade – usando Nagios XI (Fonte: Própria)

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do sistema de monitoramento sensorial se mostrou eficaz, pois o objetivo deste trabalho foi alcançado, uma vez que foi empregado ao protocolo SNMP uma aplicação não convencional e, ao fazer uso do mesmo, atenderam todas as expectativas, pois o produto final foi uma aplicação leve, personalizável, aberta e de baixo custo quando comparado a outras tecnologias existentes no mercado.

No intuito de validar a proposta, foi adotado o monitoramento de variáveis climáticas (temperatura e umidade), entretanto o estudo visa ser genérico e aplicável a qualquer variável que seja passível de análise.

Os resultados obtidos demonstram que a proposta é viável, entretanto, passível de melhorias no que diz respeito à falhas de sistema, o presente projeto não apresenta um mecanismo de prevenção de falhas, caso algum erro ocorra (queda energética ou travamento do software de gerência), os dados que foram coletados durante o período que o software de gerência ficou inativo, serão perdidos. O sistema apresenta pouco espaço para armazenamento interno, logo, isto limita as possíveis adições de funcionalidade. Entretanto, utilizando Hardwares mais robustos, é possível ter aplicações mais complexas, pois o presente estudo permite esta flexibilidade.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZI, Massimo. Getting Started With For Arduino. 1. ed. Maker Midia: 2009. 130 p.
- COMER, Douglas; LIMA, Álvaro Strube. Redes de computadores e a internet: Abrange transmissão de dados ligações inter-redes, web e aplicações. 4. ed. Porto Alegre:Bookman, 2007. 632 p.
- CYRIACO, Frederico Silveira, Gerencia em redes de computadores sem fio: uma abordagem com SNMP- Campinas: PUC-Campinas, 2011. 120p.
- GIL, ANTÔNIO CARLOS, Como elaborar projetos de pesquisa. Editora Atlas, São Paulo, 1991.
- KAUARK, Fabiana da silva. Metodologia da pesquisa: um guia prático. Bahia:Via Litterarum, 2010. 89p.
- KUROSE, James F; ROSS, Keith W. Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006. 634 p.
- MARWEDEL P. Embedded System Design. Kluwer Academic Publishers, Dortmund, 2003.
- NAGIOS XI. Web site da ferramenta. Disponível em: < <http://www.nagios.com/>> acesso em: 21 maio 2013
- OXER, Jonathan; Blemings, Hugh. Pratical Arduino:Cool Projects for Open Source Hardware.1. ed. Apress, 2009.
- TANENBAUM, ANDREW, Redes de computadores. 4. ed. Rio de Janeiro:Campus, 1997. 923p.