

## Gestão da curva de carga do Prédio I-1 da EACH visando o consumo sustentável da eletricidade

Prof. Sérgio A. Pacca – EACH/USP

Prof. Jose Aquiles Baesso Grimoni – Poli/USP

### Resumo

Este projeto visa a instalação e a operação de um sistema de gestão de carga de eletricidade no prédio I-1 da EACH. Além de instalar e testar o sistema pretende-se verificar a aceitação dos usuários e as respostas por meio de mudança comportamental desencadeadas pelo sistema. Pretendemos avaliar os impactos ambientais e sociais advindos da instalação de um sistema deste tipo. O sistema será composto por aparelhos que monitoram o consumo de cada tipo de equipamento no prédio e também podem desligar os equipamentos. Tais aparelhos estarão conectados remotamente a uma central de processamento das informações. Esperamos poder caracterizar com precisão a demanda por serviços energéticos no prédio, inclusive realizando um detalhamento para o tipo de demanda por nichos de uso no prédio. Esperamos poder analisar as informações em tempo real e disponibilizar os resultados para os usuários do edifício. No futuro pretendemos avaliar a possibilidade de transformar o edifício em um prédio com balanço de eletricidade líquida igual a zero. Ou seja, pretendemos dimensionar um sistema de oferta de eletricidade local que supra toda a demanda do prédio.

## **Introdução**

A redução dos impactos ambientais causados pelo aumento na demanda por serviços energéticos passa pela gestão do consumo da eletricidade para atender tais serviços de forma eficiente. Além disso, a utilização de fontes renováveis descentralizadas, que reduzem os impactos ambientais da produção de eletricidade, depende de uma boa compatibilização entre oferta e demanda de eletricidade.

A demanda pela eletricidade varia durante o dia e a demanda nos períodos de pico é maior do que a demanda no resto do dia. A oferta é limitada pelas limitações da produção, transmissão e distribuição de eletricidade. E é mais vantajoso, do ponto de vista do custo econômico e ambiental, reduzir ou deslocar o pico da demanda do que expandir a oferta de eletricidade (Kostková et al. 2013).

A rede de eletricidade existente foi projetada para ofertar energia a partir de fontes centralizadas de geração de eletricidade e um aumento na oferta baseada em fontes renováveis e descentralizadas vai exigir uma rede mais flexível, confiável e inteligente (smart) (Batista et al. 2013).

Dentre os motivos mais relevantes para a instalação de sistemas de gestão de carga estão os aspectos econômicos como: postergar a necessidade de ampliação do parque gerador, refletir os custos reais no preço da eletricidade, reduzir o consumo de eletricidade e economizar na conta de eletricidade (Kostková et al. 2013). Contudo a consideração apenas de aspectos econômicos pode implicar em degradação ambiental. Uma gestão efetiva da carga deve contribuir para a redução dos aspectos ambientais negativos como a emissão de CO<sub>2</sub>. Além disso, é importante considerar também outros aspectos ambientais e contabilizar as externalidades dos grandes empreendimentos de geração nas análises de custo da eletricidade produzida a partir das mesmas.

Para que esta gestão seja realizada é necessária a integração de sistemas de controle e monitoramento dos principais equipamentos elétricos em tempo real para que possamos conhecer a demanda de cada um deles. O Smart Grid é um sistema baseado em tecnologias da informação e de comunicação que coleta informações sobre as cargas elétricas em diferentes pontos da rede.

Os ambientes e os domínios dos Smart Grid podem ser constituídos por automação das residências, automação das subestações, automação da infraestrutura de medição de eletricidade, automação da conexão de veículos na rede, etc. (Usman and Shami 2013). A implantação de

Smart metering é uma área importante para política energética para atingir objetivos de eficiência energética (Kaufmann, Künzel, and Loock 2013).

