



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GET/10
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO -XIV

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO – GET

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO TECNOLOGIA ZIGBEE

**Pâmela C. S. Nicolau José F. Adami María F. T. Leon Fabio Fernandes
UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA**

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de automação residencial visando redução no consumo de energia elétrica de forma inteligente.

Os sistemas criados permitem o controle da iluminação, ventilação, alarme e acionamento de equipamentos elétricos. Foram utilizadas lâmpadas a LED e sensores wireless em conjunto com a tecnologia Zigbee.

O software desenvolvido permite a configuração do sistema. A partir deste é possível agendar tarefas e gravar perfis de configuração, criados de acordo com a necessidade de cada ambiente ou da vontade do administrador, visando, assim como a economia de energia, o conforto e a melhoria na qualidade de vida dos usuários.

PALAVRAS-CHAVE

Automação Residencial, Sensores, Wireless, ZigBee, Lâmpadas LED.

1.0 - INTRODUÇÃO

Em um mundo onde a demanda por conforto e qualidade de vida e a preocupação associada ao gasto excessivo de energia elétrica crescem a cada dia, alternativas de automação residencial surgem a fim de suprir essa demanda e contribuir para reduzir o consumo energético, resultando em ambientes práticos e confortáveis de acordo com o interesse de cada usuário.

O ponto inicial de um bom projeto de automação residencial é definir os principais parâmetros a serem automatizados em uma casa. Para se realizar o controle da iluminação, por exemplo, é necessário definir quantos pontos de luz são necessários e que tipo de produto é o mais apropriado.

Além do controle da iluminação, a fim de se proporcionar um ambiente residencial mais agradável e seguro, torna-se necessário o controle também da temperatura, da segurança e acionamento de equipamentos elétricos no geral. Assim, esse projeto mostra o desenvolvimento de ferramentas para um sistema de automação residencial utilizando sensores wireless em conjunto com a tecnologia Zigbee. O sistema envolve iluminação inteligente, ventilação, segurança (alarmes, sinalização) e acionamento de eletrodomésticos.

2.0 - PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial está baseada em permitir que dispositivos comuniquem entre si, comandados por um sistema central, a fim de controlar uma residência remotamente, diminuir o tempo com tarefas repetitivas, economizar energia elétrica, dinheiro, e aumentar o conforto.

O objetivo deste projeto é a aplicação deste conceito de automação residencial, realizando o controle de iluminação, ventilação e acionamento de aparelhos elétricos, a partir de uma rede de sensores wireless, tecnologia Zigbee e software desenvolvido.

2.1 A tecnologia Zigbee

O Zigbee é um padrão de comunicação sem fio confiável, bidirecional e opera na faixa *Industrial, Scientific and Medical* (ISM) em que não requer nenhuma licença para o seu funcionamento. Seu objetivo é ser um canal de comunicação sem fio com menor taxa de transmissão (250kbps) se comparado a outras tecnologias wireless e por ter um consumo baixo de energia, o que o faz ter aplicação direta em equipamentos utilizados nas automações residencial, predial e industrial. Por esse motivo, pode ser utilizado para o envio de leitura de sensores e controle de aparelhos simples, onde não é necessária alta banda de dados. Portanto, o Zigbee consegue cumprir diversos tipos de aplicações oferecendo baixo custo e consumo de energia, além de robustez.

Em uma rede Zigbee podem haver três tipos de dispositivos: coordenador, roteador e dispositivo final.

O coordenador é o dispositivo mais capacitado do sistema, ele forma o mapa da rede e pode se conectar a outras, dependendo da comunicação necessária. Cada rede pode possuir apenas um coordenador, pois ele é o módulo que inicia a rede e a mantém reconhecendo todos os nós e distribuindo os endereços. Pode guardar informações sobre a mesma, como chaves de segurança e ações.

O roteador é um dispositivo que é capaz de expandir a rede, funcionando como um nó normal na mesma, mas com a habilidade de amplificar o sinal. Já o módulo final possui a capacidade de conversar apenas com seu coordenador, não conseguindo passar informações a outros módulos. Na prática é onde ficam os atuadores e sensores.

A topologia de rede empregada neste projeto é a chamada malha (*Mesh*), sendo assim somente um coordenador estará no sistema e os sensores são roteadores e dispositivos finais, podendo retransmitir o sinal de outros módulos para seu destino final, o que garante uma maior confiabilidade e área de cobertura. Essa topologia é mostrada na Figura 1.

