

Gerenciamento do Consumo de Energia Elétrica Residencial através de uma Ferramenta de Comunicação Sem Fio

Alan Magalhães Braga¹, Wendel Jardel Damiano Vasconcelos², João Paulo Soares de Sousa³, Dr. Pedro Klecius Farias Cardoso⁴

IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Fortaleza, Brasil

¹alan_mbraga@hotmail.com, ²wendel_jardel@hotmail.com, ³jompasousa@gmail.com, ⁴klecius@ifce.edu.br

Resumo - Este artigo tem como objetivo apresentar uma ferramenta de medição de energia elétrica: o gerenciador de consumo de energia elétrica residencial. Com esta ferramenta o consumidor é capaz de ler o consumo de energia elétrica de sua residência em tempo real, permitindo-o realizar um gerenciamento e controle desse consumo de forma clara e simples. A ferramenta se compõe de duas partes: um aplicativo *Android* e um servidor remoto. O aplicativo realiza a leitura do medidor digital e envia os dados obtidos para o servidor que, com base nessas informações, gera gráficos intuitivos do consumo de energia.

Palavras-Chave—*Android, Dispositivo móvel, Medidor de energia.*

Abstract—This article aims to present an electrical energy measurement tool: the residential electrical energy consumption manager. With this tool the user is able to read the electrical energy consumption of a house in real-time and allows the management and control of this consumption. The tool has two parts: an *Android* app and a remote server. The app realizes the reading of the digital meter and sends data to the server that, based on these informations, generates intuitive graphs of the energy consumption.

Keywords— *Android, Mobile device, Energy meter.*

I. INTRODUÇÃO

A energia elétrica se tornou um dos motores da sociedade moderna, o que faz com que o seu uso aumente significativamente com o passar dos anos. O aumento no consumo implica na necessidade de aumentar a produção, ampliando e construindo novas fontes, o que tem como consequência uma série de impactos ambientais [1].

Para amenizar esses impactos é necessário o uso eficiente da energia elétrica e para que o cliente doméstico possa controlar de forma eficiente o seu consumo de energia é

necessário o fácil acesso as informações detalhadas relativas ao seu consumo, fato que é diferente da realidade. O setor residencial é responsável por cerca de 30% do consumo total de energia elétrica no Brasil [1]. Com isso, para que os sistemas de fornecimento de energia elétrica possam atender à demanda crescente dos próximos anos, é necessário que, além do aumento de geração, sejam empregados métodos para otimizar o consumo e a distribuição de energia. Com esse intuito, surge a idéia de criar redes inteligentes chamadas *Smart Grid* [2].

Smart Grid deve ser entendida mais como um conceito do que uma tecnologia ou equipamento específico. Ela carrega a idéia da utilização intensiva de tecnologia de informação e comunicação na rede elétrica, através da possibilidade de comunicação do estado dos diversos componentes da rede, o que permite a implantação de estratégias de controle e otimização da rede de forma muito eficiente [3].

Um conceito que surgiu nos últimos anos foi o de PEM (*Personal Energy Management*), ou Gerenciador Pessoal de Energia. Este conceito é definido como o desenvolvimento de ferramentas voltadas para os clientes de concessionárias de energia elétrica de forma que este possa obter um maior controle sobre seu consumo de energia [4].

O PEM surgiu com a criação dos medidores digitais de energia elétrica, que possibilitam que as informações sobre o consumo de energia elétrica sejam armazenadas no próprio medidor. Desta forma, podem ser desenvolvidos mecanismos de auxílio ao consumo de energia, fornecendo dados sobre consumos e tarifas anteriores, possibilitando ao usuário realizar um maior gerenciamento e controle sobre seu consumo residencial de energia [4].

No *Personal Energy Management*, o usuário final tem acesso a uma base de dados *on-line*, onde este pode obter

informações sobre seu consumo de energia elétrica, bem como horários de pico de energia, horários de faltas e retorno de energia, histórico de meses anteriores e pode realizar um programa que estima quanto o usuário pretende pagar por seu consumo de energia elétrica [4].