A ideia do Smart Grid começou a evoluir mais rapidamente com a melhoria das tecnologias de informação. A comunicação nos dois sentidos, que é um aspecto chave para a concretização dos Smart Grid, é facilmente alcançada atualmente por meio de tecnologias de comunicação por cabo ou sem fio. Dentre as tecnologias de comunicação aplicadas aos Smart Grid estão o: ZigBee, WiMAX e Wireless LAN (Wi-Fi), GSM 3G/4G celular, DASH 7 and PLC (Power Line Communications) (Usman and Shami 2013).

A aceitação destes dispositivos inteligentes está crescendo não somente para a automação de edifícios e residências, mas também para gestão da eletricidade, otimização da eficiência e serviços de mensuração, sendo operados por períodos longos sem necessidade de manutenção (Batista et al. 2013).

Uma outra possibilidade com o Smart Grid é a sua utilização para o gerenciamento de Net Zero Energy Building (Net ZEB). Um Net ZEB é um prédio que combina um sistema de geração de eletricidade descentralizado com um sistema de gestão da carga e controle dos equipamentos. O conceito do Net ZEB está baseado no uso de energia renovável, como a produzida por módulos fotovoltaicos, que pode ser gerada no próprio prédio ou fora (Marszal et al. 2012).

Os maiores benefícios de uma rede inteligente (smart grid) é a integração de sistemas de controle e monitoramento de baixo custo à rede de distribuição de eletricidade e o estabelecimento de comunicação em dois sentidos entre os componentes do sistema elétrico (Bilgin and Gungor 2012). As principais aplicações de rede incluem: a medição automática, o monitoramento e o controle à distância, a detecção de fraudes, o diagnóstico de falhas, a reação à demanda, o controle da carga e a automação da distribuição.

Outra característica importante do sistema é a sua aceitação social e a valoração do sistema pelos consumidores (Kaufmann, Künzel, and Loock 2013). Do ponto de vista social, a busca pela eficiência demanda envolvimento e ação dos usuários que podem monitorar e auditar os consumos atuais e as reduções proporcionadas pelos novos hábitos (Fróes Lima and Portillo Navas 2012). Um sistema de gestão da curva de carga deve buscar resultados por meio da conscientização pela identificação do consumo atual.

## **Objetivo**

O objetivo do projeto é minimizar o consumo de eletricidade do Prédio I-1 da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH). Neste sentido, pretendemos instalar um sistema de monitoramento de carga e que a partir das informações colhidas será utilizado para o gerenciamento da mesma visando a redução do consumo energético do prédio. Ao longo do projeto pretendemos responder as seguintes perguntas de pesquisa:

- É possível reduzir a carga elétrica do I-1?
- Como a carga elétrica do I-1 varia ao longo do tempo?
- Quais são os equipamentos que mais consomem eletricidade?
- Qual sistema de geração descentralizada seria mais recomendável para suprir a eletricidade consumida no I-1? Eólico, solar ou híbrido?
- É possível transformar o I-1 em um Net ZEB?

## **Justificativa**

No mês de julho de 2013 a Universidade de São Paulo consumiu cerca de 11 GWh de eletricidade que corresponderam a uma despesa de R\$3 milhões (GPEA 2013). O montante desta despesa já justificaria a busca pela eficiência energética. Contudo, se aplicamos o conceito da sustentabilidade calcada no tripé contemplando aspectos econômicos, ambientais e sociais é possível traduzir os benefícios do projeto também em termos ambientais e sociais.

A eficiência energética a partir da instalação de redes inteligentes é uma alternativa que contribui para a redução no consumo de eletricidade e pode garantir a oferta de eletricidade a partir de fontes renováveis descentralizadas. A utilização de fontes descentralizadas evita o desperdício de eletricidade que ocorrem durante a transmissão e a distribuição. No Brasil cerca de 15% da eletricidade gerada nas grandes usinas é perdida no seu trajeto até os centros de carga. Além disso, o uso de tecnologias de geração descentralizadas minimiza os impactos ambientais na fase de geração uma vez que sistemas fotovoltaicos, por exemplo, podem ser integrados aos edifícios e não demandam área extra.

