

SGPCE - SISTEMA DE GERENCIAMENTO PESSOAL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tiago BARBOSA MELO (1); Joari SANTIAGO LIMA FILHO (2); Pedro KLÉCIUS FARIAS CARDOSO (3)

(1) (2) (3) IFCE, Rua Pe. Francisco. Pinto, 114, Benfica - Fortaleza - CE - CEP: 60020290- Brasil - Tel.: (85) 3223-4263

(1) tiagotele@gmail.com, (2) joari.santiago@gmail.com, (3) klecious@ifce.edu.org

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar o Sistema de Gerenciamento Pessoal do Consumo de Energia elétrica (SGPCE). Esse sistema é capaz de ler as informações de consumo de energia elétrica de uma unidade consumidora em tempo real, manipulando-as de forma a permitir o gerenciamento e controle desse consumo. O conceito de redes inteligentes e gerenciamento pessoal de energia têm a tendência de serem largamente aceitos pela indústria, pelo comércio e pelo público residencial devido a sua dinamicidade. Utilizando-se da informática, o usuário tem a capacidade de gerir suas informações de forma clara e simples, obtendo um maior detalhamento de consumo de energia que não são possibilitados pelo sistema de medição utilizado pelas concessionárias. Isso é feito utilizando-se dispositivos eletrônicos, como *Smartphones*, para comunicação com o medidor de energia e de um servidor para recepção e tratamento dos dados via internet. Foram desenvolvidos dois *softwares*: um *software* para *Smartphone* responsável pela conexão e coleta dos dados do medidor de energia e outro para *desktop* que recebe, manipula e exibe os dados enviados pelo *Smartphone*.

Palavras-chave: medição de energia, redes móveis, *smart grid*, *smart meter*, Telemetria, dispositivos móveis.

1 INTRODUÇÃO

A geração de energia, consumo e conservação estão na raiz de muitas das questões debatidas na atualidade. A procura tende a aumentar, enquanto a capacidade de gerar e distribuir energia está aumentando a um ritmo muito mais lento (T. JOSEPH LUI, 2010).

A energia elétrica faz parte dos recursos estratégicos para o desenvolvimento das nações. A qualidade da energia e os processos de medição e geração de energia elétrica devem ser objetivos de políticas que, quando aplicadas com eficiência, geram emprego, desenvolvimento e sustentabilidade em todos os lugares do mundo. É preciso, portanto, adequar essas políticas para a era digital (R. GALVIN, 2009).

Em vista disso, muitos países, inclusive o Brasil, adotaram políticas para a otimização e a automação da rede elétrica. Surgiu então o conceito de *Smart grid*, ou rede inteligente.

O *Smart grid* utiliza a transmissão inteligente e redes de distribuição para fornecer eletricidade. Esta abordagem tem como objetivo melhorar a confiabilidade do sistema elétrico, a segurança e a eficiência através de uma comunicação bidirecional de dados de consumo (HIMANSHU KHURANAM, 2010).

Uma das características do *Smart grid* é o termo “empoderamento” (do inglês *empowerment*), que significa dar poder ao usuário. Especificamente em telemetria, esse poder está diretamente relacionado à gerência, à tomada de decisões e ao controle do seu consumo de energia. No país, apenas clientes corporativos, ou instituições de grande porte, usufruem desses benefícios.

Este projeto propõe beneficiar aos clientes residenciais com as características do “empoderamento”. Para isso, foi desenvolvido um sistema que é dividido em dois *softwares*: um para dispositivos móveis e o outro para *desktops*.

Este artigo está definido da seguinte forma: uma introdução na parte 1, uma apresentação de formas de medição de energia e *Smart Grid* na parte 2, apresentação do sistema proposto na parte 3, exibição dos

resultados obtidos na parte 4, conclusão e proposta de trabalhos futuros na parte 5 e as referências são citadas no fim do artigo.

2 MEDIÇÃO DE ENERGIA

A leitura dos medidores de energia pode ser feita de forma manual ou remota.

