



## VII CIERTEC

NOVAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL  
DO SETOR ELÉTRICO: QUALIDADE DE ENERGIA E GESTÃO COMERCIAL



Porto Alegre, Brasil – 21 a 23 de Novembro de 2011

### MEDIÇÕES INTELIGENTES COMO FERRAMENTAL PARA INCENTIVAR UM CONSUMO CONSCIENTE

**Tema I:** Qualidade da Energia - TECNOLOGIA - Automação, medição e controle de planta

**Autor/es:** JOSÉ RICARDO PORTILLO NAVAS (KNBS- autor responsável), CARLOS ALBERTO FRÓES LIMA (KNBS)

**Empresa ou Entidade:** KNBS Telecomunicações e Informática Ltda.

#### DADOS DO AUTOR RESPONSÁVEL

Nome: José Ricardo Portillo Navas

Cargo: Diretor

Endereço: R. Dr. Emílio Ribas, 174, cjto. 92, Cambui – Campinas, SP – CEP 13025-140

Telefone: +55 19 3295 3314

Fax: +55 19 3253 4378

E-mail: navas@knbs.com.br

**PALAVRAS-CHAVE:** Smart Grid, Gestão do consumo, eficiência energética, Medição de energia e água, Comunicações, Sustentabilidade

#### RESUMO

O setor elétrico brasileiro, bem como o de água, tem recebido importantes alterações estruturais, com o monopólio evoluindo para um modelo caracterizado pela participação do capital privado, com consequente modernização, oferta de serviços agregados e a organização para a transformação do consumidor em efetivo cliente e participante econômico-decisor.

As concessionárias/empresas de energia e água, neste contexto de mudanças, demandam ferramental para a gestão inteligente dos dados dos consumos de forma a permitir que seus agentes e seus clientes possam analisar, controlar e acompanhar o efetivo uso dos recursos/serviços.

No plano social e organizacional, ações de eficiência que demandem o envolvimento do consumidor, seja pela promoção do exercício de cidadania, seja

por incentivos financeiros, requerem a monitoração e auditoria dos valores efetivos obtidos/cobrados. Mudanças de hábitos propostas ou incentivadas devem ser valoradas e seus resultados ou economias quantificados. Neste ambiente apresenta-se uma proposta de solução para a ampliação do relacionamento com este cliente, o incentivo à efficientização e à mudança de hábitos de consumo pela disponibilização de informações de medições de consumo de água e energia, integradas em uma estrutura dedicada de conhecimento.

Do ponto de vista do consumidor, a melhoria introduzida pode ampliar suas oportunidades individuais como cidadão com a inclusão digital, não apenas com o acesso a um portal de Internet Banda Larga, mas associada a uma cultura mais ampla, com a visualização tecnológica e demonstrativa de seu consumo, por exemplo, permitindo seu arbítrio no uso. Em resposta à dupla demanda operacional e de



## VII CIERTEC

### NOVAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL DO SETOR ELÉTRICO: QUALIDADE DE ENERGIA E GESTÃO COMERCIAL



Porto Alegre, Brasil – 21 a 23 de Novembro de 2011

externalização da informação para o cliente, foi desenvolvida uma plataforma de gestão que realiza a automação de medições remotas das residências e as submedições (internas à residência). São integradas em uma estrutura dedicada de servidores e de conhecimento (centralizado para o processamento de medições).

Nos ambientes pilotos implantados dentro do projeto, foram instalados equipamentos e dispositivos inteligentes de medição de água e energia, e ainda um micro computador com acesso à internet de banda larga, de forma que o consumidor possa ter acesso via web a relatórios históricos de consumo, de consumo diário com previsões de economia, em função de suas mudanças de hábitos. Permite-se acompanhar e controlar o perfil de consumo diário como também o valor monetário que pode ser economizado, simulando-se troca de equipamentos e ampliação de instalações/equipamentos em uso.

