



SISTEMA DE CONTROLE E LEITURA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO *PERSONAL DIGITAL ASSISTANTS* E CELULARES

Andrea Ferreira de OLIVEIRA (1), Pedro Klecius Farias CARDOSO (2)

(1) CEFET-CE, Rua João Areas 539 - Vila Manoel Sátiro - Fortaleza-CE - 60.713.410, (85)88519679/34841895,

e-mail: andrea_foliveira@yahoo.com.br,

(2) CEFET-CE, e-mail: klecius@cefetce.br

RESUMO

Esse artigo apresenta o Sistema de Controle e Leitura de Medição de Energia, um sistema que permite a comunicação de PDAs (*Personal Digital Assistants*) e celulares com medidores eletrônicos, através de diferentes interfaces de comunicação. A partir da implantação dos medidores eletrônicos nas residências, é interessante que softwares sejam construídos com o intuito de auxiliar na análise dos dados de medição colhidos, fazendo um tratamento adequado para cada usuário que utilizar o sistema. Com isso, a pesquisa inicialmente consistiu no desenvolvimento de um componente do sistema capaz de comandar funções de leitura e configuração do medidor de energia por usuários técnicos de empresas concessionárias de energia. Já na segunda fase foi proposto o desenvolvimento de um novo componente voltado para o usuário final da rede elétrica residencial, possibilitando sua conexão com o medidor para ler informações relativas a energia elétrica consumida. Buscando uma interface amigável, esse sistema permite que as empresas concessionárias de energia tenham um software capaz de ler e configurar medidores utilizando aparelhos com um maior nível de processamento, os PDAs, e ainda um software cliente capaz de fazer as leituras de medição utilizando aparelhos mais acessíveis ao usuário e com uma maior portabilidade, os celulares.

Palavras-chave: medição de energia, medidores eletrônicos, *Personal Digital Assistants*, celulares, dispositivos móveis

1. INTRODUÇÃO

As formas de medição de energia utilizadas no Brasil estão em evolução. Atualmente possuímos na maioria das residências brasileiras medidores eletromecânicos de energia, no entanto, há fortes tendências a substituição progressiva desses medidores analógicos por medidores digitais.

Empresas concessionárias de energia têm investido um alto preço nos diversos tipos de medidores digitais de energia elétrica. Anteriormente, com os medidores de energia eletromecânicos, características simples, como a leitura do valor de energia consumida ou o desligamento do contator de energia, tinham que ser feitas manualmente e a medição acabava sendo apenas uma vez por mês. Os medidores eletrônicos chegaram com a principal proposta de utilizar as redes sem fio e assim poder tanto transferir dados de leituras de medição quanto possibilitar a configuração de seus diversos parâmetros.

Explorando as funcionalidades dos medidores eletrônicos de energia a partir de uma grande pesquisa levantada em normas ABNT para medidores eletrônicos de energia e materiais afins, esse trabalho visa propor um sistema de leitura e configuração composto por três componentes, um de hardware dois de software. O componente de hardware é o principal atuante do sistema, o medidor de energia. Os dois componentes de software são: o Gerenciador de Medição (utilizado pelo técnico da concessionária de energia) e o Cliente Residencial de Medição (utilizado pelo usuário final das residências).

O Gerenciador de Medição é caracterizado por explorar as funções mais importantes dos medidores de energia. Ele pode ser utilizado pelas empresas concessionárias com o intuito principal de configurar o medidor. Algumas das características propostas para esse componente são: fazer leitura dos registros de energia, do número de série, da temperatura de trabalho, da versão do Firmware, cortar ou religar a energia, monitorar a qualidade da energia, fazer *upload* de firmware, programar valores de calibração entre outras funções. Já o componente voltado para o usuário final tem o objetivo de suprir as necessidades desse usuário quanto a leitura das informações referentes ao seu consumo de energia. A partir desse software o usuário se conecta ao seu próprio medidor para ler informações como a quantidade de *kilowatt-hora* consumida, horários de maior utilização de energia, gráficos de análise, entre outras funções. Isso permitirá ao usuário, por exemplo, programar seu consumo de energia. Para esse componente do sistema buscou-se características como portabilidade e baixo custo.

Enquanto a versão do software empresarial (versão voltada para as empresas concessionárias) requer uma maior capacidade de processamento, o software cliente tem como principais objetivos a baixa capacidade de processamento e a portabilidade.

2. MEDIÇÃO DE ENERGIA E OS DISPOSITIVOS MÓVEIS

Nesse sistema, os dispositivos móveis, como PDAs (*Personal Digital Assistants*) e celulares, foram utilizados com o intuito de explorar o benefício dos medidores eletrônicos de energia em trabalhar com redes sem fio e também usufruir de uma grande vantagem: a mobilidade. Nas seguintes seções serão descritos os principais conceitos utilizados no decorrer do projeto.