2.1 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 para obter o valor do consumo exibido pelo medidor alógico de energia elétrica e enviar a tarifa à residência. Há algumas variações na forma como o funcionário obtém o valor de consumo do medidor. Essas variações se referem à tecnologia utilizada, visto que alguns medidores de energia possuem interface de comunicação do tipo ótica (magnética) ou do tipo RS-232 (WYLTON, JOSE, 2010). Entretanto neste há a necessidade de uma visita mensal à residência.

2.2 Leitura Remota

A leitura de alguns medidores de energia pode ser feita de forma remota. Um exemplo disso é a medição efetuada por muitos clientes corporativos. Esse processo de leitura do consumo é feito via rede sem fio. 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. Nesse caso é interessante observar que outras características importantes podem ser consultadas, tais como, horários de falta de energia e horários de pico de energia.

2.3 Novas Tecnologias em Medição de Energia

Smart Meters, também chamados de medidores “inteligentes” ou medidores digitais, são medidores que exibem o consumo de forma mais detalhada que os medidores convencionais ou eletro-mecânico. *Smart Meters* são dotados de interfaces de comunicação permitindo a medição remota de energia, ou telemetria. A substituição de dos medidores digitais é uma realidade em muitos países e esse processo já se iniciou no Brasil (ALEXANDRE SPATUZZA, 2010).

Uma definição de *Smart Grid* referenciada em (M. GRANGER MORGAN, 2009) é “A expressão *Smart Grid* pode ser entendida como a sobreposição dos sistemas unificados de comunicação e controle, à infraestrutura de energia elétrica existente, para prover a informação correta para a entidade correta...”

Uma das características do *Smart Grid* (ou medição inteligente) é o “empoderamento” (do inglês *empowerment*), que significa dar poder ao usuário. Esse poder está relacionado à gerência, tomada de decisões e controle do seu consumo de energia (DJALMA M. FALCÃO, 2009).

3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO PESSOAL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Sistema de Gerenciamento Pessoal do Consumo de Energia Elétrica (SGPCE) é um conjunto de recursos tecnológicos. Estes recursos irão servir de auxílio para gerência do consumo de energia. Desta forma o usuário poderá obter informações sobre, tarifa cobrada, histórico de consumo e controle de meta de consumo.

A funcionalidade básica deste sistema de gerência consiste em se utilizar dispositivos móveis, dotados de tecnologias de comunicação sem fio, para estabelecer conexão com medidores digitais. Estabelecida esta conexão o dispositivo móvel irá coletar informações do consumo aferidas por esse medidor. Em seguida os dados obtidos são enviados para um servidor remoto na internet.

O servidor ao receber estes dados irá armazená-los em um banco de dados que, posteriormente, possibilitará a análise mais refinada do consumo de energia elétrica por parte dos clientes.

O usuário ao utilizar o SGPCE poderá obter dados em tempo real do seu gasto de energia, visualizar seu histórico de consumo em alguns intervalos de tempo e utilizar um controle de meta que exibe informativos periódicos sobre o cumprimento do valor em um prazo estipulado. Estas funcionalidades estão dispostas em dispositivos móveis e computadores pessoais.