### INTRODUÇÃO

A gestão de eficiência energética e da demanda de água com o objetivo de racionalização e eficientização destes recursos não se limita ao simples acompanhamento do consumo, mas envolve a mudança cultural e de hábitos da população [1] e [2].

Por outro lado, políticas públicas demandam o envolvimento e o exercício de cidadania do consumidor e requerem a monitoração e auditoria da cadeia produção-geração-entrega-consumo e do ponto de vista do consumo, a organização das condições de mercado, explicitando-se os valores efetivos consumidos, a manutenção da qualidade de vida (conforto) e também a contrapartida financeira (valores pagos). Para isto, devem ser caracterizados a organização dos dados, os valores economizados em função da possível mudança de hábitos de consumo e

o levantamento de tendências (tanto do ponto de vista do consumidor quanto da concessionária de energia ou água).

É fundamental também a monitoração de todo o sistema, garantindo-se qualidade e segurança dos dados, bem como uma operação ágil, automática na tomada de decisões, controle de ativos e indicações de falhas ou eventos indesejados. Com informações de monitoração permite-se a detecção de incidentes tais como vazamentos ou até mesmo a revisão de processos operativos e de incentivo/conscientização de consumo para permitir a almejada economia e uso eficiente.

Nas economias em desenvolvimento como o Brasil, as concessionárias/empresas de energia e água<sup>1</sup> têm sido colocadas frente a este novo momento de mercado e embora pudesse parecer natural e parte de seu negócio, não possuem sistemas que demonstrem o consumo real por usuário, em suas nuances de consumo, próxima a tempo real. As medições são realizadas de forma única, uma vez ao mês para os clientes residenciais.

A digitalização, a evolução de sistemas de controle e telecomunicações atuais, bem como a diminuição de custos destes sistemas e dos serviços associados, tem permitido novas possibilidades operacionais. Demanda-se neste sentido, ferramental específico para a mudança esperada, a gestão de consumo de energia e água, permitindo inclusive que os clientes

<sup>1</sup> No Brasil, a estruturação do negócio de energia foi regulada desde 1995 (Lei de concessões - nº 8.987, de 13/02/95) no formato de concessão para consórcios do setor privado para a exploração do mercado, seja na geração, na transmissão e distribuição/comercialização da energia. Algumas regiões brasileiras ainda são servidas por empresas governamentais de energia devido a situações regionais de baixo desempenho operacional, que inviabilizaram até o momento a sua privatização. A exploração dos serviços de água é ainda realizada pela administração pública brasileira, no âmbito municipal ou regional.



## VII CIERTEC

### NOVAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL DO SETOR ELÉTRICO: QUALIDADE DE ENERGIA E GESTÃO COMERCIAL



Porto Alegre, Brasil – 21 a 23 de Novembro de 2011

venham a acompanhar e controlar seu consumo em pontos específicos de sua residência.

Em resposta a essa demanda e tendência de mercado foi desenvolvida uma plataforma de análise e acompanhamento do consumo, que realiza a automação da coleta de medições remotas das residências e as submedições (internas à residência). Integrada em uma estrutura dedicada de servidores e de conhecimento (centralizado para processamento de medições), permite a qualificação de comportamentos, a avaliação do impacto de ações de redução de consumo e/ou conscientização de uso, bem como o planejamento de outras ações de educação e de ampliação da oferta.

Fisicamente, o ambiente de relacionamento criado recebe as medições coletadas das saídas de pulsos dos medidores eletrônicos comerciais de energia e hidrômetros comerciais. As medições de consumo parcial dentro das residências, são realizadas através de submedidores de água e energia, instalados em pontos de interesse. A estes dispositivos são acoplados recursos de comunicação para que as medições individuais sejam transmitidas, em períodos pré-configurados, até o centralizado para processamento.

Este ambiente de integração foi concebido como uma ferramenta de acesso a Internet e inclusão digital, apoiando e valorizando o conhecimento/uso da web pelas comunidades. Esta característica integra-se de forma natural às tendências mundiais de atendimento e universalização do acesso à informação, acesso ao conhecimento, arbítrio sobre o uso de serviços e de atendimento às populações com menos recursos em suas necessidades básicas.