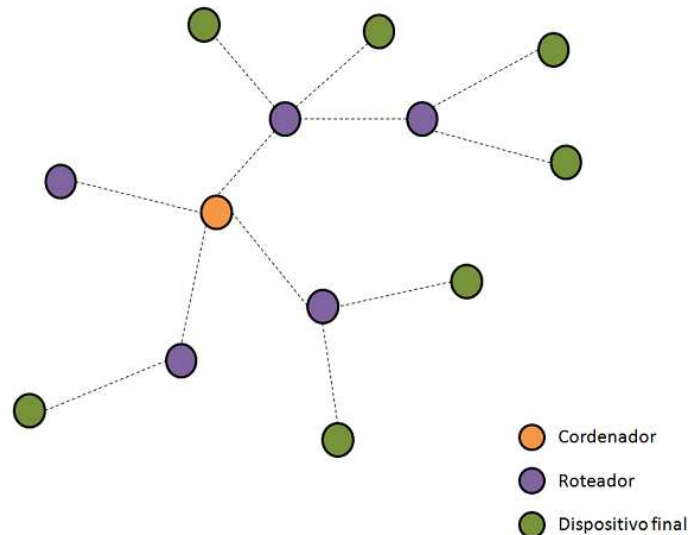


FIGURA 1 – Exemplo de topologia *Mesh*

O protocolo que foi utilizado é o IEEE 802.15.4 que define a camada física de rádio PHY e o Controle de Acesso de Mídia (MAC), enquanto as topologias de rede e camadas de aplicação ficam por conta do Zigbee. Uma das grandes características deste protocolo é a redução dos problemas de compatibilidade, pois possibilita a conexão entre diversos dispositivos, mesmo que não sejam do mesmo fabricante.

Para configuração dos dispositivos Zigbee como coordenador, roteadores ou dispositivos finais, utilizou-se o software X-CTU.

2.2. Sensoreamento do ambiente

Os sensores são o ponto chave em um projeto de rede de sensores wireless, pois são os responsáveis pela integração entre usuários e o sistema. Eles transformam energia recebida em sinal elétrico que, por sua vez, é interpretado por microcontroladores, possibilitando o controle do sistema.

Os sensores wireless possuem inúmeras vantagens em comparação com os sensores comuns, como por exemplo, podem ser instalados em qualquer ponto do ambiente onde irão atuar, sem a necessidade de fios, a rede de sensores pode ser facilmente ampliada ou movida para outros ambientes, há a possibilidade de instalação em lugares não preparados para a automação, como edifícios antigos, e possuem baixo consumo energético.

2.2.1. Módulo Sensor

Cada módulo sensor é composto por um sensor, um microcontrolador e um módulo Zigbee atuando como *Router/End device*. A partir do momento em que o sensor é acionado, indicando presença de pessoas no local (sensor de presença) ou elevação de temperatura (sensor de temperatura), é enviado um sinal para o microcontrolador, que após o interpretar, transmite informações via interface serial RS 232 para o módulo Zigbee, programado para enviar estes dados via RF para seu coordenador, ou seja, o módulo Zigbee que coordena todos os outros.

Os módulos de sensores são móveis, não necessitam de qualquer ligação por fios, o que permite que sejam dispostos em diferentes posições, segundo a necessidade de cada tipo de ambiente. Eles podem ser vistos na Figura 2.



FIGURA 2 – Placas dos circuitos dos sensores de (a)- presença e (b)- temperatura.

2.2.2. Sensores utilizados

Neste projeto são utilizados dois tipos de sensores: de presença e de temperatura. Os sensores de presença usam infravermelho para verificar se uma pessoa está ou não em seu campo de visão. Foram escolhidos sensores genéricos de empresas relacionadas com segurança, pois estes possuem características desejadas no que diz respeito aos níveis de tensão, consumo em *stand-by*, campo de visão, área de cobertura e também pelo fato de utilizarem baterias em seu interior.

O sensor de temperatura foi desenvolvido com base no funcionamento de um NTC, um dispositivo que diminui sua resistência conforme ocorre o aumento de temperatura, assim, quando a temperatura ambiente é superior a temperatura desejada, este circuito sensor de temperatura aciona sua saída que faz atuar um ventilador. Esta temperatura desejada pode ser ajustada através de um potenciômetro.

