

Tema: B. VIVENCIANDO O PRESENTE 6. Automação de Medição
Sub-tema: a. Estratégias, critérios e padrões na medição operacional e de faturamento

**AUTOMAÇÃO E MEDIÇÕES INTELIGENTES PARA INCENTIVAR O CONSUMO
CONSCIENTE DE ENERGIA E ÁGUA**

Carlos Alberto Fróes Lima(*)
KNBS Telecomunicações e Informática Ltda.

José Ricardo P. Navas
KNBS Telecomunicações e Informática Ltda.

RESUMO

O setor elétrico brasileiro, bem como o de água, tem atravessado importantes alterações estruturais, onde o monopólio vem evoluindo para um modelo caracterizado pela participação do capital privado, bem como a modernização, a busca pela oferta de serviços agregados e a organização para a transformação do consumidor em efetivo cliente e participante econômico-decisor. Neste ambiente apresenta-se uma proposta de solução para a ampliação do relacionamento com este cliente, o incentivo a eficiência e a mudança de hábito de consumo pela disponibilização de informações de medições de consumo de água e energia, integradas em uma estrutura dedicada de conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE

Smart Grid, Gestão do consumo, eficiência energética, Medição de energia, Comunicações

1.0 - INTRODUÇÃO

Segundo Altwater (p. 29 e 30)(1):

“o meio ambiente não constitui fator restritivo enquanto a sua solicitação em relação à capacidade de absorção dos ecossistemas globais é pequena. Mas uma sociedade industrial capitalista é expansiva no tempo e no espaço; ela se amplia, e aceleradamente. Mesmo com crescimento zero, que é visto por uma série de ecologistas como solução para os problemas ambientais, gasta-se energia e matérias-primas, ainda que o crescimento em valor econômico/monetário seja zero ou negativo. Poderá até mesmo ocorrer que, com crescimento zero o ônus ambiental seja maior do que com crescimento positivo, devido a obrigação de poupar custos no sistema econômico. Portanto, o problema não reside na dimensão dos coeficientes de crescimento econômico, mas no modo de regulação do “metabolismo”, da troca material entre natureza, indivíduo e sociedade”.

“Os homens utilizam as reservas naturais (no âmbito do sistema econômico em expansão) progressivamente, como fonte e depósito para os produtos indesejados.” O desenvolvimento e incorporação dos princípios da revolução ambiental (eficiência energética, reciclagem de materiais, controle de poluição e design ecológico) deveriam evoluir no conjunto do sistema produtivo através de uma orientação sustentabilista das políticas públicas (2). Assim, especificamente a gestão de eficiência energética e da demanda de água com o objetivo de racionalização destes recursos não se limita ao simples acompanhamento do consumo, mas envolve, a mudança cultural dos hábitos da população.

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 e 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. 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.

Nos países em desenvolvimento como o Brasil, as concessionárias/empresas de energia e água 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, em 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, tem permitido novas possibilidades operacionais. Demanda-se atualmente, ferramental para a gestão de consumo de energia e água, permitindo inclusive que os clientes 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 sub-medições (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 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.

Adicionalmente, 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 as tendências mundiais de atendimento e universalização do acesso a informação, acesso ao conhecimento, arbítrio sobre o uso de serviços e de atendimento as 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), p. 6, 14 e 15). Entretanto, políticas empresariais e governamentais de mudanças culturais e educacionais para um consumo consciente, são necessárias.

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.

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 as construtoras da área civil, 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 testes. O primeiro é formado por um conjunto habitacional de baixa renda, 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 m² – 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.

Foi disponibilizado um ferramental de gestão da eficiência energética e de consumo de água, pelo tratamento das medições do consumo de cada UC. Estas medições, coletadas através de sensores e medidores eletrônicos comerciais homologados pelo órgão metrológico brasileiro, compõe uma infra-estrutura integrando os serviços de energia elétrica, abastecimento de água e agregando recursos de telecomunicações.