*“A gestão dos recursos naturais poderá, através do planejamento, teoricamente antecipar, prevenir e mitigar os impactos*

*ambientais, pois o conhecimento científico permite e a pressão e demanda pública tornam as políticas exequíveis.”*[3] Entretanto, são necessárias políticas empresariais e governamentais de mudanças culturais e educacionais para um consumo consciente.

Contribui-se, com esta plataforma com soluções para ampliar a disponibilidade de informação, e fornecer condições para que sejam tomadas decisões conscientes e participativas de consumo fomentando a mudança de hábitos e cultura. Permite-se um novo olhar sobre os negócios de energia e água e no relacionamento com o cliente/consumidor auditando e comprovando ações de eficiência [4].

A pesquisa em soluções de organização e controle de informações para este cliente neste novo paradigma de conhecimento de seu consumo teve um suporte financeiro da **FINEP** (Financiadora de Estudos e Projetos do Brasil) no programa de Subvenção Econômica de 2008. Resultou em um laboratório de testes e pesquisas de uso, a partir dos quais são monitorados o sistema, os dados coletados e o nível de envolvimento dos participantes.

O projeto conta também com o apoio da Associação de Empresas Proprietárias de Infra-Estrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações do Brasil (APTEL), na prestação de serviços tecnológicos de organização e estruturação do ambiente piloto, na interação e aplicabilidade com fabricantes de medidores e de equipamentos de comunicação, concessionárias de energia elétrica e água. Estas ações ampliam a capacidade de interatividade das entidades na realização dos testes na área piloto.

Foram estabelecidos dois campos de teste. O primeiro é formado por um conjunto habitacional de baixa renda - condomínio - ambiente vertical com várias Unidades Consumidoras (UC) residenciais, enquanto que o segundo é uma UC

representada por um usuário comercial (ambiente horizontal), de 2.000 m<sup>2</sup> – Instituto SER – uma entidade de desenvolvimento de pessoas autistas, com um grande consumo de energia elétrica e de água e que precisa passar por um processo de eficiência de consumo e em sua estrutura funcional. Os dois ambientes pilotos passam a ser laboratórios vivos, com a sinergia dos elementos tecnológicos e da comunidade.

### UMA SOLUÇÃO PARA ORGANIZAR UM PROCESSO

Buscou-se demonstrar a sustentabilidade para a solução tecnológica na medição de consumo e a qualificação de sua eficiência [5], integrando os serviços de energia elétrica, abastecimento de água e telecomunicações. Buscou-se integrar o consumidor ao processo, como cliente e decisor, como agente e responsável por uma conduta que caracteriza compromissos com o planeta e com a sua comunidade [6].

Do ponto de vista deste consumidor, a melhoria introduzida pode ampliar suas oportunidades individuais como cidadão com a inclusão digital, não apenas com o acesso a um portal de Internet Banda Larga, mas associada a uma cultura mais ampla, com a visualização tecnológica e demonstrativa de seu consumo, por exemplo, permitindo seu arbítrio no uso. Nos ambientes pilotos implantados dentro do projeto, foram instalados equipamentos e dispositivos inteligentes de medição de água e energia, e ainda um micro computador com acesso à internet de banda larga. Foram disponibilizados relatórios históricos de consumo, relatórios de consumo diário com previsões de economia projetada para o mês corrente, em função de suas mudanças de hábitos de consumo.

Permitiu-se acompanhar e controlar o perfil de consumo diário como também acompanhar o valor monetário que é

possível de ser economizado, em função das mudanças de seus hábitos de consumo, simulando-se troca de equipamentos e alteração de instalações/equipamentos existentes.

### ARQUITETURA DA SOLUÇÃO

A plataforma de gestão recebe as medições coletadas das saídas de pulsos dos medidores eletrônicos comerciais de energia e hidrômetros comerciais. As medições de consumo parcial dentro das residências, são realizadas através de sub-medidores de água e energia instalados em pontos de interesse. A estes dispositivos são acoplados recursos de comunicação para que as medições individuais sejam transmitidas, em períodos pré-configurados, até o centralizado para processamento.