2.3. Módulo de saídas

O sistema permite, de modo geral, automatizar a maioria dos processos que ocorrem em uma casa, bastando para isso conectar o equipamento que se deseja controlar à uma saída do sistema receptor controlador. O administrador pode determinar quando, sob qual condição deseja e por quanto tempo deseja que tal equipamento elétrico permaneça ligado.

2.3.1. Receptor Controlador

Neste módulo há um microcontrolador ligado fisicamente ao Zigbee. Este microcontrolador recebe os sinais via interface serial RS232 do Zigbee e os interpreta, utilizando o protocolo de comunicação proprietário. Após este ser processado tem-se as saídas, por relés, para os dispositivos a serem acionados. Na Figura 3 é mostrado o módulo receptor controlador.

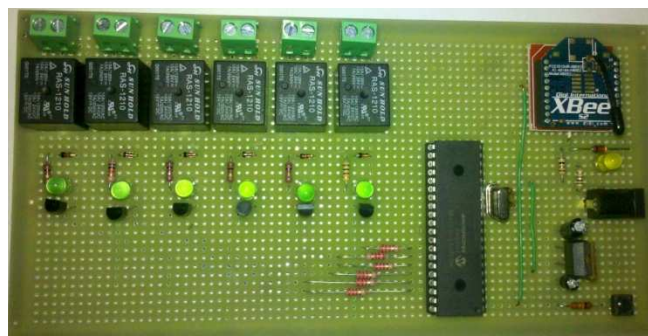


FIGURA 3 – Placa do circuito receptor

Todo o sistema de transmissão entre os módulos funciona em modo *broadcast*, ou seja, o Zigbee envia o sinal para todos os módulos da sua rede, sejam eles sensores ou receptores controladores, a cabe ao microcontrolador a interpretar e definir se a mensagem é para ele ou não.

2.3.2. Sistemas Acionados

O projeto atualmente possibilita o controle da iluminação, ventilação, acionamento de sirene, para fins de segurança domiciliar, ou eletroeletrônicos e eletrodomésticos a partir deste sistema, de acordo com a vontade do usuário.

Para a iluminação foram utilizadas lâmpadas de LED, tendo em vista que estas lâmpadas são econômicas, do ponto de vista do consumo energético, possuem uma vida útil alta (mais de 30.000 horas) em relação aos outros tipos de lâmpadas e também apresentam o benefício da não emissão de radiações infravermelhas e ultravioletas. A única desvantagem é seu custo elevado por ser uma tecnologia ainda nova no mercado.

Na Figura 4 são mostradas as lâmpadas a LED, a sirene, o *cooler* do sistema de ventilação e o acionamento de uma televisão.



FIGURA 4 – Lâmpadas a LED, ventilador, sirene e televisão.

2.4 Interface Gráfica

Uma interface gráfica desenvolvida permite ao administrador fazer as configurações requeridas por cada ambiente onde o sistema atuará de forma bastante simples. A Figura 5 exibe esta interface.