2.1. Medição de Energia

O medidor analógico trás desvantagens para as concessionárias de energia elétrica se comparado ao eletrônico. Algumas das principais características desvantajosas desses medidores é a necessidade de se fazer leituras de forma manual, em cada residência, e apenas uma vez por mês. Para as concessionárias, o aumento no número de leituras tornaria o custo operacional dos serviços de medição muito elevado e a via manual inviável. Algumas empresas concessionárias querem leituras diárias, outras horárias, outras em tempo real, dependendo do ponto de medição em análise. Entretanto, os medidores eletromecânicos não permitem a medição de energia elétrica à distância (NBR 14519, 2000).

O medidor de energia digital foi desenvolvido para suprir essa necessidade das empresas concessionárias de energia e atender as características próprias das redes elétricas brasileiras. Entre as suas várias características estão: medir energia ativa e reativa, fator de potência e tarifa diferenciada, possibilitar a saída digital de dados, pré-venda, desligamento e ligamento remoto, alarme de ligação incorreta, permitindo, ainda, registrar falta de energia. Além de todos esses benefícios, uma das características mais importantes desse medidor é a possibilidade de fazer leitura e configuração a distância, através de uma interface serial que pode ser conectada em um modem, rede wireless ou rede GPRS (NBR 14520, 2000).

2.2. Dispositivos Móveis

Os dispositivos móveis podem ser diferenciados em três tipos, os PDAs, os celulares convencionais e os *smartphones*.

Os PDAs possuem um poder de processamento e memória superiores aos celulares convencionais e funcionalidades de agenda e sistema informático de escritório elementar. Na maioria das vezes pode-se ter com os PDAs dois tipos de redes sem fio, as redes Wi-Fi 802.11b/g e as redes *Bluetooth*. Há também PDAs que suportam a utilização das redes móveis para se comunicar, esses são nomeados como *smartphones*, onde aliam tanto o alto processamento dos computadores móveis quanto a utilização da rede celular. Alguns desses dispositivos, entre *smartphones* e PDAs, possuem também a vantagem de ser multitarefa, ou seja, eles executam mais de uma aplicação ao mesmo tempo, como os dispositivos móveis com sistema operacional Windows CE ou *Symbian*. Tanto os PDAs quanto os *smartphones* são adequados para o desenvolvimento de grandes sistemas aplicados a dispositivos móveis, responsáveis por realizar tarefas pesadas que exijam a ocupação de uma grande área de memória.

Apesar de suas grandes vantagens e, conseqüentemente, o aumento de vendas em todo Brasil, os *smartphones* ainda têm um custo bastante elevado. Mesmo com a implantação das redes 3G e a incansável busca das empresas produtoras de celulares em fazer produtos cada vez mais avançados, o preço dos *smartphones* ainda é elevado para grande parte da população brasileira (TELECO, 2008). Dessa forma, os celulares com um custo menor e com menos recursos de rede ainda são os mais utilizados no Brasil até o momento. O preço mais acessível e a facilidade de uso desses aparelhos fazem com que, aos poucos, as pessoas ainda não tão familiarizadas com a tecnologia utilizem recursos simples, como o *Bluetooth* e o infravermelho.

3. SISTEMA DE LEITURA E CONTROLE DE MEDIÇÃO DE ENERGIA

O sistema de leitura e controle de medição de energia baseia-se em captar ou configurar dados de medição de energia. É composto por dois principais componentes de software e um de hardware, são eles: o Cliente de Medição Residencial, o Gerenciador de Medição e o medidor eletrônico de energia. A principal idéia do sistema é propor uma arquitetura onde possam ser interligados dois diferentes tipos de usuários ao principal componente da medição: o medidor eletrônico de energia. A figura 1 ilustra a atuação dos três componentes do sistema, onde o medidor está no centro, localizado no poste de energia, e os dois blocos das pontas ilustram o Cliente de Medição Residencial e o Gerenciador de Medição, respectivamente.