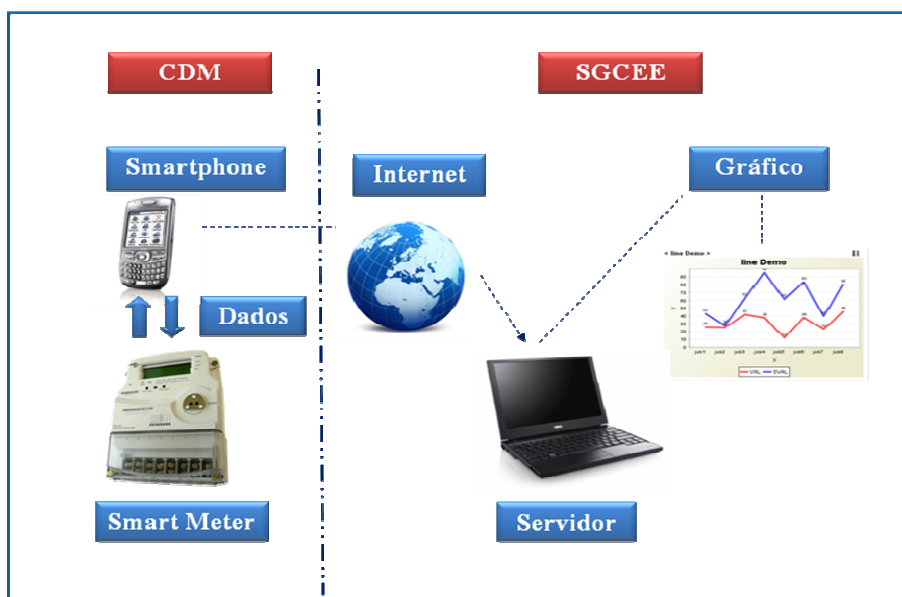


Figura 1 – Arquitetura do SGPCE

Como mostrado na Figura 1 este projeto é subdividido em duas partes, que são:

- **Coletor de Dados Móvel (CDM):** é um *software*, a ser executado em dispositivos móveis (como Celular, *Smartphone* e Pads') que estabelece conexão sem fio com medidor digital, utilizando tecnologia *Bluetooth* ou *Wi-Fi* (EMERSON ALECRIM, 2010). Nesta conexão o medidor de energia envia informações de consumo ao dispositivo móvel. Desta forma, o *software* do dispositivo móvel exibe o gasto de energia de forma instantânea ou um histórico mensal e anual. Há também a funcionalidade de controle de meta. Assim usuário estabelece uma tarifa a ser alcançada em um período de tempo e o sistema informa o cumprimento desta;
- **Servidor de Gerenciamento do Consumo de Energia Elétrica (SGCEE):** é um *software* a ser executado em computadores pessoais ou servidores. A função do sistema de gerenciamento é receber através da internet os dados armazenados na memória interna do dispositivo móvel e utilizá-los para exibir o histórico de consumo de energia para o usuário. O histórico é exibido em forma de gráfico permitindo ao usuário visualizar e gerenciar seu consumo diariamente, mensalmente ou mesmo anualmente.

4 RESULTADOS ALCANÇADOS

Neste item serão explanados os resultados alcançados com o desenvolvimento da aplicação. Inicialmente serão mostrados os resultados obtidos com o CDM no item 4.1, e em seguida os resultados alcançados com o SGCE no item 4.2.

4.1 CDM - Coletor de Dados Móvel

Como pode ser visto na Figura 2 e na Figura 3 o CDM (Coletor de dados móvel) é um *software* a ser executado em dispositivos móveis dotados de tecnologias de comunicação sem fio. Suas funcionalidades são: estabelecer conexão com medidor eletrônico, armazenar dados de consumo de energia em sua memória interna e realizar um controle de meta de consumo.

4.1.1 Desenvolvimento

A primeira versão do CDM foi desenvolvida em linguagem de programação C/C++ para dispositivos móveis com sistema operacional *Palm OS*. Para possibilitar que um maior número de usuários de diferentes plataformas de dispositivos móveis possa utilizar da aplicação este projeto foi desenvolvido um protótipo em linguagem Java. O medidor de energia elétrica utilizado para o desenvolvimento deste projeto é o E34A do fabricante *Landis+Gyr*.

