
Smart grid – uma visão de redes e residências inteligentes

Carlos Movar M. Machado (Graduando)

Curso de Engenharia Eletrotécnica – Universidade Tuiuti do Paraná

Cinthy L. Correia (Graduando)

Curso de Engenharia Eletrotécnica – Universidade Tuiuti do Paraná

Roger P. Siqueira (Graduando)

Curso de Engenharia Eletrônica – Universidade Tuiuti do Paraná

Resumo

O presente artigo aborda o tema eficiência energética, direcionado para as unidades consumidoras de eletricidade, numa perspectiva de sustentabilidade e potencial de inovação tecnológica. A questão é abordada sob dois enfoques: os sistemas de geração e de distribuição de energia, e a concepção de uma residência “energeticamente inteligente”. Em razão da novidade do assunto no nosso país, os conceitos apresentados e tratados ao longo do presente trabalho têm origem em material obtido em eventos e sites especializados no setor elétrico, no Brasil e no mundo, sendo acompanhados de informações que exemplificam a aplicabilidade das técnicas e tecnologias preconizadas.

Palavras-chave: redes inteligentes; residências inteligentes; sistema de distribuição; energia elétrica.

Abstract

This article discusses the efficiency, targeted at the consumer units of electricity, with a view to sustainability and potential for technological innovation. The issue is addressed from two perspectives: the systems for generation and power distribution, and the design of a residence “smart energy”. Because of the novelty of the subject in our country, the concepts presented and treated throughout this work come from material obtained at events and sites specialized in the Electric Power System Brazil and worldwide, supported with data that illustrate the applicability of the techniques and recommended technologies.

Key words: smart grids; smart homes; distribution system; electrical power system.

Introdução

A vida moderna tornou a energia elétrica um produto cada vez mais fundamental. Em qualquer segmento que se pense, seja na produção de bens ou serviços, na segurança pública, na saúde ou simplesmente para o conforto dos lares, a energia elétrica é elemento indispensável. Entretanto, o seu uso cada vez mais intenso gera também a necessidade de aumento na produção de energia elétrica.

Considerando que as principais matrizes de geração pelo mundo são térmicas e hidroelétricas, vê-se aí um impacto também crescente no meio ambiente. As questões ambientais chegaram ao seu limite e são da maior importância à sobrevivência da humanidade e, por esta razão, é fundamental o pensar em soluções que compatibilizem a produção de energia e a preservação do meio ambiente.

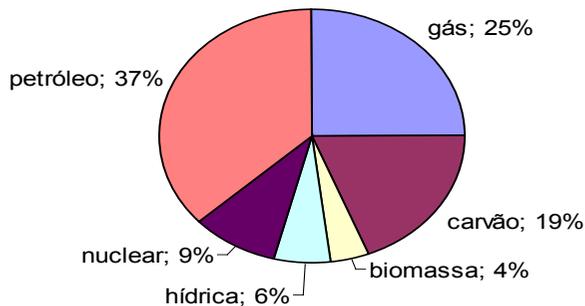
Neste contexto, têm surgido correntes pelo mundo que tratam da visão do sistema de distribuição de eletricidade e da unidade consumidora do futuro, abrangida no conceito de “Smart Grid”. Concessionárias e consumidores terão que convergir em interesse e tecnologias para alcançar eficiência energética, confiabilidade dos sistemas de distribuição de eletricidade, menores custos e menor agressão ao meio ambiente e aos recursos naturais.

2 Eficiência Energética

Quando se examinam as questões energéticas deverão ser analisadas as duas faces do problema: a produção e o consumo. Apesar das energias renováveis serem o caminho a ser seguido, por si só não resolvem o problema principal, que é o aumento da procura de energia. Através das energias renováveis, busca-se uma produção de energia mais limpa e segura, devendo ser o principal vetor de desenvolvimento do lado da oferta.

Entretanto, há que se atuar, também, na redução das necessidades, e tal fato só é possível com o aumento da eficiência do uso da energia. Deverá reduzir-se o desperdício, de forma que a pressão sobre a procura seja diminuída. A economia de energia é, de longe, a

Gráfico 1 – Matriz Energética nos países industrializados



FONTE: OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

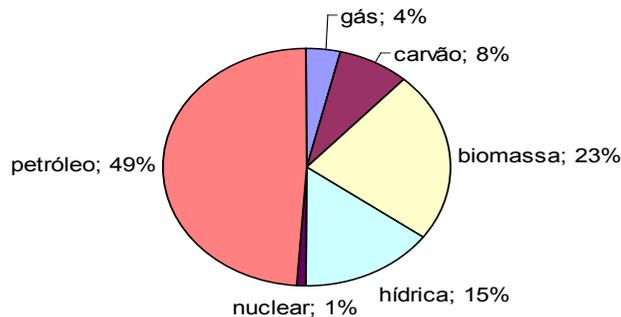
forma mais eficaz de, simultaneamente, aumentar a segurança do abastecimento de energia e de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂).