Com isso, o presente trabalho apresenta uma ferramenta de gerência de energia elétrica que utiliza um conjunto de recursos tecnológicos que servem para auxiliar o gerenciamento e controle de energia, permitindo que o consumidor obtenha informações de tarifa cobrada, histórico de consumo e controle de metas. Foram desenvolvidos dois softwares: um para dispositivos móveis (aplicativo *Android*) e outro para computadores pessoais.

Este artigo está apresentado da seguinte forma: uma introdução na parte 1, uma apresentação dos métodos utilizados na medição de energia elétrica na parte 2, apresentação da ferramenta de gerenciamento na parte 3, apresentação dos resultados obtidos na parte 4, conclusão e proposta de trabalhos futuros na parte 5 e por último as referências.

II. MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Há várias formas de se realizar a medição de energia elétrica e tais maneiras estão em fase de desenvolvimento, surgindo, portanto novas e inovadoras tecnologias e ferramentas para realizar tal tarefa. Nesta parte são descritas alguns dos mecanismos utilizados atualmente para realizar a medição de energia elétrica [4].

A. Leitura manual

Neste processo de medição de energia, um funcionário contratado, ou terceirizado, de uma concessionária de energia elétrica, realiza uma visita mensal aos clientes de forma a obter o valor do consumo exibido pelo medidor analógico de energia elétrica. Após isto, a conta de energia é impressa e enviada à residência.

B. Leitura ótica

Este processo de medição de energia é análogo ao da leitura manual visto que um funcionário também realiza visita mensal ao domicílio. A diferença deste tipo de leitura para o tipo anterior é que o medidor de energia elétrica utilizado é um medidor digital. Outra característica é a forma de leitura do consumo que é feita por uma conexão cabeada serial a uma interface física ótico-magnética embutida no medidor. Com isso, a informação é recebida por um dispositivo móvel e a conta de energia é impressa e enviada à residência.

C. Leitura via RS-232

Este processo de obtenção dos dados de consumo é análogo ao da leitura ótica, mas possuindo como diferença apenas a interface física de transmissão que é comunicação serial RS-232. Analogamente, o funcionário conecta o cabo de um dispositivo móvel ao medidor digital de energia elétrica e obtém o valor do consumo.

D. Leitura remota

Esse processo de leitura do consumo é feito via rede sem fio e realizado remotamente. No estabelecimento do cliente,

existe um medidor de energia com um dispositivo de comunicação sem fio embutido que envia os dados de consumo, via rede móvel, para um leitor/servidor remoto. Após esse processo, é enviada a conta para o cliente. Nesse caso é interessante observar que outras características importantes podem ser consultadas como, por exemplo, os horários de falta de energia.

III. FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

A funcionalidade básica da ferramenta de gerência apresentada neste trabalho consiste em se utilizar dispositivos móveis, dotados de tecnologias de comunicação sem fio, para estabelecer conexão com medidores digitais. As informações de consumo do medidor são coletadas por esta conexão. Depois disso, os dados coletados são transmitidos para um servidor remoto. O servidor armazena estes dados em um banco de dados e com base nesses dados gera gráficos de consumo de energia. A Figura 1 mostra a arquitetura da ferramenta de gerência.

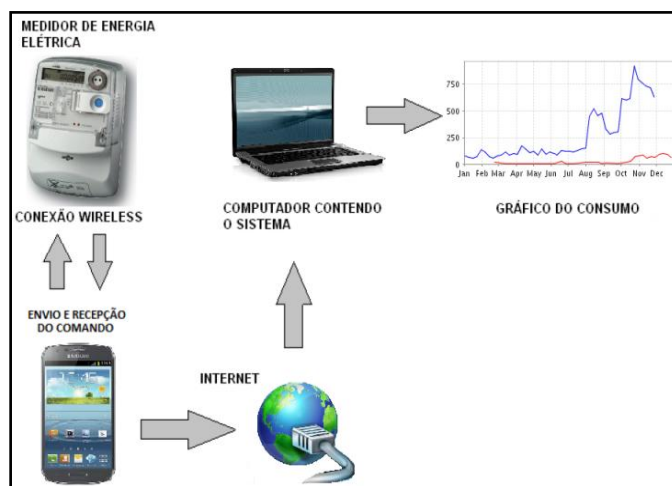


Figura 1 - Arquitetura da ferramenta de gerência.