Esquemáticamente a coleta de medições está física e funcionalmente estruturada em três diferentes segmentos: a rede interna da residência/escritório (representada pela infraestrutura de medição e sub-medição), a rede de comunicações, e a infraestrutura de gestão e tratamento de dados, conforme ilustra a Figura 1.

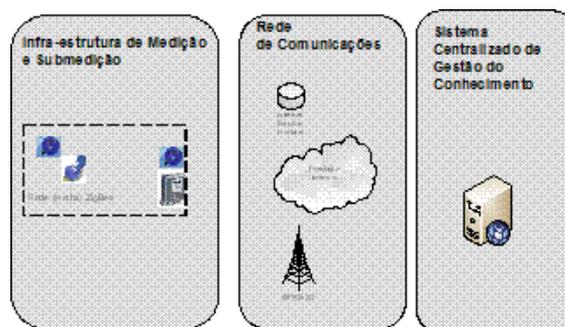


FIGURA 1 – Arquitetura do Sistema de Gestão de Eficiência Energética

A seguir é apresentada uma descrição desses três segmentos da solução:

- **Infraestrutura de Medição e Sub-medição:** infraestrutura de medição e



## VII CIERTEC

### NOVAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL DO SETOR ELÉTRICO: QUALIDADE DE ENERGIA E GESTÃO COMERCIAL



Porto Alegre, Brasil – 21 a 23 de Novembro de 2011

sub-medição compreende os medidores, submedidores e os elementos de rede, baseada na tecnologia ZigBee [7], necessários para a organização da coleta e transferência de informações até a rede de comunicações;

- **Rede de Comunicações:** permite o transporte das medições até a infraestrutura dedicada de servidores e de conhecimento para processamento de medições. Constitui-se em uma conexão em banda larga;
- **Sistema centralizado de Gestão de Conhecimento:** corresponde fisicamente a servidores da web, podendo em implantações mais complexas operar em formato “cloud computing” (nuvem de processamento). Sua função é proporcionar uma base de dados para gerência do conhecimento, construindo espaços de armazenamento, processamento e compilação dos dados dos elementos envolvidos, sejam estes consumidores, insumos ou recursos, criando uma perspectiva de compartilhamento e corresponsabilidade social pela eficiência energética/ uso de água. Foi concebida usando os conceitos próprios de um ambiente de Smart Grid, de interoperabilidade, integração e segurança ([8] e [9]).

Fisicamente a infraestrutura de medição e submedição consiste em dispositivos de medição e sub medição com recursos de comunicação bidirecional agregados, permitindo a coleta, transferência das informações e controle.

Nos pilotos realizados, em de cada residência, foi instalada uma rede local wireless baseada na tecnologia ZigBee, acoplada aos submedidores de energia e água.

As submedições, em conjunto com as medições fornecidas pelos medidores

individuais de energia elétrica e água (convencionais) da residência, são enviadas até um servidor de informações, onde serão processadas e tratadas.

Constitui-se então uma subrede de comunicações para esta coleta de dados com menor granularidade. Esta é a visão da estrutura de medição possível para o Brasil, que tem seu parque instalado baseado em medidores eletromecânicos. Este parque de 68 milhões está em uma fase de transição regulatória e deverá evoluir para medidores eletrônicos em uma estrutura smart grid até 2020.