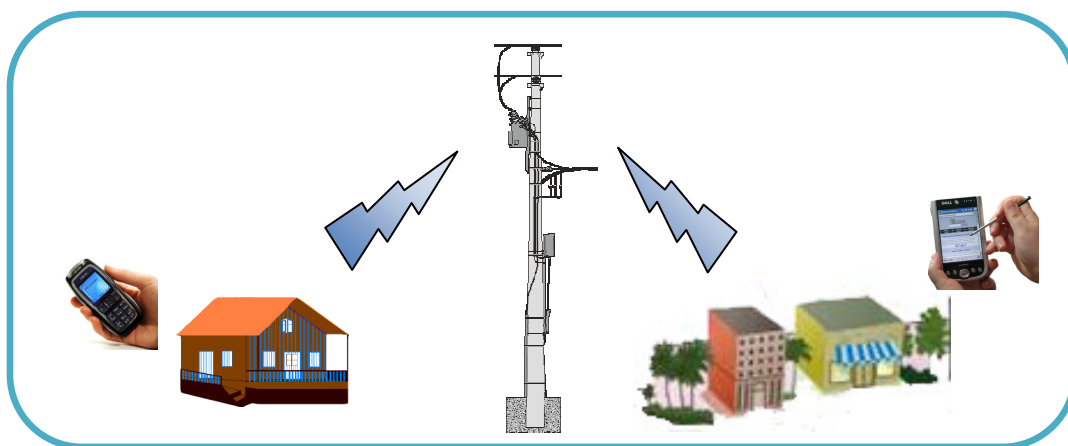


Figura 1 - Sistema de Leitura e Controle de Medição de Energia

A forma de comunicação sem fio utilizada é dependente do tipo de medidor e da capacidade dos dispositivos móveis. Apesar de já existirem diferentes tipos de medidores eletrônicos, há características que são comuns à maioria deles, tais como:

- Medição de Energia Ativa: função que mantém um registro interno indicando a contagem de medição de energia ativa em Wh (*watt-hora*). É a energia que realmente produz trabalho;

- Medição de Energia Reativa: função que mantém um registro interno indicando a contagem de medição de energia reativa em Var (*Volt Amper* reativo). É a energia que produz fluxo magnético para fazer funcionar indutores, transformadores e outros dispositivos;
- Ligar/Desligar Consumidor: função que liga ou desliga o contator de alimentação de saída do consumidor. Caso não seja verificada a correta atuação do contator, será informado erro através do alarme respectivo;
- Monitoramento de Retorno de Potencial: função que verifica se a saída do consumidor está alimentada ou não. Caso a saída do consumidor esteja alimentada e o contator esteja na posição desligado, um alarme será gerado;
- Medição de Temperatura: função que mede a temperatura para controle de funcionamento do sistema. Gera alarme caso a temperatura não esteja conforme aos limites especificados;
- Detecção de subtensão: essa função permite detectar uma falha na alimentação do medidor a fim de que os dados importantes do firmware sejam salvos na memória *Flash*;
- Programação de Dados de Calibração: essa função permite programar o Fator de Calibração, Número Serial e outros dados referentes à calibração do medidor. O acesso a essa função só é possível com o equipamento na fábrica, quando a sessão de calibração estiver aberta;
- Download de Firmware: Permite alterar o firmware do equipamento de medição remotamente;

O estudo dessas funções pôde ser realizado com pesquisas nas normas ABNT dos medidores digitais de energia e artigos da área (GERENCIAMENTO DE ENERGIA E UTILIDADES, 2008).

A partir da pesquisa com os medidores, foi iniciado um estudo aplicado para viabilizar o desenvolvimento dos outros dois componentes para o sistema. A utilização de dois componentes no sistema se deu pelas diferentes situações dos dois usuários principais que utilizariam os serviços dos medidores de energia. O usuário do Gerenciador de Medição necessita de um software com funcionamento robusto e em tempo real, para que ele possa acessar e configurar os parâmetros de medição sem que haja a necessidade de interferir no funcionamento normal do medidor de energia. O usuário do Cliente de Medição Residencial não necessita tanto de uma aplicação robusta e com um alto poder de processamento, visto que a maioria das funções propostas por ele apenas deve ler alguns parâmetros de medição e trafegar os dados, outras funções são executadas no próprio aparelho.

3.1. Gerenciador de Configuração de Energia

O Gerenciador de Configuração deve operar em três diferentes modos, de acordo com a funcionalidade que ele utilizar do medidor, são eles: o Modo Normal, Modo Fábrica e Modo Firmware.

Os passos gerais do Gerenciador de Configuração são ilustrados na figura 2. Cada modo de operação é composto por várias funções executadas em conjunto com o medidor de energia.