2.0 - UMA SOLUÇÃO PARA ORGANIZAR UM PROCESSO

Busca-se integrar o consumidor ao processo, como cliente e decisor, como agente e responsável por uma conduta que caracterize compromissos com o planeta e com a sua comunidade.

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 piloto 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. Assim são 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. Permite-se acompanhar e controlar o perfil de consumo diário como também acompanhar o valor monetário que pode ser economizado, em função das mudanças de seus hábitos de consumo, simulando-se troca de equipamentos e ampliação de instalações existentes.

2.1 Arquitetura da Solução

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

Resumidamente, este ambiente de integração 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 fisicamente e funcionalmente estruturada em três diferentes segmentos, a rede interna da residência/escritório, a rede de comunicações, e a infra-estrutura de gestão e tratamento de dados, conforme ilustra a Figura 1:

- **Infra-estrutura de Medição e Sub-medição:** a infra-estrutura de medição e sub-medição compreende os medidores, submedidores e os elementos de rede necessários para a organização da coleta e transferência de informações até a rede de comunicações.
- **Rede de Comunicações:** O segmento da rede de telecomunicações permite transportar as medições até a infra-estrutura dedicada de servidores e de conhecimento para processamento de medições e corresponde a uma conexão em banda larga, utilizada para o transporte das informações das medições do condomínio até o sistema centralizado.
- **Infra-estrutura de Gestão e tratamento de dados:** A Infra-estrutura de Gestão e tratamento de dados corresponde fisicamente a servidores da web. Sua função é proporcionar uma base de dados para gerência do conhecimento, construindo uma visão clara e objetiva dos elementos envolvidos, sejam estes consumidores, insumos ou recursos, criando uma perspectiva de compartilhamento e corresponsabilidade social pela eficiência energética.

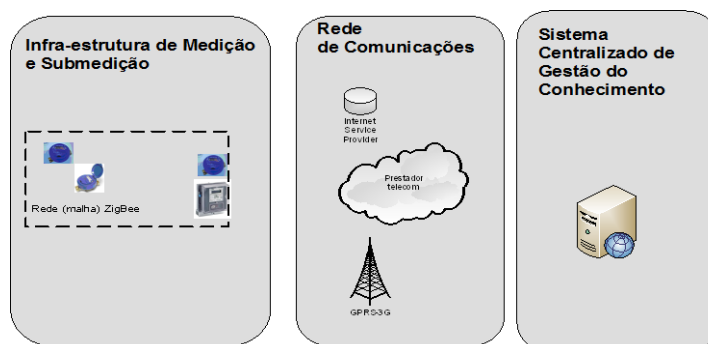


FIGURA 1 – Estrutura Geral da Plataforma

Dentro de cada UC foi concebida uma rede local, baseada na tecnologia ZigBee (4), composta de submedidores de energia e água sensoriada em vários pontos como chuveiro, ar condicionado, forno microondas, máquina de lavar, torneira de cozinha, torneira de máquina, válvulas de descarga.

Fisicamente, a infra-estrutura de medição e sub-medição consiste em dispositivos de medição e sub medição com recursos de comunicação bi-direcional agregados, permitindo a coleta, transferência das informações e controle. Assim, dentro de cada residência é instalada, uma rede local wireless, baseada na tecnologia ZigBee, acoplada aos sub medidores de energia e água.

Estas sub-medições, em conjunto com as medições fornecidas pelos medidores de energia elétrica e água individual da residência, são enviadas através de um dispositivo inteligente, até um servidor de informações, onde serão processadas e tratadas.

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

Resume-se o composto em uma infra-estrutura 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, onde o número de cada item representa sua identificação conforme descrito anteriormente. 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 submedição de água.

2.2 Infra-Estrutura de Gestão e Tratamento de Dados

A infra-estrutura de Gestão foi concebida usando os conceitos próprios de um ambiente de Smart Grid, de interoperabilidade, integração e segurança. Para suportar estes requisitos foram utilizadas técnicas de modelagem de aplicações orientada a serviços e negócios, resultantes de (5) e (6).