A. Desenvolvimento

O desenvolvimento da ferramenta de gerência é dividido em duas partes: um aplicativo *Android* e um servidor remoto.

1. Aplicativo *Android*

Esta parte consiste no desenvolvimento de um aplicativo executado em dispositivos móveis que suportam o sistema operacional da empresa Google (*Android*) e que estabelece conexão sem fio com o medidor digital de energia. Esta conexão é realizada segundo a norma ABNT NBR 14522 que estabelece comandos para realizar a leitura dos medidores de energia.

O dispositivo móvel envia uma mensagem para o medidor e este ao receber o comando corretamente envia como resposta outra mensagem contendo as informações de consumo, data, hora e outros [5]. Estes dados são armazenados na memória interna do dispositivo móvel. A tecnologia sem fio utilizada na comunicação entre o dispositivo móvel e o medidor digital é a *Bluetooth*, por ser uma tecnologia disponível em quase todos os aparelhos atualmente. Foi utilizado o software Eclipse para o desenvolvimento deste aplicativo.

2. Servidor remoto

Esta parte consiste no desenvolvimento de um software a ser executado em computadores pessoais ou servidores. A função deste servidor é armazenar e manipular as informações de consumo adquiridas pelo dispositivo móvel do medidor de energia e gerar gráficos intuitivos do consumo de energia para o usuário. A conexão entre este servidor e o dispositivo móvel é realizada via rede GPRS.

B. Tecnologias utilizadas na ferramenta de gerência

A seguir são descritas as tecnologias de comunicação Bluetooth e GPRS que foram utilizadas nesta ferramenta de gerenciamento do consumo de energia.

1. Tecnologia Bluetooth

A tecnologia Bluetooth é uma especificação aberta para comunicação sem fio de curta distância entre dispositivos eletrônicos. Esta tecnologia tem se tornado um padrão para interconectar pequenos aparelhos sem fio no mundo. A especificação Bluetooth é desenvolvida, publicada e promovida pela SIG (*Special Interest Group*) [4].

Recentemente os medidores de energia têm sido fabricados com o suporte a tecnologia sem fio Bluetooth, proporcionando novas possibilidades de se realizar a medição de energia.

A tecnologia Bluetooth é utilizada em WPANs (*Wireless Personal Area Networks*) com um alcance médio de 10 metros. Esta é uma tecnologia de radiofrequência de baixa potência e curto alcance [4].

As características desta tecnologia oferecem muitas vantagens, como listadas abaixo:

- **Baixo custo:** isto se torna ideal para que esta tecnologia seja difundida entre os dispositivos móveis.
- **Baixo consumo de bateria:** isto se torna ideal para dispositivos móveis, que utilizam pouco consumo de bateria.
- **Curto alcance:** seu alcance médio de 10 metros o torna ideal para que usuários possam se conectar em ambientes que não necessitem de fios.
- **Faixa de frequência operando em 2.4 GHz:** habilitando dispositivos e soluções que possam trabalhar em todo o mundo.
- **Segurança:** a especificação fornece suporte para a segurança no desenvolvimento de seu protocolo, incluindo autenticação, criptografia e camada de segurança.

2. Tecnologia GPRS

O GPRS (*General Packet Radio Service*) é um serviço que permite o envio e o recebimento de informações em forma de dados através de uma rede de telefonia móvel. Ele complementa os serviços de comutação por circuitos GSM (*Global System for Mobile*) e o serviço de envio de mensagens através da rede celular denominado de SMS (*Short Message System*).

As redes GPRS foram desenvolvidas para suportar os serviços de dados, pois as mesmas foram criadas baseadas em

transmissão por comutação de pacotes, diferentemente das GSM que ainda utilizam a comutação por circuitos. A comutação por pacotes utiliza de uma forma mais eficiente a banda devido à transmissão do tráfego ser em rajadas o que é a característica dos serviços de dados [6].