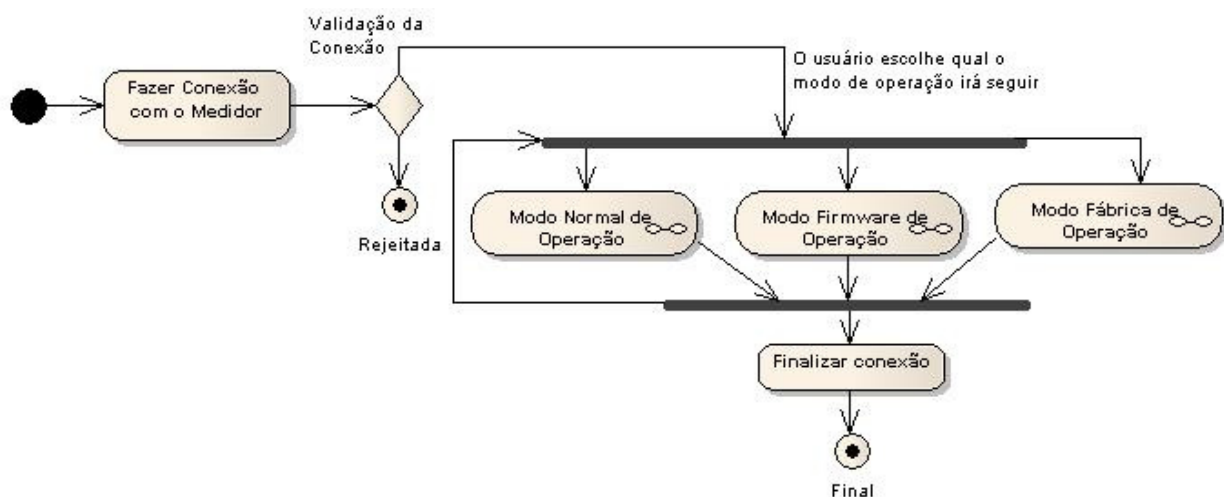


Figura 2 - Máquina de Estados do Gerenciador de Configuração

Na primeira versão do Gerenciador de configuração foi utilizada a interface serial de comunicação. A comunicação serial foi escolhida por ser relativamente mais simples, dessa forma podia-se dedicar uma maior parte de tempo com os protocolos de comunicação, as ferramentas do sistema e a viabilidade de utilização dos computadores manuais.

3.1.1. Protocolo de Comunicação

O pacote de comunicação básico entre os medidores e o Gerenciador mostrado na Tabela 1 e a tabela 2 explica cada campo do pacote de comunicação.

Tabela 1 - Pacote de Comunicação

START	CMD	TAM	INFOS	CRC1	CRC2
-------	-----	-----	-------	------	------

Tabela 2 - Definição dos campos de informação do pacote

Campo	Definição
START	Start byte, byte inicial do pacote de informação
CMD	Número do comando, indica ao Gerenciador qual o tipo de informação do pacote
TAM	Número de bytes do campo INFOS
INFOS	Informações referentes ao comando
CRC1	Byte 1 de CRC(<i>cyclic redundancy check</i>)16 LSB (byte menos significativo)
CRC2	Byte 2 de CRC16 MSB (byte mais significativo)

Toda troca de comunicação é confirmada positiva ou negativamente. Se um comando é executado com sucesso a confirmação é feita pela mensagem ACK, caso contrário é enviado a mensagem NACK que contem um código de erro para cada situação.

3.1.2. Modo Normal de Operação

O modo normal permite ao usuário ler e configurar diversas informações do funcionamento do medidor durante sua operação normal em campo. Algumas dessas informações estão armazenadas diretamente na memória flash de dados do microcontrolador do medidor e outras são variáveis que mantêm o seu valor apenas durante a execução do programa. Os comandos deste modo atuam sobre os seguintes tipos de funções:

- Monitoramento do Medidor: mostra todas as informações referentes ao status do medidor, que é composto pelos parâmetros número de série, registro de energia, fator de calibração, constante Kh, registro de alarmes, versão do firmware e status da proteção de calibração (sessão de calibração aberta ou fechada);
- Programação do Medidor: o Gerenciador tem a capacidade de programar as funções de Qualidade da Energia e Pendência de Consumo. A Qualidade de Energia é relativa a parâmetros correspondentes a valores máximos e mínimos de tensão permitidos. A Pendência de consumo é um comando usado como valor limite do consumo a partir do qual um alarme será gerado, este alarme indicará ao Gerenciador que existe uma pendência de consumo e que o registro de energia deve ser lido.
- Monitoramento de alarmes: tem a finalidade solicitar informações sobre o registro de alarmes do Medidor. O registro de alarmes chega ao Gerenciador através de um pacote composto por dois bytes, cada bit desses bytes é responsável por um tipo de alarme diferente. Abaixo é mostrado a configuração de cada bit do byte 1 do registro de alarmes.
 - Bit 0: Erro de Retorno de Potencial;
 - Bit 1: Alerta de pendência de consumo;
 - Bit 2: Sub-Tensão (medição);

- Bit 3: Sobre Tensão (medição);
- Bit 4: Temperatura não conforme;
- Bit 5: Falha no Contator;
- Bit 6: Capacitor em Carga;
- Bit 7: Erro de escrita/leitura na flash;

O segundo byte do pacote de registro de alarmes ainda não possui uma informação útil, foi criado para uma necessidade futura de novos alarmes.