O princípio básico da arquitetura adotado foi o de desacoplamento de funcionalidades para permitir uma maior escalabilidade, distribuição de funcionalidades, e neste caso é necessário uma arquitetura para troca de informações desacoplada dos diferentes fornecedores de equipamentos de medição e/ou de IED (Intelligent Electronic Device) usados no sensoriamento da rede de energia elétrica.

Essa Infra-estrutura foi estruturada de forma modular nos seguintes blocos funcionais:

- *Power Customer*: correspondente a parte de inteligência de negócios e controle de eficiência energética. Trata e apresenta os dados de Eficiência Energética e de Consumo de Água;
- *Power Communications*: Aplicativo de aquisição, transferência e tratamento de informações responsável pelos serviços de comunicação e troca de mensagens entre os dispositivos disponíveis na solução. Responsável pelo domínio relacionado às funcionalidades de gerência da infraestrutura de serviços e medição avançada;
- *Network Management*: Aplicação de gerência dos elementos de coleta de dados e seus parâmetros, gestão dos concentradores de medições e elementos de rede envolvidos;
- *Advanced Metering Management*: Gestão da Interface de Comunicação com a Rede de Comunicações.

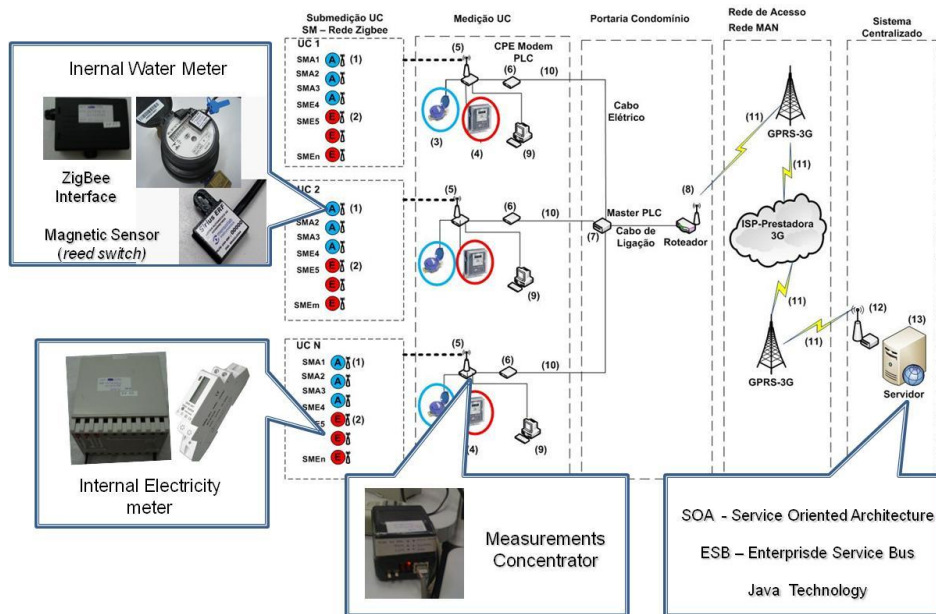


FIGURA 2 – Esquemático da infraestrutura de medição do projeto

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

Os recursos de comunicação de Sub-medição, 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.

3.1 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 (7). Este é um tema que têm 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 concessionária e o ponto de vista dos consumidores.

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; Ranking de UC por 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 Indicadores de oscilação do nível de consumo (efeito ping-pong).

Para atendimento das necessidades dos usuários foram definidas as funcionalidades: registros mensais de consumo; Armazenamento de imagens das instalações do cliente; Perfil de consumo; Consumo dos últimos 12 meses por medição e submedição; Comparativos mês a mês; Comparativos do mês com médias; Percentual por submedições; Consumos máximos, médios e mínimos; Comparativo de UC com faixas; Dicas de redução de consumo baseada no desempenho; Projeções de consumo no mês corrente e a projeção do gasto econômico decorrente; Metas de consumo e análise posterior e Dicas gerais de economia de energia e água (cartilhas).