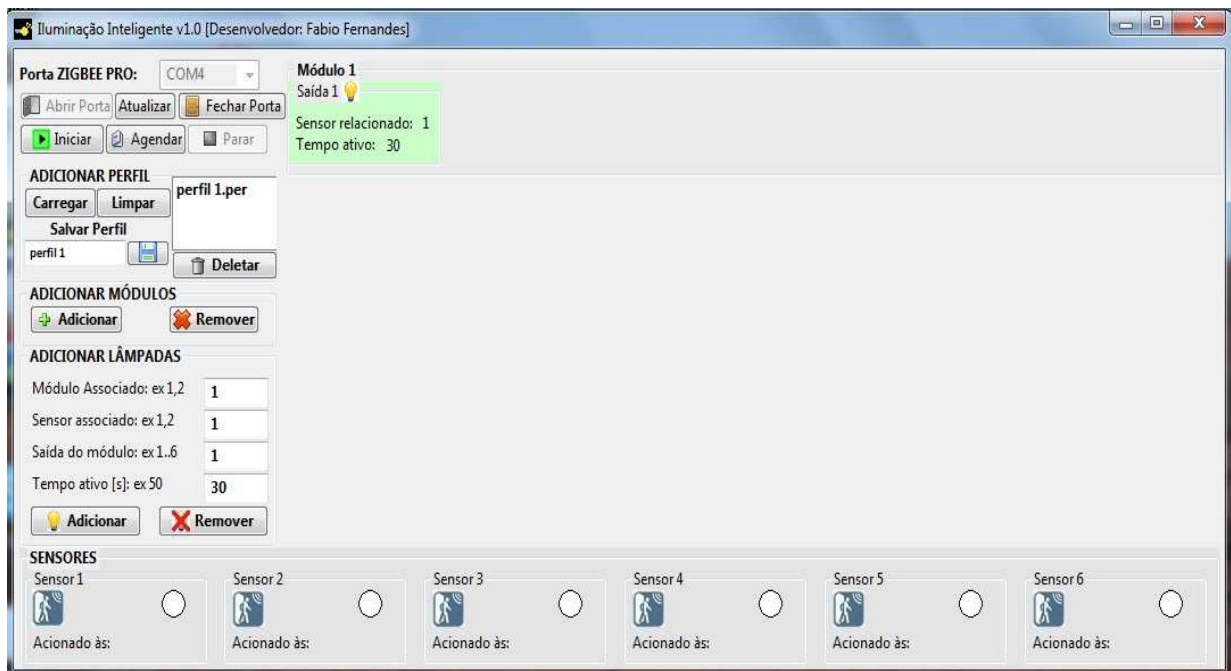


FIGURA 5 – Interface do sistema.

2.4.1. Criação de perfis de configuração do sistema

Esta interface é de fácil utilização. Antes de começar a criar o perfil de configuração do sistema, o usuário verifica em qual porta do computador está conectado o módulo Zigbee coordenador, preenche o campo “Porta ZIGBEE PRO” e clica no botão “Abrir Porta”.

Na Figura 5 foi dado como exemplo a criação de um perfil de configuração denominado “perfil 1”. Inicialmente, para se adicionar um módulo, basta clicar em “Adicionar”, na opção “ADICIONAR MÓDULOS”, na parte esquerda da interface. Ao se fazer isso, aparece na janela a direita um campo cinza chamado “Módulo 1”. Dentro deste módulo devem ser adicionadas as ações que a ser desempenhadas quando ele for carregado.

Para se adicionar uma ação, basta determinar os parâmetros da mesma no quadro “ADICIONAR LÂMPADAS”, preenchendo os campos deste quadro com, o “Módulo Associado”, ou seja, o módulo no qual se deseja que a ação seja salva, o “Sensor Associado” que é aquele deve ser acionado para que esta ação seja realizada, a “Saída do módulo” que determina a ação propriamente dita, como por exemplo, o acionamento de lâmpadas LED, o “Tempo Ativo” que corresponde ao período em que esta saída se manterá acionada, e então clicar em “Adicionar”.

Caso se deseje remover algum módulo ou ação, é possível, basta selecionar o que se deseja apagar e clicar em “Remover”.

Um perfil corresponde a um conjunto de módulos, sendo atualmente a limitação do sistema 6 saídas por módulo e 4 módulos por perfil. Para criar um perfil basta dar a este um nome no campo “Salvar perfil”, no caso deste exemplo “perfil 1” e clicar em salvar.

Para por o sistema em funcionamento deve-se carregar um perfil, selecionando-o e clicando em “Carregar” e clicar no botão “Iniciar”.

2.4.2. Funcionamento do software

O software pode ser instalado em qualquer computador pessoal ou central de processamento que permanece ligado, através de um driver, a uma placa controladora onde está localizado o módulo Zigbee coordenador. Esse módulo é o responsável por iniciar a rede zigbee e a manter reconhecendo todos os nós e distribuindo os endereços, ou seja, recebendo dados e designando ações de acordo com os mesmos. Esse módulo pode ser visto na Figura 6.



FIGURA 6 – Placa Controladora

Quando o software estiver devidamente configurado e for acionado, ele aguardará o recebimento de um sinal que é enviado por um módulo sensor (sensores de presença ou temperatura) quando há a presença de pessoas ou a temperatura ambiente excede um determinado valor. Este sinal é enviado à placa coordenadora, que repassa o dado recebido ao software, fazendo com que seja processado e então reenviado para os módulos de recepção, ou receptores controladores, que atuam conforme programados, acionando ventilador, lâmpadas, sirene, etc.

2.4.3 Agenda

Também é possível a utilização de uma Interface complementar denominada Agenda. A Agenda permite programar a ativação de um perfil de configuração do sistema, determinando o dia e horário para a ação desejada, como acender as lâmpadas em determinado horário, ligar uma televisão ou outro aparelho eletrodoméstico.