O sistema de GPRS fornece uma solução básica para uma comunicação IP entre estações móveis (MS – *Mobile Station*) e os Hosts da Internet (IH – *Internet Host*) ou uma LAN incorporada [6].

As principais características do GPRS são:

- **Velocidade:** Permite que a informação seja transmitida de forma mais rápida e eficiente através da rede móvel. Taxa de transporte de dados máxima de 26 a 40 kbit/s. Na teoria esta taxa pode chegar a 171,2 kbit/s usando todos os 8 *time-slots* ao mesmo tempo.
- **Sempre conectado:** Facilidade de se conectar a rede. O GPRS não necessita de realizar conexões *dial-up*, pois o usuário fica o tempo todo conectado. Esta característica é uma das vantagens do GPRS quando comparado aos serviços de comutação por circuitos.
- **Novas Aplicações:** GPRS facilita o uso de diversas aplicações novas que não são possíveis de se utilizar em redes GSM devido às limitações na velocidade dos dados (9,6 kbps) e do comprimento de mensagem do SMS (160 caracteres).

IV. RESULTADOS

Primeiramente são apresentados os resultados referentes à conexão entre o dispositivo móvel e o medidor digital de energia elétrica. Posteriormente, são apresentados os resultados referentes à transmissão das informações lidas do medidor pelo dispositivo móvel para o servidor de recepção de dados.

A. Comunicação entre o medidor de energia elétrica e o servidor remoto através de dispositivos móveis.

A Figura 2a mostra a janela principal do aplicativo *Android* desenvolvido.

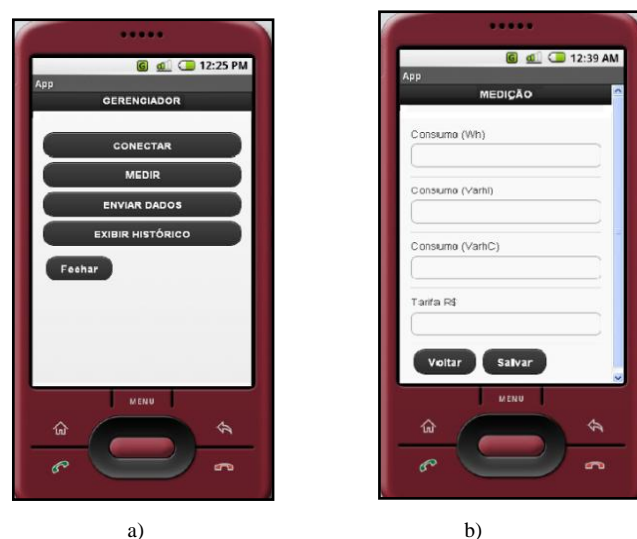


Figura 2—a) Tela principal do aplicativo e b) Dados da leitura do medidor.

A janela principal possui quatro opções: conectar, medir, enviar dados e exibir histórico.

- *Conectar*: com esta opção o aplicativo realiza uma busca por dispositivos *Bluetooth* que estejam nas proximidades do dispositivo móvel e exibe uma lista de dispositivos encontrados. O usuário escolhe o medidor de energia e a conexão é realizada.
- *Medir*: o usuário, após ter realizado a conexão com o medidor digital, usa esta opção para fazer a leitura do mesmo. O consumo em Watt-hora, a potência reativa indutiva e a potência reativa capacitiva são exibidos na tela, como mostra a Figura 2b.
- *Enviar dados*: com esta opção o aplicativo *Android* transmite as informações adquiridas do medidor para o servidor remoto.
- *Exibir histórico*: com esta opção o usuário pode visualizar o histórico de consumo mensal ou anual.

A mensagem enviada pelo dispositivo móvel é constituída pelos campos: número de série do medidor, hora, dia, mês, ano, quantidade de quilowatts-hora, potência reativa indutiva e potência reativa capacitiva. A mensagem que contém esses dados possui como característica a separação de cada campo com o caractere hífen (“-”) para que os dados sejam diferenciados. Nesta mensagem, cada um destes campos é separado por um hífen (-) para que o servidor remoto consiga diferenciar cada um deles.