4.0 - RESULTADOS

Os resultados estão sendo colhidos com a automação e monitoração dos dois campos de teste. Como exemplo, o campo de teste vertical é apresentado na Figuras 3, integrado com uma estrutura dedicada de servidores e de conhecimento. Este ambiente de integração recebe periodicamente as medições coletadas de água e energia elétrica dos dois campos de teste.

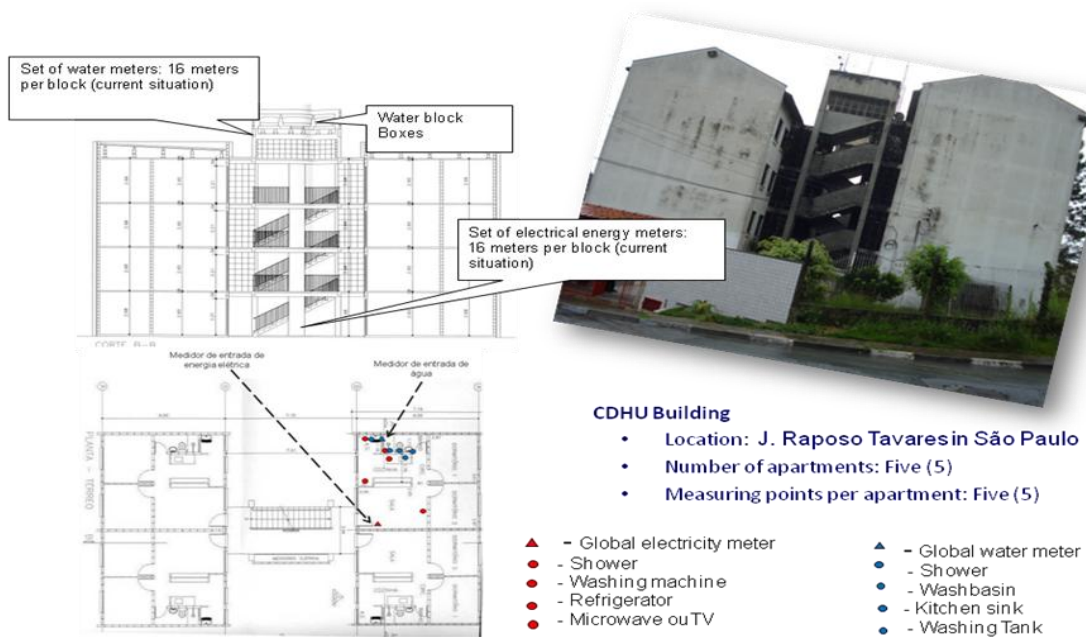


FIGURA 3 – Campo de teste em um ambiente vertical (prédio do CDHU em SP)



FIGURA 4 - Avaliação de consumo da UC

Os resultados obtidos com a construção das aplicações e verificação das possibilidades de análise, e com a monitoração dos dois campos de testes, são obtidos em um sistema, com uma tela apresentada na Figura 4, que retrata um tipo de relatório acessado pelos consumidores para acompanhamento de seus hábitos de consumo, por exemplo, mostrando para o consumidor, no gráfico superior esquerdo, o seu perfil de consumo mensal nos últimos 12 meses, com o seu correspondente valor mensal em kWh. O cliente pode simular seu consumo, sendo convidado a validar os valores pagos por tempo de uso de cada equipamento em sua residência.