Resume-se o composto em uma infraestrutura inteligente de medições e gerência de medições, representada pelos seguintes equipamentos:

1. Submedidor de água (SMA);
2. Submedidor de energia (SME);
3. Medidor de água (entrada da UC);
4. Medidor de energia (entrada da UC);
5. Concentrador de medições da UC (concentrador instalado na UC, o qual concentra as medições realizadas pelos medidores e submedidores instalados internamente na residência), inclui também o nó gerência da rede ZigBee;
6. Customer Premises Equipment (CPE), funcionando como um modem PLC. Acoplado ao Concentrador de Medições da UC, para transmissão das medições da UC e acesso dos moradores da UC à internet em banda larga.;
7. Concentrador de PLC (Master PLC) na entrada do condomínio (ambiente vertical), para integração com o serviço de acesso à internet em banda larga disponível naquela localidade;
8. Roteador na entrada da UC;
9. Microcomputador do cliente, para acesso aos relatórios individuais diários do consumo de energia elétrica e hábitos de consumo;

10. Cabos Elétricos de baixa tensão;
11. Rede 3G (Third Generation) de uma operadora com cobertura local;
12. Equipamento modem 3G para comunicação com a rede de uma operadora, para integração com o serviço de acesso à internet em banda larga disponível naquela localidade;
13. Sistema central de gestão - SGEE – Sistema de Gestão de Eficiência Energética.

A Figura 2 representa a integração de todos esses elementos. No interior da UC, os pontos em cor vermelha, representam pontos de sub-medição de energia elétrica, enquanto que os pontos em cor azul representam pontos de sub-medição de água.

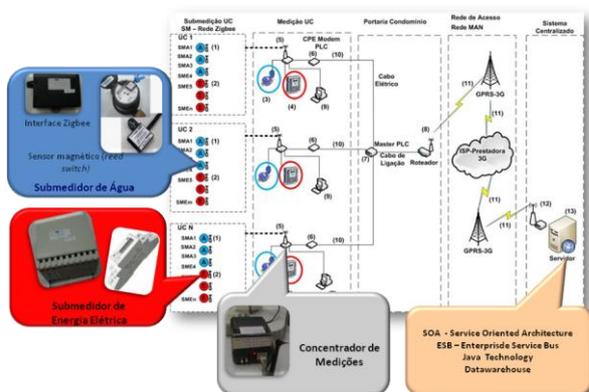


FIGURA 2 – Esquemático da infraestrutura de medição do projeto

### UM PROCESSO ORGANIZADO

Foi disponibilizado um framework de gestão da eficiência energética e de consumo de água, integrado a uma infraestrutura de medições automatizadas de energia elétrica e água, para o tratamento das medições do consumo de cada UC.

Para efeitos de demonstração, dentro de cada UC foram escolhidos alguns pontos para realizar o detalhamento das

submedições. No caso de energia elétrica, foram escolhidos: o chuveiro, máquina de lavar/tanque, geladeira, ferro de passar, televisão e microondas. No caso de submedição de água: o chuveiro, máquina de lavar/tanque, pia da cozinha, descarga e pia do banheiro.

Os recursos de comunicação de Submedição, baseados na tecnologia ZigBee, acoplados aos sub-medidores de água e energia, foram desenvolvidos no contexto do projeto, assim como também, o Concentrador de Medições da UC. Um sistema de aplicação da eficiência energética foi desenvolvido usando conceitos de Smart Grid e de evolução da rede de distribuição de energia elétrica.

### CONTROLE DOS SERVIÇOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O objetivo da eficiência energética é criar uma perspectiva de uso consciente da energia por parte da concessionária e do cliente. Este é um tema que tem grande interesse para as concessionárias brasileiras e precisa ser bem entendido e adotado pelos consumidores, numa mudança conjunta de compartilhamento e corresponsabilidade social pela eficiência energética. Para atender as demandas destas duas partes foram definidos serviços básicos que atendem o ponto de vista da concessionária e o ponto de vista dos consumidores:

- a) Para atendimento das necessidades das concessionárias, foram definidas inicialmente as seguintes funcionalidades: funções administrativas para controle dos serviços de administração de usuários, de UC, controle dos metadados, ocorrências, faixas de consumo; consumos totais; consumos em horários de pico; percentual de consumo no total (medições e submedições); indicadores de aumento/diminuição do nível de consumo e



possui em sua residência, por cômodo. Ou seja, o consumidor cadastra a sua carga, com as suas estimativas dos tempos de uso diário e o número de dias por mês deste uso. O sistema calcula o consumo estimado em kWh, por equipamento, por cômodo e o consumo total estimado da UC. Este processo tem, adicionalmente, a função de promover o conhecimento e a consciência dos conceitos de potência de cada equipamento e da sua influência no consumo. Busca promover o contato do consumidor com conceitos que normalmente não são de seu interesse ou são abstratos o suficiente para não gerar interesse por eles. Entretanto estão relacionados com carga, consumo e faturas (gasto mensal dos serviços).