O sistema de agendamento é mostrado na Figura 7.

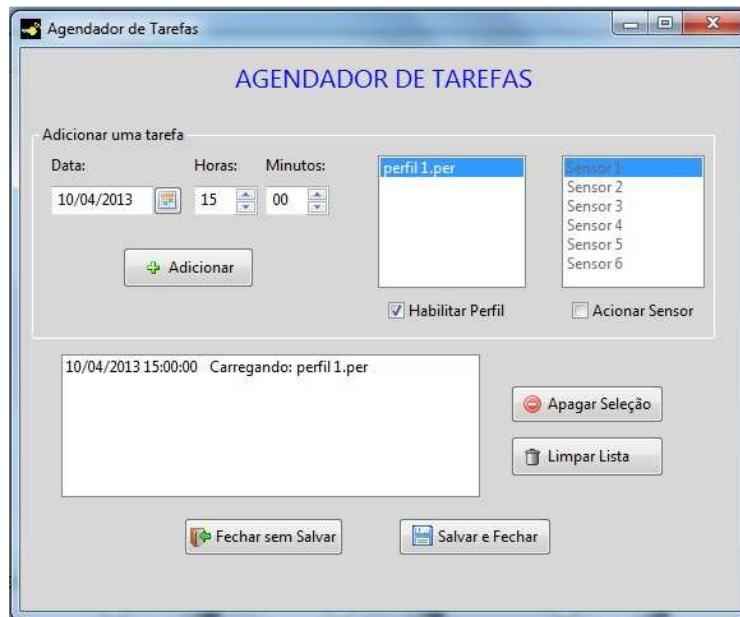


FIGURA 7 – Sistema de agendamento.

Na interface do sistema principal, na Figura 4, existe o botão “Agendar”. Se o mesmo for selecionado, esta tela mostrada na Figura 7 aparece.

Para se agendar uma tarefa devem-se preencher os campos com a data e o horário desejados, selecionar a opção de “Habilitar perfil” e escolher o perfil que se deseja como configuração do sistema no horário escolhido. Ao fazer isso, aparece no quadro branco inferior a mensagem do agendamento que o usuário acabou de criar e para finalizar, clica-se em “Salvar e fechar”.

Também é possível remover uma atividade salva ou limpar toda a lista de atividades .

2.4.4 Acesso remoto ao sistema

Foi implementada a possibilidade de acesso remoto através do software Teamviewer 8.0, o que possibilita ao administrador acessar e modificar as configurações do sistema a partir de qualquer lugar com um computador com acesso a internet. Para o acesso ao computador existe uma senha , tornando o sistema protegido de eventuais acessos indevidos.

A Figura 8 mostra o sistema sendo acessado remotamente.