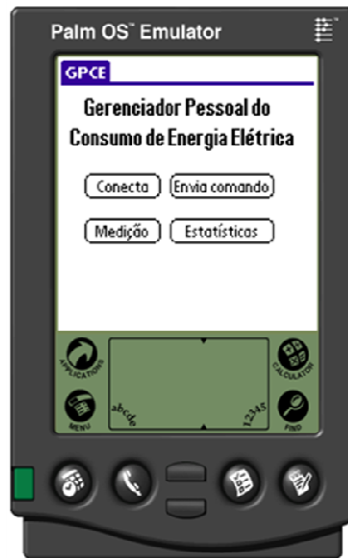


Figura 2- CDM na plataforma *Palm OS*



Figura 3 – CMD na plataforma Java

4.1.2 Comunicação sem Fio Utilizada Entre o *Smartphone* e o Medidor de Energia

Para a elaboração deste projeto, foi utilizada a tecnologia de comunicação sem fio *Bluetooth* (DR. K. V. K. PRASAD, 2002) em virtude dessa tecnologia se ter tornado popular nos dispositivos móveis e os medidores digitais de energia possuir interface desse tipo. O *software*, inicialmente realiza uma busca por dispositivo *Bluetooth* que estejam nas proximidades do *Smartphone* e exibe uma lista dos dispositivos encontrados. O usuário então seleciona o medidor de energia listado, digita uma senha de autenticação e a conexão é estabelecida. O protocolo de comunicação serial utilizado para a transferência das informações, relacionadas ao consumo de energia, é definido pela ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000).

4.1.3 Histórico das Medições

O valor de consumo lido durante uma medição via *Smartphone* é armazenado no dispositivo. Informações como a data e a hora, que são armazenadas juntamente com o consumo. Com essas informações, o *software* exibe o histórico de consumo e a tarifa cobrada em intervalos de tempo. A Figura 4 mostra as opções de exibição de histórico, onde estas opções fornecem histórico mensal e histórico anual. A Figura 5 exibe um gráfico de consumo mensal.



Figura 4 – Opções de exibição de histórico

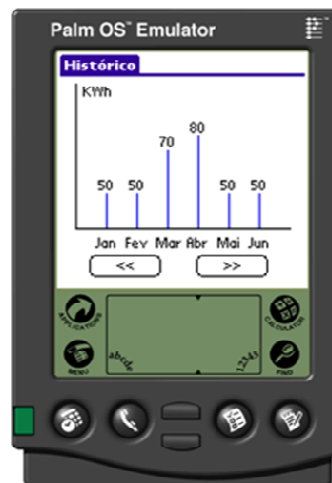


Figura 5 - Gráfico mensal

4.1.4 Sincronização de Dados Entre o CDM e o SGCEE

Para que o SGCEE possa obter os dados do CDM é estabelecida uma conexão utilizando rede GPRS (SVERZUT, JOSÉ UMBERTO, 2005). Nesta conexão o CDM envia dados obtidos na comunicação com o medidor eletrônico que está armazenado em sua memória interna. Tais dados são: número de série do medidor, data e hora, quantidade de quilowatts-hora, potência reativa indutiva e potência reativa capacitiva.

4.2 SPGCEE - Servidor de Gerenciamento do Consumo de Energia Elétrica

O SPGCEE é um *software* a ser executado em computadores pessoais ou servidores. Suas funcionalidades, assim como o CDM, são informar ao usuário um histórico do seu consumo em períodos de tempo e disponibilizar mecanismos de controle de meta de consumo. Para que o sistema possa atender a tais requisitos é necessário a implementação de funcionalidades tais como sincronização entre o dispositivo móvel e o computador pessoal, exibição de gráficos de consumo e controle de meta. Cada uma destas funcionalidades está descrita nos itens a seguir.

4.2.1 Sincronização entre o CDM o SGCEE

Para que o SGCEE obtenha os dados do medidor há uma comunicação estabelecida entre o dispositivo móvel e o computador pessoal. A notificação de envio de sincronismo de dados é mostrada na Figura 6. Para cada valor de consumo enviado ao servidor, uma notificação é realizada ao usuário e o banco de dados é atualizado. Desta forma o sistema mantém o usuário sempre atualizado. Dentre os dados recebidos no sincronismo estão o número de série do medidor, a data e hora, a quantidade de quilowatts-hora, a potência reativa indutiva e a potência reativa capacitiva.