Esta ferramenta via web fornece condições para que o usuário tenha condições de entender e conhecer a sua carga e ao mesmo tempo decidir sobre o seu uso (arbítrio). Isto significa Conhecimento! Conhecimento e conscientização sobre a forma como está utilizando os recursos de energia elétrica e água.

O sistema mostra adicionalmente gráficos comparativos do consumo estimado com o consumo das faturas mensais, que também podem ser cadastradas pelo próprio consumidor.

A Figura 6 demonstra para o consumidor responsável pela UC, o consumo diário (em kWh) durante o mês selecionado. No caso, o gráfico da parte superior, apresenta o consumo dia a dia durante o mês de maio de 2011.

Na mesma tela da Figura 6, o consumidor pode acompanhar o consumo individual (kWh) de cada um dos pontos sensorizados no interior de sua residência (gráfico inferior). Ou seja, para cada dia, o consumidor pode acompanhar qual a participação no consumo diário de cada um dos pontos monitorados, neste caso, a geladeira, chuveiro, ferro de passar,

máquina de lavar roupa e os demais dispositivos da residência.

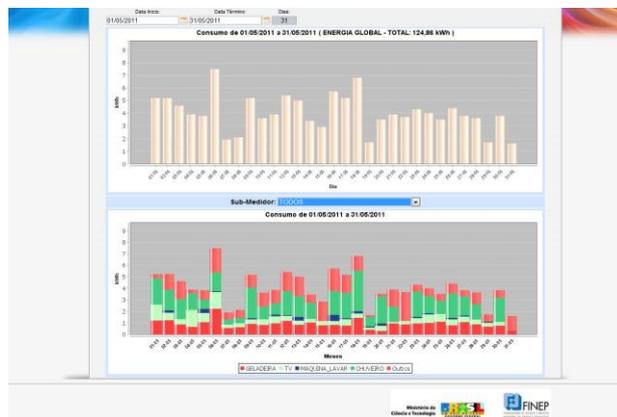


FIGURA 6 - Avaliação de consumo diário da UC

A Figura 7 mostra no gráfico da parte inferior, como foi o consumo diário do chuveiro durante o mês de março de 2011.

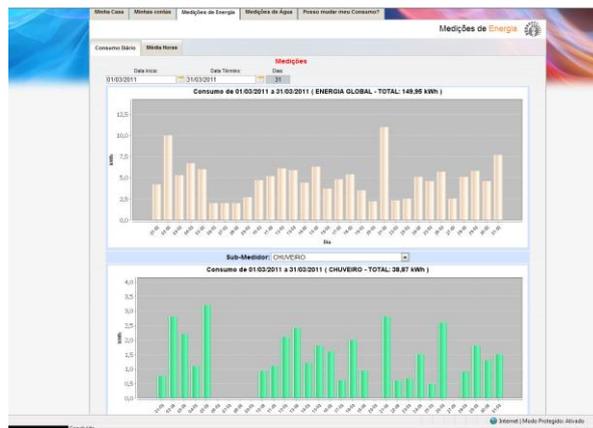


FIGURA 7 - Avaliação de consumo diário do chuveiro

Os resultados demonstram a frequência de uso, tempo de uso e consumo de cada um dos elementos monitorados.

Uma observação mais detalhada do gráfico inferior da Figura 7, permite outras observações do perfil de consumo deste cliente, que estão relacionadas com seus hábitos familiares e com a sua privacidade. Estas condições que devem ser avaliadas pelas empresas de energia e água em seu novo modelo de interação com seu cliente.