Estima-se que, globalmente, pelo menos 20% da energia distribuída é desperdiçada devido à elevada ineficiência, correspondendo a milhões de toneladas de CO₂ emitidas, ao ano (GARRIDO, 2009).

2.1 Análise da produção e do consumo de energia

Sob o enfoque da produção, a análise da matriz energética demonstra que há uma forte dependência dos combustíveis fósseis (gás, carvão e petróleo). Nos países industrializados, esta dependência está na ordem de 81% (ver Gráfico 1) e no Brasil, em 61% (ver Gráfico 2).

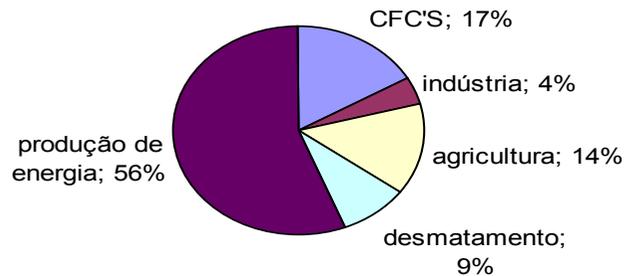
Gráfico 2 – Matriz Energética no Brasil



FONTE: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Outro aspecto decisivo na análise dos meios de produção de energia é o efeito que a matriz de geração escolhida tem no meio ambiente. Considerando-se que a produção de energia é a maior contribuição na emissão de poluentes (ver Gráfico 3), bem como comprometimento dos recursos naturais, é fundamental atentar-se para fontes alternativas de geração de energia elétrica.

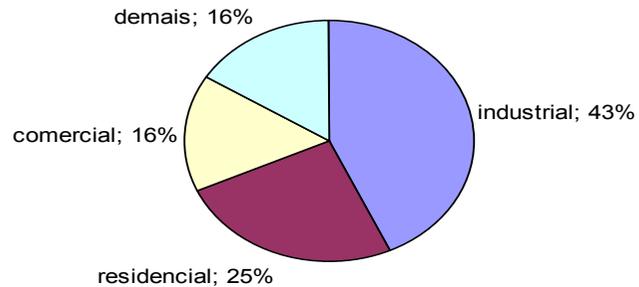
Gráfico 3 – Contribuições na emissões globais.



FONTE: OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

Sob o enfoque da demanda, destaca-se que o setor residencial, sozinho, é responsável por 25% do consumo de toda a energia fornecida no Brasil (ver Gráfico 4).

Gráfico 4 – Consumo de Energia no Brasil.



FONTE: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Diante desses fatos, iniciativas dos agentes governamentais, ainda que modestas, já tiveram início, intensificando os esforços na elaboração de planos de ação voltados para a eficiência energética. Dentre as medidas, destacam-se:

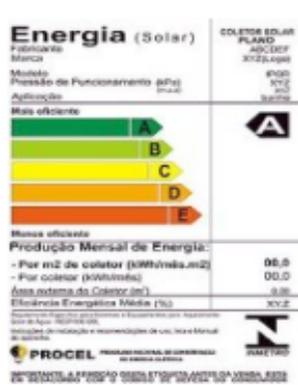
- Lei nº 10.295/01: dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências;
- Decreto nº 4.059/01: regulamenta a Lei 10.295, cria o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética e determina ao Ministério de Minas e Energia a constituição de um grupo técnico que adote procedimentos para a avaliação da eficiência energética e referenciais de consumo para as edificações.

- Criação, em 1991, do PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

Muito provavelmente, para o consumidor final, a medida de maior impacto foi a instituição do “Selo Procel de Economia de Energia”, acompanhado da “Etiqueta Nacional de Conservação de Energia” (ver Figura 1).



Figura 1 – Selo e etiqueta Procel.
 FONTE: ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S/A.



Este selo tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando assim economia na sua conta de energia elétrica.

Também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente.

Mas, apenas essas iniciativas não serão suficientes para amenizar o conflito entre oferta e demanda de energia, sendo necessária a inovação tecnológica, de processos e de serviços.