- Cortar/religar energia: permite ligar ou desligar o contator de alimentação de energia do consumidor. É um comando simples e importante para o sistema, o pacote de informação é formado por apenas um byte. A partir da leitura desse byte o medidor sabe se é pra ligar ou desligar o contator de energia.
- Ler/programar valores de temperatura: o Gerenciador lê a temperatura atual e a máxima registrada e configura a temperatura máxima de alarmes. A temperatura atual mostra o valor de temperatura do medidor de energia. A temperatura máxima mostra o maior valor de temperatura atingida no medidor. A temperatura de alarmes é uma temperatura que é configurada no Gerenciador para que seja gerado um alarme caso o medidor tenha atingido essa temperatura.

3.1.3. Modo Fábrica de Operação

As funções do Modo Fábrica são utilizadas enquanto o Medidor está sendo fabricado e testado. Eles devem ser habilitados apenas quando uma sessão de calibração do Medidor for aberta e permanecem assim até que seja enviado um comando de fechamento de sessão, não mais sendo possível acesso aos mesmos após o envio deste comando.

A abertura de sessão de calibração é o momento em que em que o técnico entra com seus dados e tem a permissão de configurar valores essenciais para o bom funcionamento do medidor. Algumas das suas funcionalidades são:

- Programação de senhas;
- Programação do número de série;
- Abertura de sessão de calibração;
- Fechamento de sessão de calibração;
- Monitoramento da energia;
- Limpar registro de energia;

3.1.4. Modo Firmware de Operação

A principal função do Modo Firmware é fazer o download do firmware para o Medidor em tempo de execução, ou seja, permite modificar o firmware sem que seja necessário desligar ou retirar o Medidor.

Os medidores de energia não possuem um banco de memória para download, logo o firmware do mesmo será sobrescrito no download. Um protocolo de comunicação é estabelecido entre o Gerenciador e o Medidor para realizar a operação de download, como ilustrado na figura 3.

Primeiramente é executado o comando de abertura de sessão, que possui a finalidade abrir a sessão para download do novo firmware do medidor. Depois de aberta a sessão o computador terá um minuto para enviar o primeiro pacote, caso contrario o medidor de energia fechará a sessão automaticamente.

Ao receber o primeiro pacote o Medidor apaga o firmware atual e começa a gravar os pacotes recebidos na memória de programa. O Medidor terá 15 segundos para transmitir cada pacote, caso o tempo seja ultrapassado, o download do firmware é abortado.

O Medidor retorna ao Gerenciador de Medição uma resposta ACK a cada pacote recebido corretamente, em caso contrario envia um NACK para repetição do envio do pacote. Pode ser enviado até sete respostas

NACK para o mesmo pacote de programa recebido com erro. Caso isso ocorra o Medidor aborta o download do firmware.

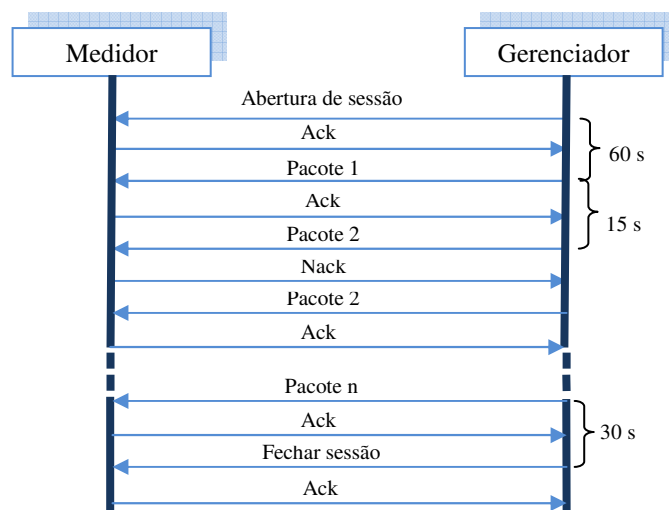


Figura 3 - Comunicação entre o medidor e o Gerenciador

Após o término do download, o Gerenciador envia o comando de finalizar o download, que força o Medidor a fechar a sessão de download e executar o novo firmware. Caso ocorra algum problema durante a gravação do novo firmware ou o timeout entre pacotes expirar ou mesmo após receber o último pacote a sessão não for encerrada em até 30 segundos, a sessão será fechada automaticamente. Nesses casos, o ME não executa o firmware gravado e continua na sessão de download à espera de um novo firmware.

3.2. Cliente de Medição Residencial

Para a segunda fase do projeto foi proposto o Cliente de Medição Residencial. Ele tem como objetivo prover um software que possibilite ao usuário final ler informações referentes ao seu consumo diário, mensal e anual de energia, entre outras funções.

A análise realizada para desenvolver o Cliente de Medição Residencial buscou uma arquitetura orientada a objetos utilizando a linguagem Java. Um dos objetivos do Cliente de Medição é a portabilidade, pelo grande número de usuários a que ele se propõe. A linguagem Java foi a escolhida para esse componente do sistema por ter a possibilidade de ser executada em diferentes dispositivos, contanto que o mesmo aceite softwares em Java (MUCHOW, 2004).