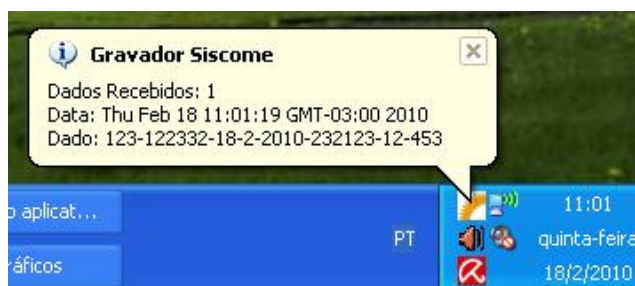


Figura 6 – Notificação de sincronismo de dados entre o dispositivo móvel e o computador pessoal

4.2.2 Exibição de Gráficos de Consumo

Para que o usuário possa obter uma visão geral dos valores de consumo e observar tais valores no tempo, gráficos são mostrados tomando por base alguns parâmetros, que podem ser configurados tendo por base os valores de tempo e de consumo. Os parâmetros de tempo são ano, mês e dia, enquanto os parâmetros de consumo são quilowatts-hora, potência reativa indutiva e a potência reativa capacitiva. A Figura 7 mostra um exemplo gráfico com a tarifa cobrada por ano.

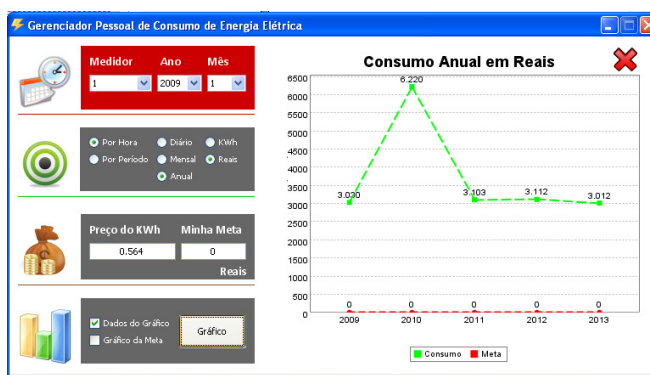


Figura 7 – Gráfico de consumo anual em reais

4.2.3 Controle de Meta

Esta funcionalidade permite que o usuário configure uma quantia em reais (R\$), ou um valor de consumo em quilowatt de quanto pretende pagar durante um período de tempo. O sistema irá informar ao usuário através de um gráfico se ele está em conformidade com a meta estabelecida. A Figura 8 exibe um gráfico comparativo com o consumo em quilowatts e sua meta.

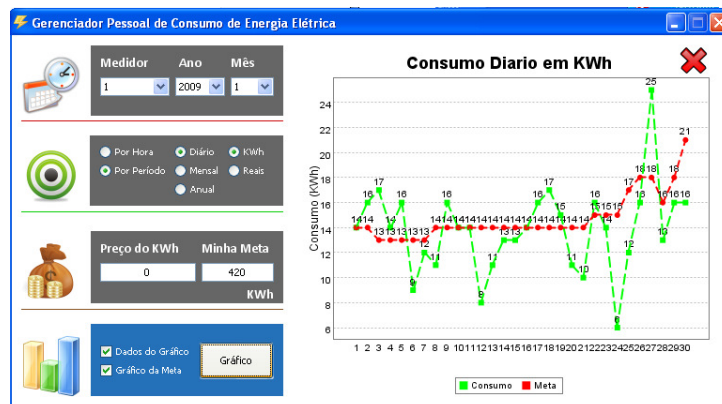


Figura 8 – Gráfico de Consumo diário com meta estabelecida

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este projeto coopera fortemente para o avanço em pesquisas que envolvem telemetria, *smart grid* e computação móvel. A maior contribuição deste projeto está para o cliente residencial de concessionárias de energia, pois este terá uma ferramenta de análise de seu consumo. Com esta ferramenta ele pode criar um programa de metas que visam reduzir o quanto se consome com energia, tendo efeito direto na sua redução da sua tarifa de energia.