2.2 Geração descentralizada

A produção centralizada de energia apresenta cada vez mais dificuldades, tais como:

- necessidade de sistemas de transporte de energia em alta voltagem e robustos;
- problemas com reativos;
- maior vulnerabilidade do sistema; impacto ambiental;
- dificuldade de adaptação da produção ao consumo.

Sendo assim, percebe-se a necessidade de mudança de paradigma na forma de produção de energia, passando da centralização para a descentralização (ver Figura 2) Com isso, é necessário o aumento da confiabilidade das redes de distribuição de energia, aproximando a produção do consumo.

Neste contexto, as energias renováveis apresentam um papel preponderante. Uma breve descrição das tecnologias de geração descentralizada são apresentadas na sequência, baseado em (GARRIDO, 2009).

- *Cogeração:* Em média, cerca de 2/3 da energia contida no combustível é libertada sob a forma de energia térmica. Se o processo de geração se realizar no local de consumo, ou próximo deste, a energia

térmica que normalmente é desperdiçada pode ser aproveitada para produção de vapor, aquecimento de água ou de ar, ou para satisfação de outras necessidades. A cogeração é uma tecnologia que aumenta significativamente a eficiência de conversão dos recursos energéticos, ao mesmo tempo que reduz as emissões globais e os custos de operação em mais de 40%. A cogeração é geralmente utilizada por consumidores industriais, principalmente nas indústrias químicas, cerâmica e do papel, existindo também algumas instalações no setor terciário (hospitais, hotéis, centros comerciais). Dentro dos combustíveis fósseis, o gás natural é a energia primária mais frequentemente utilizada para fazer funcionar as centrais de cogeração.

- *Trigeração*: De forma complementar à cogeração, existe ainda a possibilidade de utilizar a energia térmica recuperada (vapor a baixa pressão, água quente até 95°C) para a produção de frio industrial ou para climatização por recurso a sistemas de absorção, aproveitando os excedentes energéticos sob a forma de vapor, água quente ou aproveitando diretamente os gases de escape. O termo normalmente utilizado para definir esta aplicação é trigeração, produção combinada de energia elétrica, calor e frio. Estes sistemas de trigeração vem sendo utilizados sobretudo no setor terciário, em processos de climatização.



Figura2–Representação da Produção Descentralizada.

FONTE: Extraído de material da Kema Brasil.

- *Biomassa*: A biomassa pode ser convertida em energia elétrica através de vários processos. A maioria das centrais de biomassa é gerada usando um ciclo de vapor. A biomassa é queimada numa caldeira, de forma a produzir vapor, que vai acionar uma turbina. A biomassa também pode ser queimada em conjunto com carvão (combustão conjunta) diminuindo, assim, as suas emissões. Outro processo é a conversão da biomassa sólida em gás, através de um gaseificador. Este biogás pode ser queimado fazendo uso do acondicionamento de uma turbina a gás, existindo também a possibilidade de utilização de ciclo combinado, para obter maior rendimento.

- *Microturbinas*: As microturbinas podem constituir uma opção vantajosa para produção distribuída de eletricidade e de calor, devido à sua simplicidade, ao fato de serem uma tecnologia já amadurecida e devido às suas reduzidas emissões. Comparando com as turbinas convencionais, apresentam uma potência mais reduzida (normalmente até 200 kW), um ciclo de combustão simplificado, uma menor taxa de compressão e um eixo do rotor de reduzidas dimensões, com o gerador montado numa das extremidades. Estes grupos podem adaptar-se para funcionarem com diferentes tipos de combustíveis, sem quaisquer modificações significativas a serem realizadas nos seus dispositivos mecânicos. Os combustíveis que podem ser utilizados vão desde os que apresentam elevado conteúdo energético, como o propano, até aos gases provenientes das estações de compostagem, passando pelo gás natural e os combustíveis líquidos como o diesel, a gasolina ou o querosene.
- *Células à Combustível*: As células de combustível são dispositivos eletroquímicos que convertem diretamente a energia química contida num combustível rico em hidrogênio em energia utilizável (eletricidade e calor) sem combustão, tendo-se afirmado como uma das tecnologias de produção de energia mais promissoras. Produzem eletricidade com eficiência entre 40 e 60%, com emissões reduzidas e de forma tão silenciosa que podem facilmente ser utilizadas em ambiente urbano.
- *Integração de energia fotovoltaica e solar térmica em edifícios*: Nos edifícios existem duas formas distintas de aproveitar a energia solar. Uma é a forma ativa, na qual os raios solares são convertidos diretamente em outras formas de energia (térmica ou elétrica) por equipamentos especialmente instalados para o efeito. Outra é a forma passiva, onde se faz o aproveitamento da energia para a climatização dos edifícios através de concepções e estratégias construtivas apropriadas. A necessidade de aquecimento e de arrefecimento ambiente nos edifícios pode ser reduzida através de medidas de aproveitamento da energia do solar. A instalação de coletores solares em edifícios pode reduzir em cerca de 80% o consumo de energia convencional (eletricidade, gás natural, gás propano, entre outros) para o aquecimento de água.
- *Integração de energia eólica em edifícios*: A melhor forma de aproveitar a energia do vento é através da utilização de turbinas eólicas. Uma turbina eólica é uma máquina que converte a energia cinética do vento em energia mecânica, a qual é imediatamente utilizada para gerar eletricidade. Atualmente, existem diversas tecnologias, havendo diferentes tipos de potências, formas e tamanhos. As potências com maior potencial de aplicação em edifícios situam-se entre os 0,5 e os 50 kW.