A redução no consumo de eletricidade é diretamente contabilizada em termos de redução de emissões de gases do efeito estufa, por exemplo, além de repercutir de forma positiva sobre outros aspectos ambientais. O fator de emissão da geração de eletricidade que é oferecida na rede do sistema interligado nacional, calculado de acordo com a ferramenta metodológica "Tool to calculate the emission factor for an electricity system, versions 1, 1.1, 2, 2.1.0 and 2.2.0" aprovada pelo Conselho Executivo do MDL, para o mês de março de 2012 foi 0,5896 t CO<sub>2</sub>/MWh (MCT 2013). Portanto uma redução no consumo de eletricidade já implica em uma redução nas emissões deste que é atualmente o principal gás do efeito estufa.

Do ponto de vista social um sistema inteligente pode significar uma maior confiabilidade dos serviços energéticos e uma melhoria na qualidade dos mesmos. A interação dos consumidores com o sistema e seus equipamentos pode contribuir para uma gestão mais responsável da eletricidade que certamente traz benefícios sociais, uma vez que tais sistemas estão associados com formas de geração mais próximas aos centros de carga o que pode facilitar uma maior interação entre os consumidores e as tecnologias de geração, visando, por exemplo, uma distribuição mais equitativa dos serviços energéticos e uma escolha de tecnologias de geração apropriadas do ponto de vista social.

No exterior a busca por sistemas inteligentes visa facilitar a instalação de prédios que possam produzir *in situ* a eletricidade por eles consumida. Tais prédios são conhecidos como prédios com consumo nulo de energia – *zero energy buildings* (ZEB). A Diretiva Europeia 31 está sendo utilizada para acelerar a transição para os prédios com consumo nulo de eletricidade (Dall’O’, Bruni, and Sarto 2013). A produção da eletricidade no próprio centro de consumo pode, além de garantir um incremento na segurança energética, contribuir para uma gestão mais racional dos recursos uma vez que aproxima os consumidores da geração.

A implementação de projetos piloto para o monitoramento do consumo de eletricidade pode agregar informações úteis para gerenciar a complexidade inerente com os prédios com consumo nulo de eletricidade (Dall’O’, Bruni, and Sarto 2013). Esta pode ser uma boa contribuição para trilhar a busca pela sustentabilidade da USP uma vez que contribui para o desenvolvimento da consciência sustentável nas pessoas.

Em especial, dentro da USP, a Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) é uma escola nova, mas que já conta com um grande contingente de frequentadores, acima de 5000. Do ponto de vista do consumo de eletricidade nos últimos meses (figura 1), acreditamos que apesar de não se destacar em comparação com outras unidades mais tradicionais da USP, a implantação de um projeto deste tipo na escola poderá dar visibilidade a esta tecnologia que em um futuro próximo poderá alavancar a sustentabilidade do campus como um todo.