Mesmo com a proposta de portabilidade, espera-se encontrar muitas dificuldades na execução do Cliente de Medição em aparelhos celulares. As características como memória, processamento, tamanho da tela e até mesmo modernidade dos aparelhos irá influenciar bastante no sucesso ou fracasso do software. Por isso pretende-se testar o sistema em vários modelos de celulares e ter diferentes versões de software para as mais diversas marcas e modelos. A figura 4 ilustra os prováveis passos de um usuário do Cliente de Medição Residencial.

Segundo a análise realizada, o sistema deverá ter os seguintes requisitos:

- Gerenciar Conexão com a Rede do Cliente

O dispositivo celular deve criar uma conexão de rede (inicialmente *bluetooth*) e procurar os dispositivos *bluetooth* ativos para que possa encontrar o Medidor de Energia e trocar informações. Esse serviço pode ser feito através de um aparelho celular que possua a conexão *bluetooth* e um medidor de energia que tenha o serviço de *bluetooth* disponível. Será executado quando o cliente desejar saber seus dados de medição de energia e esteja em um local onde o sistema do celular enxergue a rede do medidor.

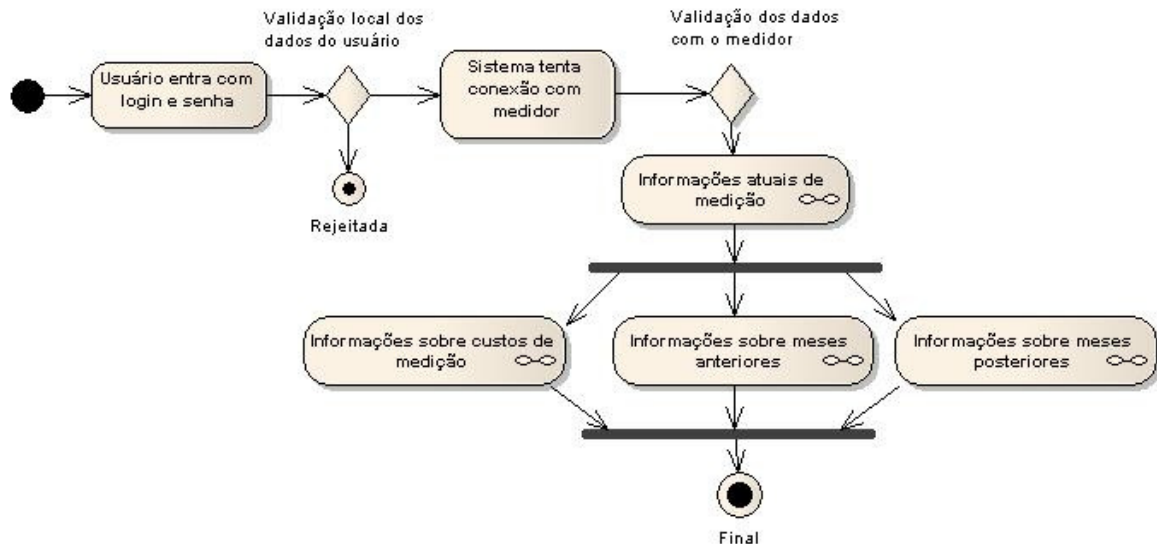


Figura 4 - Máquina de Estados do Cliente de Medição

- Gerenciar Segurança dos Dados do Medidor de Energia

O sistema deve possuir segurança para o tráfego de dados de forma que não haja interceptação de pessoal não autorizado.

- Possibilitar a leitura da energia mensal consumida

O sistema deve possibilitar ao usuário, imediatamente após a conexão o seu medidor, que ele leia os dados de medição daquele mês. Mostrando a quantidade de energia consumida em KWh juntamente com o que já será debitado até aquele momento. Após a conexão com o medidor, o sistema do celular faz um pedido requerendo os valores de medição de energia armazenada daquele mês. O medidor interpreta o pacote e manda os dados em pacotes de informação que serão organizados pelo sistema na chegada, distribuídos pela interface gráfica e persistidos em um banco de dados local do celular para que o mesmo não precise mandar todos os pacotes novamente na próxima vez que ocorrer uma conexão. O serviço será executado quando o usuário faça conexão com o medidor ou quando ele solicitar essa informação navegando pelo sistema.

- Possibilitar a leitura da energia mensal consumida em meses anteriores

O sistema deve ter a funcionalidade de mostrar ao usuário tanto a quantidade de energia gasta nos meses anteriores quanto o custo empregado. Esses valores devem ser passados ao usuário com uma interface gráfica amigável e utilizando gráficos comparativos mensais. É um serviço realizado para que o usuário possa fazer estimativas mensais, anuais e possa programar seus gastos. Sempre que o sistema no celular fizer uma conexão ao medidor, deve salvar os dados mensais, até aquele período do mês, em seu banco de dados. Quando o usuário solicitar essa busca, o sistema fará uma busca em seu banco de dados local, organizará as informações e mostrará ao usuário.