2.3 *Smart Grid – Redes Inteligentes*

Apesar de existirem diversas definições, rede inteligente poderá ser definida como uma rede de transmissão e distribuição de eletricidade que usa um sentido bidirecional, comunicações de banda larga, sensores e computadores para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a segurança do fornecimento de energia (GARRIDO, 2009).

O desenvolvimento de redes inteligentes (também conhecidas como Smart Grid, entre outras denominações) será fundamental para a transição e sucesso de um modelo descentralizado de geração. As redes elétricas inteligentes deverão apresentar as seguintes características:

- Flexibilidade: Preenchendo as necessidades dos consumidores e respondendo às mudanças e desafios que se vislumbram;
- Acessibilidade: Permitindo o acesso de ligação a todos os utilizadores da rede, em particular às fontes de energias renováveis, com elevada eficiência, produção local com emissões nulas ou muito baixas;
- Confiabilidade: Garantindo e melhorando a segurança e qualidade de abastecimento, indo ao encontro das exigências da era digital, resistindo a riscos e incertezas.
- Economicidade: Proporcionando melhor valor através da inovação, gestão da eficiência energética e elevar o nível da competição e regulação.

Um bom projeto de Smart Grid deverá prever:

- Um sistema dinâmico baseado em tecnologias de informação;
- Comunicações de banda-larga, em tempo real e bidirecionais;
- Sensores dispostos ao longo de toda a rede, fornecendo diagnósticos rápidos e correções;
- Dados para basear decisões e para suportar a eficiência nos picos;
- Tecnologias de produção descentralizadas (como turbinas eólicas, painéis solares e veículos híbridos eléctricos);
- Subestações inteligentes automatizadas;
- Dispositivos de controle doméstico de energia;
- Consumo doméstico de energia automatizado.

2.4 *Residência inteligente*

O funcionamento de toda a rede energética irá depender do desempenho e da interação de cada unidade base, inclusive as residências e edifícios. A microgeração nestas instalações apresenta como principais benefícios potenciais:

- Menores custos de energia;
- Energias mais limpas;
- Uma rede mais eficiente;

- Maior confiabilidade do sistema;
- Maior conservação e eficiência energética.

Existem diversos elementos e funcionalidades que permitem que a casa inteligente tenha uma gestão ativa no sistema (ver Figura 3). Podem ser citados:

- Veículos Híbridos Elétricos “plug in”: Os veículos poderão armazenar energia, funcionando como reservas de apoio para as residências e complementar a rede nos períodos de picos de utilização.
- Medidor Inteligente: Indicações com os preços em tempo real, aumentam as opções dos consumidores.