## CONCLUSÕES

Foram apresentados neste trabalho os resultados obtidos com o desenvolvimento de um sistema de Gestão de Eficiência Energética e também as possibilidades futuras de sua aplicação.

Foram utilizados neste projeto princípios dos novos paradigmas de inteligência de redes de *utilities*, no caso específico energia e água, baseados no conceito Smart Grid. Esta inteligência é possível quando considerados aspectos de sensoriamento e coleta de informações de uma rede AMI (*Advanced Metering Infrastructure*).

A amplificação do uso das informações coletadas depende de uma estrutura tecnológica adequada para suportar todo o seu volume, sua complexidade e correlação. Neste sentido foram feitos esforços em organizar a arquitetura da solução e dividi-la em serviços, tornando sua modelagem mais consistente, mais alinhada com as possibilidades de negócios das empresas, integração com seus sistemas legados e outros nichos de inteligência.

A coleta periódica de informações (da ordem de minutos) amplia os objetivos deste projeto. A utilização das submedições e medições têm como objetivo dentro do cenário de eficiência a conservação dos recursos pela disponibilização de informações que permitam a conscientização no uso.

Considerando a confiabilidade das medições, os usuários podem controlar o seu próprio consumo evitando desperdícios e acompanhando a possibilidade de uma redução no valor mensal em reais em seu orçamento, em decorrência de uma redução nas suas contas mensais de água e energia, incentivando mudanças de hábitos de consumo, e o seu envolvimento e o exercício da cidadania.

Adicionalmente, espera-se ampliar e exercitar esta arquitetura, validada com a

monitoração intensiva dos dois ambientes pilotos, podendo ser replicada em campus universitário e para controle setorial de conglomerados industriais.

Também se espera disseminar a cultura, especialmente junto aos consumidores de baixa renda de sua importância na cadeia de consumo, consolidando junto às concessionárias um ambiente tecnológico e educativo que amplie as possibilidades de atuação conjunta com seus consumidores dentro da área de eficiência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CUNHA, Eldis Camargo Neves da: Energia Elétrica e Sustentabilidade Aspectos Tecnológicos, SocioAmbientais e Legais; Editora Manole ISBN-10: 8520425038 ISBN-13, 2006.
- [2] JANUZZI, Gilberto de Martino; Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado; Editora Autores Associados, 2000 Campinas, SP, Brazil.
- [3] VILANI, R. e MACHADO, C J S., Energia e Meio Ambiente no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): uma Análise Crítica. IV Encontro Nacional da ANPPAS, GT: Energia e Ambiente, Brasília, DF, 4 a 6 de junho, 2008
- [4] PEDROSO, Vitor M. R.; Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios; Editora LNEC, ISBN: 9789724921686, 2009.
- [5] PANESI, André R. Quinteros; Fundamentos da Eficiência Energética; Editora Ensino Profissional ISBN-10: 8599823035 ISBN-13, 2006.
- [6] LIMA, C. A. FRÓES e SILVA, A. L. Rodrigues, Um consumidor inteligente



## VII CIERTEC

NOVAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL  
DO SETOR ELÉTRICO: QUALIDADE DE ENERGIA E GESTÃO COMERCIAL



Porto Alegre, Brasil – 21 a 23 de Novembro de 2011

---

exige serviços inteligentes, exige atendimento inteligente, decide uma rede inteligente, VI CIERTEC – 2009 – Belo Horizonte – 10 p.

[7] Zigbee Alliance, ZigBee Smart Energy Profile Specification Document 075356r15 (2008).

[8] Electric Power Research Institute EPRI. Available at:  
[http://intelligrid.ipower.com/IntelliGrid\\_Architecture/Overview\\_Guidelines/index.htm](http://intelligrid.ipower.com/IntelliGrid_Architecture/Overview_Guidelines/index.htm)  
[Accessed in 17/01/2010].

[9] Dave Chappell, Enterprise Service Bus. Editora O'Reilly, June 2004.