B. Servidor de gerenciamento

Os dados recebidos pelo servidor são armazenados em um banco de dados *MySQL*. A partir desses dados, várias informações e gráficos são disponibilizados para o usuário.

A Figura 3 mostra a interface utilizada para gerar o gráfico de consumo. Para a geração dos gráficos utilizou-se o *Framework JFreeChart* que possibilita a criação de gráficos de forma simplificada utilizando a linguagem de programação *Java*.



Figura 3 - Interface para gerar gráficos.

Com esta interface o usuário escolhe o tipo de amostragem que pode ser: diária, mensal ou anual. Outros campos também devem ser preenchidos, tais como a grandeza de apresentação do consumo, que pode ser em kWh ou Reais, o intervalo do consumo (mês e ano) e o número de série do medidor.

O usuário pode ainda especificar uma meta para a energia que ele deseja consumir, bastando digitar o valor desejado no campo apropriado. O gráfico de consumo exibirá se o cliente está conseguindo manter-se abaixo do gráfico da meta. A Figura 4 mostra um gráfico de consumo diário (kWh) com uma meta especificada.

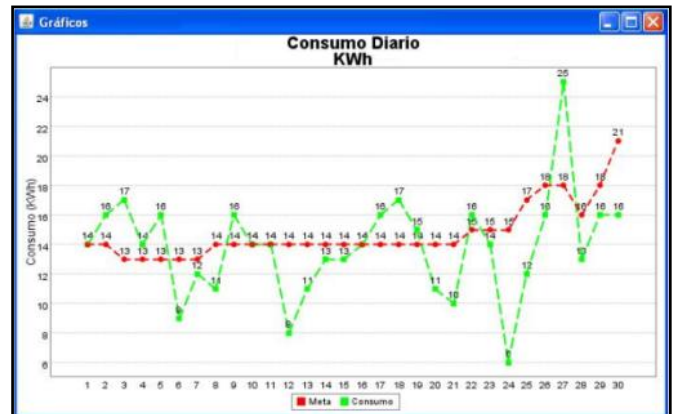


Figura 4 - Gráfico do consumo diário.

V. CONCLUSÕES

Este artigo visa contribuir com o desenvolvimento de novas tecnologias utilizadas na medição de energia elétrica. Com a ferramenta proposta o usuário de energia elétrica pode realizar um gerenciamento e controle de seu consumo e assim utilizar a energia de uma forma mais racional. Para dar continuidade ao trabalho sugere-se utilizar mecanismos de segurança para dar uma maior confiabilidade a esta ferramenta de gerência, para que proteja o sistema de interceptações indevidas de dados, fraudes no sistema ou falha na comunicação. Sugere-se também utilizar outras tecnologias para a comunicação do dispositivo móvel com o medidor digital e com o servidor e o desenvolvimento de novas funcionalidades, tais como alarmes para limites estabelecidos e automação da aquisição dos dados sem intervenção do usuário. Isso permitirá um melhor controle e gerenciamento do consumo e economia de energia por parte do usuário.

REFERÊNCIAS

- [1] J.B. Ferreira, “Análise de Formas de Medição de Consumo de Energia Elétrica no Setor Residencial”, Trabalho de graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Centro de Informática, 2012.
- [2] F. Petenel e C. Panazio, “Análise de uma rede Smart Grid usando a norma IEC 61850 e dados de medições”, in *XXX Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, SBTr 2012*, Brasília, 2012.
- [3] D.M. Falcão, “Smart Grids e Microredes: o futuro já é presente”, in *VIII Simpósio de automação e sistemas elétricos*, Rio de Janeiro, 2009.
- [4] T.B. Melo e P.K.F. Cardoso, “Rede de Comunicação de Dados sem Fio para Medição do Consumo Residencial de Energia Elétrica”, in *Congresso norte e nordeste de pesquisa e inovação (IV CONNEPI)*, Belém, 2009.
- [5] ABNT - NBR 14522: Intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica - Padronização. Maio, 2000.
- [6] O. Branquinho et al., “Redes GSM e GPRS”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.