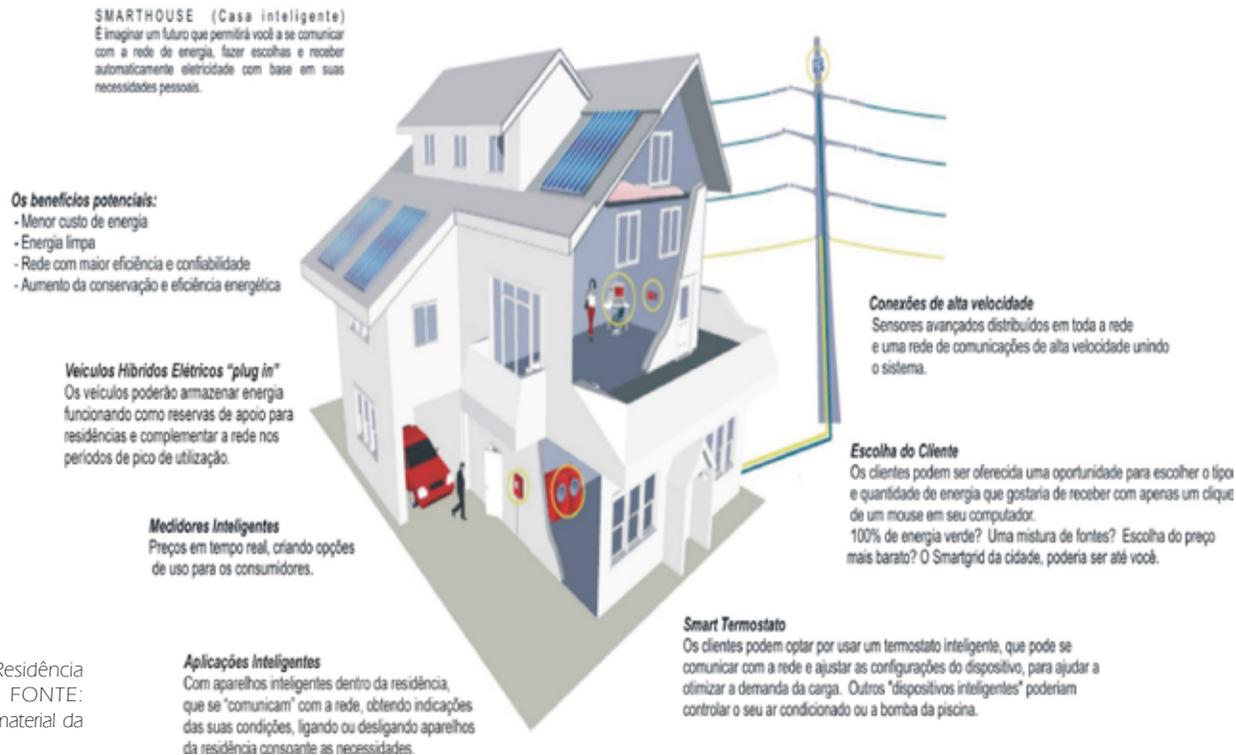


Figura 3 – Residência Inteligente. FONTE: Extraído de material da Kema Brasil.

- Aplicações Inteligentes: Tem a capacidade se de comunicar com a rede, obtendo indicações das suas condições, e ligam ou desligam os aparelhos da casa consoante as necessidades.
- Termostato Inteligente: Os consumidores poderão optar por um termostato inteligente que comunica com a rede e ajusta as configurações dos dispositivos, ajudando a gerir a otimização de cargas.
- Ligações de Banda Larga: Sensores avançados distribuídos ao longo da rede elétrica e a rede de comunicações de banda larga mantêm o sistema global como um todo.
- Escolha dos Clientes: Aos clientes é oferecida a oportunidade de escolher o tipo e quantidade de energia que querem receber, apenas selecionado a alternativa no computador. Poderá escolher diversas hipóteses como 100% de energia verde, combinação de diversas fontes, a fonte mais barata, entre outras.

Conclusão

Conforme ficou demonstrado ao longo deste artigo, a resolução dos problemas energéticos passa, prioritariamente, pela promoção da eficiência energética. Posteriormente, deverão ser reorganizados

os sistemas energéticos, havendo a necessidade de considerar cada vez mais soluções descentralizadas.

Quanto à produção de energia, se deve pensar no sistema como um todo, integrando as diferentes alternativas de produção. Atualmente, existem diversas tecnologias que permitem a produção de energia a partir de fontes renováveis. Mas é prioritário reduzir o consumo de energia final, caso contrário o efeito das energias renováveis não será sentido. O peso destas no “mix” de produção energética ficará diluído e não se alcançarão os benefícios pretendidos.

Cabe destacar o papel fundamental que devem assumir os agentes reguladores, em especial regulamentando questões acerca:

- da eficiência energética nas unidades consumidoras;
- dos requisitos de eco-design aplicado a produtos que consomem energia;
- dos requisitos de eficiência e etiquetagem de equipamentos industriais, de iluminação, condicionadores de ar, entre outros que consomem energia;
- da promoção da co-geração; e
- da inovação tecnológica nos sistemas de distribuição de energia.

Referências

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica – www.aneel.gov.br, acessado em 06/06/2009.

ELETRORÁS: Centrais Elétricas Brasileiras SA – www.eletroras.gov.br, acessado em 07/06/2009.

GARRIDO, João. Sistemas Energéticos para o Sector Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa, 2008.

KEMA BRASIL, Smart Grid – Aplicações nos Estados Unidos - ABINEE TEC 2007, São Paulo – SP.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – www.oecd.org, acessado 06/06/2009.