A fim de aprimorar este projeto e dar continuidade à pesquisa, são necessários os seguintes trabalhos futuros:

- Disponibilidade da rede de transmissão: Faz-se necessário a elaboração de soluções para resolver problemas com disponibilidade da rede, fazendo com que o sincronismo entre o CDM e o SGCEE possa estar com dados sempre atualizados;
- Utilização de outras redes de comunicação sem fio: Varias tecnologias de rede como *Wi-Fi* (EMERSON ALECRIM, 2010) e *Zigbee* (NOGUEIRA FARIAS, RENATO, 2010) estão sendo agregadas aos dispositivos móveis. Desta forma abrem-se novas possibilidades de sincronismo entre o coletor de dados móvel e o servidor pessoal de gerenciamento;
- Configuração de perfil de usuário para outras localidades: Diferenças em relação à tarifação de energia existem quando se trata de localidades diferentes. Para permitir uma ampla abrangência deste projeto, é necessário que o sistema conheça a maneira como é cobrado o serviço pela concessionária;
- Utilização de mecanismos de segurança e criptografia: para se precaver de interceptação indevida de dados, fraudes no sistema ou falha na comunicação, faz-se necessário o desenvolvimento de mecanismos de segurança e criptografia para dar uma maior confiabilidade ao sistema

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14522: Intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica - Padronização. Maio, 2000.

ALEXANDRE SPATUZZA. **Qual vai ser o tempero da Smart Grid brasileira?** . Disponível em: <<http://www.investimentosenoticias.com.br/columnistas/energia-verde/qual-vai-ser-o-tempero-da-smart-grid-brasileira.html>>. Acesso em Julho de 2010.

DR. K. V. K. K. PRASAD, Vikas Gupta, Avnish Dass, Deepesh Jain. **WAP, Bluetooth, and 3G Programming: Cracking the Code**. Hungry Minds, Inc, 2002.

DJALMA M. FALCÃO. **Smart Grids e micro redes: o futuro já é presente**. In: VIII Simpósio de automação e sistemas elétricos. Rio de Janeiro Brasil. 2009.

EMERSON ALECRIM. **Tecnologia Wi-Fi** (IEEE 802.11). Disponível em: <<http://www.infowester.com/wifi.php>>. Acesso em julho de 2010.

HIMANSHU KHURANA, Mark Hadley, Ning Lu, Deborah A. Frincke, "Smart-Grid Security Issues," **IEEE Security and Privacy**, vol. 8, no. 1, pp. 81-85, Jan./Feb. 2010, doi:10.1109/MSP.2010.49

M. GRANGER MORGAN, Jay Apt, Lester B. Lave, Marija D. Ilic, Marvin Sirbu, and Jon M. Peha. **The many meanings of "Smart Grid". A brief note from the Department of Engineering and Policy Carnegie Mellon University**. Julho, 2009.

R. GALVIN, K. Yeager, **Perfect Power: How the Microgrid Revolution Will Unleash Cleaner, Greener, and More Abundant Energy**, New York: McGraw-Hill, 2009.

SVERZUT, JOSÉ UMBERTO. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS: Evolução a Caminho da Terceira Geração (3G)** – 1ª. Ed – São Paulo: Érica, 2005.

T. JOSEPH LUI, Warwick Stirling, and Henry O. Marcy, "Get Smart", **Power and Energy Magazine**, IEEE, 22 Abril 2010, pp.67.

WYLTON, JOSE. **O que é o RS-232**. Disponível em: <<http://www.jornallivre.com.br/293033/o-que-e-o-rs-232.html>>. Acessado em Julho 2010.

NOGUEIRA FARIAS, RENATO. **Zigbee**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialzigbee/Default.asp>>. Acesso em julho 2010.