5.0 - CONCLUSÕES

Um desenvolvimento sustentável, num contexto de produtividade social e potencial excedente, para ampliar as fronteiras de desenvolvimento, carrega as contradições e a dinâmica operacional de cada organização social, sua ética, cultura e história. A construção das liberdades individuais, políticas, econômicas e das oportunidades sociais dentro do contexto de relacionamentos e uso adequado do ambiente para a manutenção das diversidades é o questionamento do progresso. No Brasil, a distribuição desigual da renda e do consumo, a migração e urbanização levam a questionamentos sobre o desenvolvimento sustentável e as ações governamentais diretas sobre o investimento para a racionalização do uso e qualidade da energia e da água para a população, principalmente de baixa renda. Neste contexto, tanto a educação como ferramentas devem demonstrar a eficiência individual frente ao coletivo e o uso de recursos finitos. A transparência e a participação, individual e das comunidades, também devem ser consideradas.

Projetos e programas públicos e privados podem ser canalizadores deste movimento, permitindo e refazendo os questionamentos sobre o impacto desenvolvimentista e os compromissos individuais na consciência do consumo (8). Neste espaço operativo, a plataforma apresentada permite a gestão da eficiência energética de forma sustentável incentivando o exercício da cidadania dos moradores através da racionalização de recursos. A solução foi introduzida para gerir os serviços de acesso à Internet em Banda Larga e telemedição de consumo de energia elétrica e abastecimento de água.

A aplicação da eficiência energética foi desenvolvida usando conceitos de Smart Grid e de evolução da rede de distribuição de energia elétrica, buscando aderência as novas tendências de gestão da prestação de serviços de energia e possibilitando, inclusive, um campo fecundo de informações para as concessionárias. A evolução das redes, das concessionárias, dos consumidores, das regulamentação e do uso da energia e de água precisam ser melhor articuladas. Esta ferramenta proporciona instrumentos iniciais para este momento.

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 piloto, podendo ser replicada em campus universitários 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 o ambiente tecnológico que amplie as possibilidades de atuação conjunta com seus consumidores dentro da área de eficiência.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) E. ALTVATER, Introdução: Porque o desenvolvimento é contrário ao meio ambiente. O Preço da Riqueza. São Paulo: UNESP, 1995: 11-41

- (2) E. VIOLA, A Globalização da Política Ambiental no Brasil, 1990-1998. XXI International Congress of the Latin American Studies Association, Panel ENV 24, Social and Environmental Change in the Brazilian Amazon; The Palmer House Hilton Hotel, Chicago, USA, 24-26, September, 1998
- (3) R. VILANI E C J S. MACHADO, 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 -6 June, 2008
- (4) ZIGBEE ALLIANCE, ZigBee Smart Energy Profile Specification Document 075356r15 (2008).
- (5) DAVE CHAPPELL, Enterprise Service Bus. Editora O'Reilly, June 2004.
- (6) MICHAEL BELL. Service Oriented Modeling: Service Analysis, Design, and Architecture. Editora Wiley & Sons, 2008.
- (7) PANESI, ANDRÉ R. QUINTEROS; Fundamentos da Eficiência Energética; Editora Ensino Profissional ISBN-10: 8599823035 ISBN-13, 2006.
- (8) LIMA, C. A. FRÓES e SILVA, A. L. RODRIGUES, Um consumidor inteligente exige serviços inteligentes, exige atendimento inteligente, decide uma rede inteligente, VI CIERTEC – 2009 – Belo Horizonte – 10 p.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



- **Nome:** Carlos Alberto Fróes Lima

- **Local e ano de nascimento:** Paraisópolis, MG, 1963

- **Local e ano de graduação / pós-graduação:** Campinas, 1985, Ciência da Computação - Unicamp / 1995 – FEE – Mestrado em Engenharia Elétrica – Telecomunicações Unicamp

- *Doutorando em Planejamento Energético na UNICAMP* é pós-graduado em Administração de Empresas (1996), MBA em Marketing (2003) pela FGV e Geoprocessamento pela Unicamp (2005). Atua profissionalmente como diretor de desenvolvimento de soluções para gestão de conhecimento e negócios pela KNBS, coordenando projetos de pesquisa para o setor elétrico. Áreas de interesse: smart grid, gestão do conhecimento e relacionamento com o cliente.