- Possibilitar que o cliente saiba o custo de cada hora do dia atualizado

O sistema deve mostrar ao usuário os valores de cada kwh em diferentes períodos do dia (se for o caso), para que o usuário possa saber exatamente como está sendo feita a sua conta de energia e possa economizar nos períodos de maior custo. Quando o usuário faz a solicitação desses parâmetros, o sistema manda um pacote para o medidor com esse pedido. Em resposta o medidor manda para o sistema os valores dos KWh atualizados.

- Fazer estimativas de gastos diários e mensais

O sistema deve mostrar para o cliente uma estimativa dos gastos que ele pode ter em diferentes meses do ano para que o cliente, antes que o mês se inicie, possa ter idéia de quanto vai gastar e possa fazer um controle de orçamento. Essas estimativas devem ser feitas analisando parâmetros de medições de meses anteriores em conjunto com a evolução do consumo de energia diário e mensal do cliente. Deve ser analisado o crescimento ou decréscimo da quantidade de KWh consumidos adicionados com uma análise anual de cada mês.

4. RESULTADOS PARCIAIS

O desenvolvimento do sistema se deu no laboratório SISCOME (Sistemas e Controle de Medição de Energia). Atualmente, grande parte do componente do sistema a que se refere o Gerenciador de Configuração de energia está implementado. Já o Cliente de Medição está em fase de análise de requisitos e gerenciamento de funções, tendo-se uma boa documentação de suas funções e de seu papel no Sistema de Leitura e Controle de Medição de Energia.

Para os testes realizados, foi utilizado um PDA com sistema operacional Windows CE, um computador *desktop* que possuísse uma entrada serial de dados, cabos de sincronismo entre o PDA e o computador e o programa *Docklight* (responsável por ler e enviar dados pela porta serial do computador). O sistema foi desenvolvido implementado na Linguagem C, compilado no Microsoft Visual Studio 2005.

Os testes para essa primeira versão do Gerenciador de Configuração consistiam em enviar pacotes para o computador e analisar esses pacotes a partir do *Docklight*. Foram realizadas análises de funções no Modo Normal de Operação e no Modo Fábrica de Operação.

O Modo Normal, como já foi comentado, possui funções de leitura e configuração do medidor durante sua operação normal de funcionamento em campo. A figura 5 ilustra duas das três telas do Modo Normal. A primeira, chamada de Monitoramento de Energia, é formada por um único comando que preenche todos os campos da tela: o comando de Leitura do Status do Medidor.

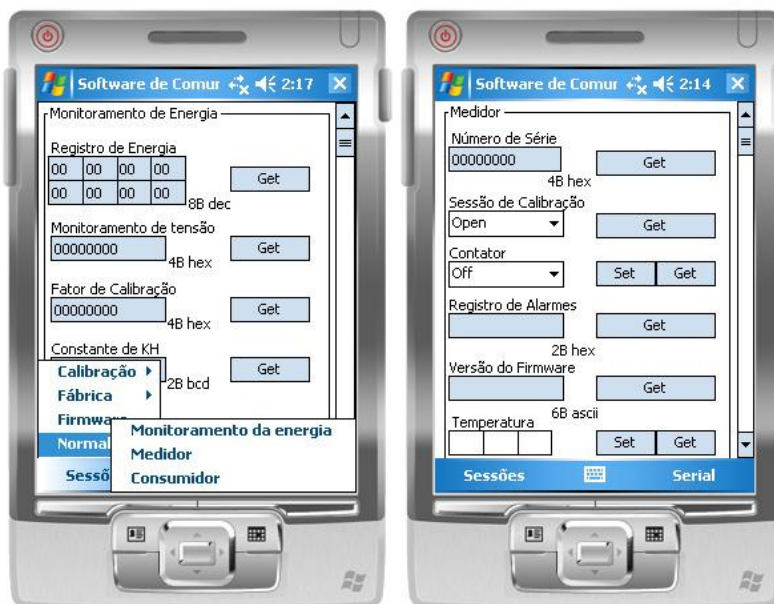


Figura 5 - Modo Normal nas telas de Monitoramento da Energia e Medidor

Dessa forma, qualquer dos botões que se aperte na tela de Monitoramento de Energia, é enviado o pacote de informação “020100A050”, e é esperado um pacote de informação de 28 Bytes que preenche todos os campos da tela de Monitoramento de Energia.