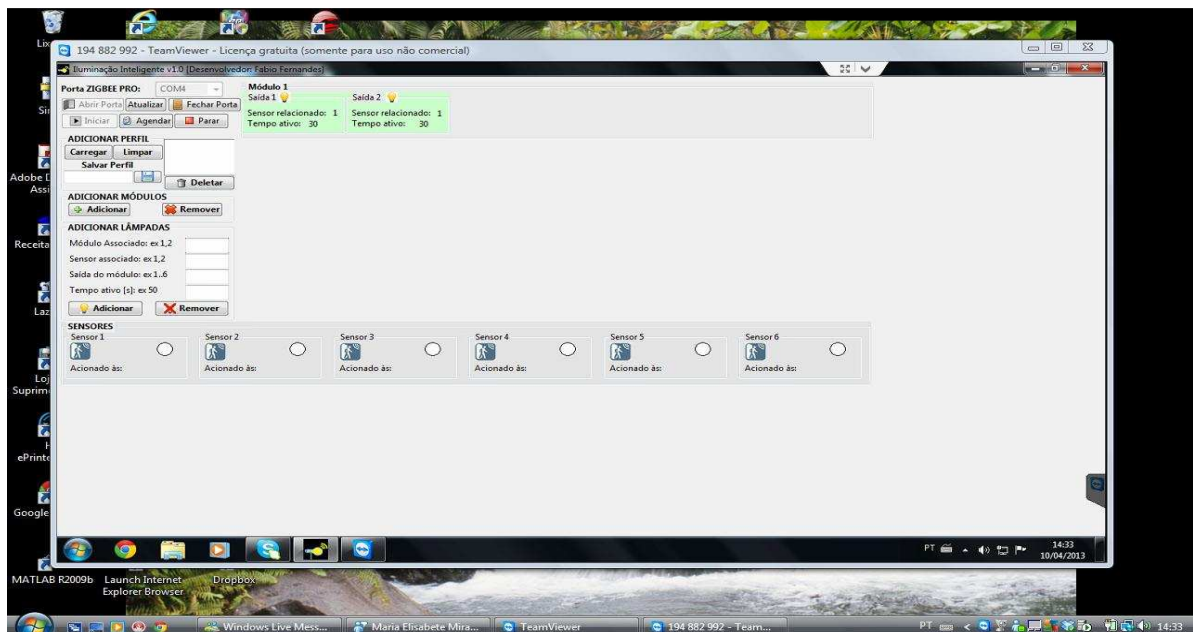


FIGURA 8 – Acesso remoto ao sistema

3.0 - CONCLUSÃO

Hoje o conceito de Automação Residencial está mudado. O homem tem a seu alcance uma gama de possibilidades práticas e econômicas que utilizam a automação, desde a básica até a mais abrangente, que utiliza sistemas de controle para todas as funções encontradas no ambiente. Ao programar todos os sistemas de uma casa, o usuário liga apenas o que precisa e quando precisa, fazendo com que as luzes dos cômodos desta, por exemplo, estejam acessas apenas quando necessário, e de forma inteligente.

Neste projeto, foi desenvolvido o protótipo de um sistema de automação residencial utilizando sensores wireless em conjunto com a tecnologia Zigbee, proporcionando o controle de processos residenciais com praticidade e economia energética.

A interface gráfica criada é capaz de administrar todo o sistema de acordo com a vontade e necessidade do usuário, permitindo configurar ações e também agenda-las. O acesso à ela pode ser feito remotamente através de um software em qualquer computador com acesso à internet. Tudo isto com a finalidade de gerar conforto, versatilidade, segurança, aumento da funcionalidade e valorização de ambientes em que o sistema for instalado.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Automação em Logística - o uso de Tecnologias Emergentes: Wireless e RFID. Disponível em: <<http://www.ingepro.com.br/index.php/ingepro/article/view/29/29>>. Acesso em Março de 2012.

(2) FERNANDES, Fabio. Trabalho de Diploma de Graduação do curso Engenharia Elétrica – UNESP Campus Guaratinguetá “Sistema de Iluminação Inteligente através de redes de Sensores Wireless”, 2011.

(3) PEREIRA, Fábio, Microcontroladores – PIC: Programação em C. 6. Ed. São Paulo: ÉRICA, 2009.

(4) TELECO. ZigBee: aplicaciones. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialzigbee/pagina_2.asp>. Acesso em Abril de 2012.

(5) CAPRILE, Sergio R. XBee: desarrollo de aplicaciones com comunicacón remota basadas em módulos ZigBee y 802.15.4, Gran Aldea Editores – GAE, 2009.

(6) BOLZANI, Caio Augustus M. Residências Inteligentes. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Pâmela Cristini Silva Nicolau, nascida em Guaratinguetá, SP em 27 de agosto de 1993. Técnica em Eletrônica pelo Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá - UNESP (2010). cursando atualmente o terceiro ano de Engenharia Elétrica na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP (2011-15).

María Fernanda Trujillo León, nascida em Quito, Equador em 04 de setembro de 1989. cursando atualmente o quarto ano de Engenharia Elétrica na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP.

José Feliciano Adami, nascido em Itajubá, MG em 15 de agosto de 1956. Engenheiro Eletricista pelo Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL (1978). Mestre em Ciências – Sistema de Potência pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (2001). Doutor em Engenharia pela UNIFEI (2008). Pós-doutorado pela UNIFEI (2012). Professor Adjunto da Universidade Estadual Paulista - UNESP – Guaratinguetá desde 2004. Membro do Grupo de Pesquisa do LAT-EFEI. Trabalhou na Siemens S/A na área telecomunicações de 1979 a 1999. Áreas de interesse: proteção de sistemas elétricos, qualidade da energia, energias renováveis e Telecomunicações.

Fabio Fernandes, nascido em São Paulo, SP em 26 / 02 de 1984. Técnico em Processamento de Dados pela FATEC em 2005. Engenheiro Eletricista pela UNESP Campus de Guaratinguetá em 2011.