A tela Medidor do Modo Normal executa funções de leituras de pacotes menores, como a leitura do Número de Série, da Sessão de Calibração, do Status do Contador, do Registro de alarmes, da Versão do Firmware e dos Parâmetros de Temperatura. Todos enviam pacotes com uma codificação específica para o Medidor e recebem uma resposta de acordo com o pacote enviado. Nessa tela pode ser ligado ou desligado o contador de energia enviando o pacote de informação “020401018029” para ligar e “0204010041E9” para desligar. E também pode ser configurada a temperatura máxima para alarmes através do pacote “021201XXYYZZ”, sendo o valor XX a temperatura que será configurada e YYZZ os dois bytes de CRC dependentes do valor de temperatura.

O Modo Fábrica, como ilustrado na figura 6, é formado também por duas telas gráficas nomeadas de Monitoramento de Energia e Medidor, a principal diferença delas para as interfaces do Modo Normal é que elas executam mais funções de configuração do medidor e necessitam estar com a Sessão de Calibração aberta para executar essas rotinas de configuração. Com a Sessão de Calibração fechada, todos os botões “Set” são desabilitados e apenas as funções de leitura podem ser executadas.

A Sessão de Calibração é aberta quando é enviado um pacote para o Medidor contendo o código do pedido e a senha. O Medidor libera a Sessão de Calibração caso a autenticação seja positiva. Com a Sessão de Calibração aberta pode-se configurar parâmetros como senha, número de série, fator de calibração e registro de energia.

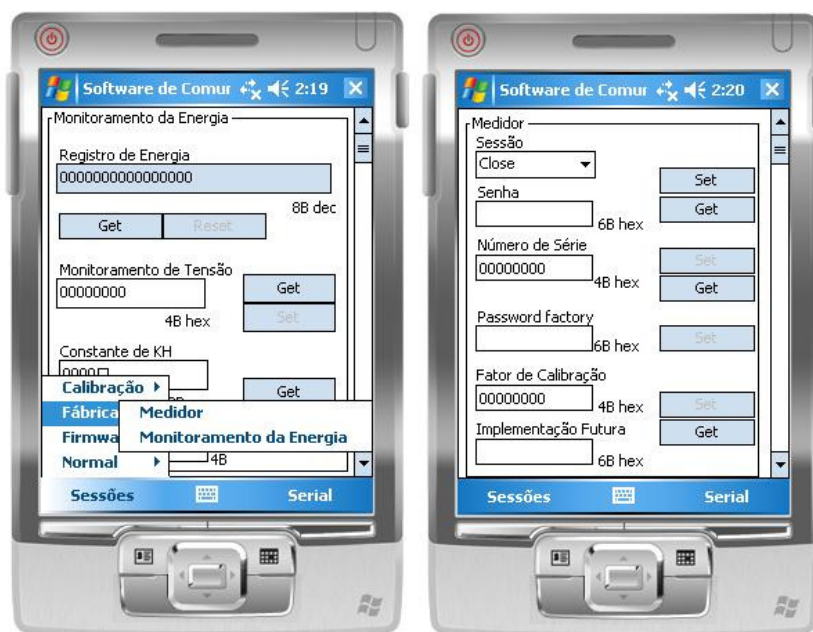


Figura 6 - Modo Fábrica nas telas de Monitoramento da Energia e Medidor

5. CONCLUSÃO

De acordo com o que foi descrito no artigo, o Sistema de Leitura e Controle de Medição de Energia é uma proposta que não só tem o objetivo de suprir as necessidades das empresas concessionárias de energia, quanto também tenta trazer para o usuário final consumidor a informação que ele necessita sobre o seu consumo mensal. A primeira parte do sistema (o Gerenciador de Medição) foi desenvolvida com êxito em suas funções, mas ainda não funcionando sobre as redes sem fio que o medidor eletrônico oferece. Dessa forma, para a continuação desse trabalho, pretende-se desenvolver as rotinas necessárias para que o Cliente de Medição Residencial participe do ativamente do sistema, juntamente com as rotinas de rede sem fio para ambos os componentes. Além do término do sistema, também pretende-se aprofundar um estudo nas redes *wireless*, analisando parâmetros de qualidade de serviço, tráfego e gerenciamento de redes.

REFERÊNCIAS

- TELECO. **Mercado de Telefones Celulares no Brasil**. 2008. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/comentario/com268.asp>>. Acesso em: Agosto de 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14519**: Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) - Especificação. Maio, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14520**: Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) - Método de ensaio. Maio, 2000.
- WILDING-MCBRIDE, Daryl. **Java™ Development on PDAs: Building Applications for PocketPC and Palm Devices**. Addison Wesley. Junho, 2003.
- MUCHOW, John W. **Core J2ME – Tecnologia & MIDP**. Pearson Makron Books, São Paulo. 2004.
- BOLING, Douglas. **Programming Microsoft Windows CE, Second Edition**. Microsoft Press, 2001.
- GERENCIAMENTO DE ENERGIA E UTILIDADES. Disponível em: <<http://www.engecomp.com.br/>> Acesso em: Agosto de 2008.