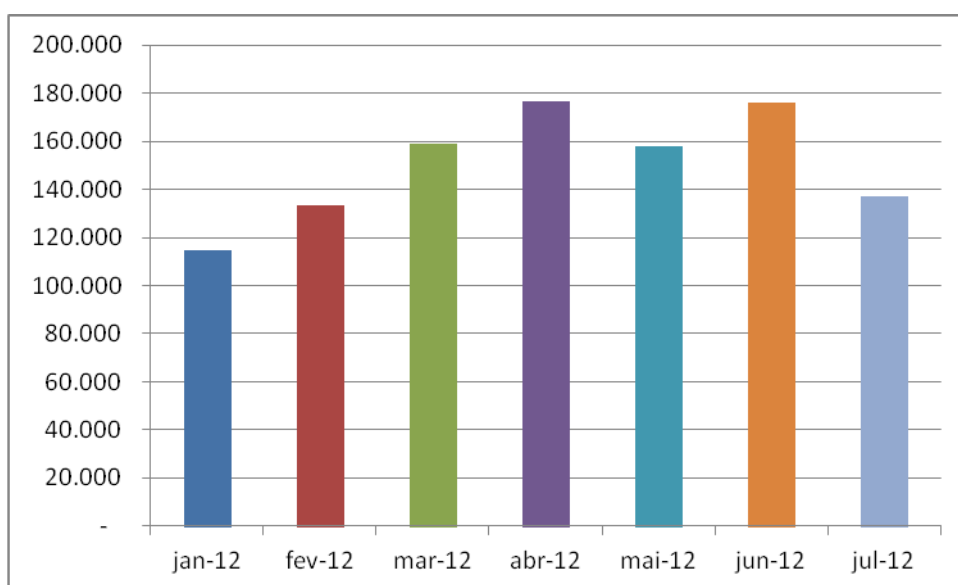


Figura 1: Eletricidade (kWh) consumida na EACH para meses do ano de 2012 (GPEA 2013)

Se por um lado o consumo menor da EACH, em comparação com outras unidades da USP, pode significar um impacto menor do projeto, ele também pode significar uma possibilidade maior de instalarmos um ZEB, pois a oferta de eletricidade para atingir tal objetivo é menor. Uma estimativa mostra que é possível gerar cerca de 1 GWh por ano por meio da instalação de módulos fotovoltaicos no telhado do edifício I-1.

Contudo, neste projeto não pretendemos atingir o objetivo de implantar um ZEB. Mesmo porque os custos para tanto seriam superiores ao montante disponível. No entanto pretendemos testar e instalar um sistema de gerenciamento da carga inteligente que é um passo na direção da implantação futura de um ZEB.

Objetivamente, o projeto contempla diretamente as seguintes diretrizes do Programa de Gestão Ambiental da USP:

V. sensibilizar e conscientizar o público interno e externo sobre a importância e as alternativas para o uso racional de recursos na Universidade, tais como água, energia e materiais;

VII. incentivar a utilização de critérios de sustentabilidade em projetos de construção e recuperação de edifícios e áreas urbanizadas;

VIII. identificar, controlar, monitorar e reduzir emissões de efluentes e poluentes sólidos, líquidos e gasosos;

XIV. estimular pesquisas visando tecnologias inovadoras para ampliar a sustentabilidade da Universidade;

XV. incentivar o desenvolvimento de pesquisas voltadas à solução de questões de Gestão Ambiental identificadas e para as quais ainda não existem soluções adequadas, visando a geração do conhecimento necessário à efetiva adequação dos campi.

## **Materiais e métodos**

Existem vários métodos de gestão de carga que geralmente buscam aplainar a curva de carga. Ou seja, em alguns momentos a carga é reduzida e em outros ela aumenta (Kostková et al. 2013). Para atingir tal objetivo, ações de gestão da carga podem ser implantadas tanto do lado da oferta como da demanda. No lado da oferta é possível, por exemplo, implantar sistemas de acumulo de eletricidade para que esta esteja disponível no momento em que é demandada. Já do lado da demanda é possível implantar medidas que levem a uma mudança no comportamento do

consumidor. Portanto sistemas que informem aos usuários do prédio o consumo instantâneo dos equipamentos são fundamentais.

O desenvolvimento do projeto pretende contemplar uma fase de inventário dos equipamentos instalados no prédio I-1 seguida pelo monitoramento dos mesmos.

Inicialmente é importante conhecer a demanda por serviços energéticos que existe por parte dos usuários do prédio I-1. Será realizado um levantamento por meio de questionários, tanto para caracterizar os equipamentos (potenciais, quantidades, etc) por local do prédio, quanto para identificar os hábitos de consumo dos usuários.

Em seguida, buscaremos monitorar a curva de carga atual do edifício. Para tanto, é necessário identificar e monitorar o comportamento dos principais equipamentos utilizados no edifício que estão conectados à rede elétrica, tais como:

- Aquecedor de alimentos
- Ar condicionado
- Bebedouro de água
- Computadores
- Copiadoras
- Forno de micro-ondas
- Geladeira
- Iluminação
- Impressoras
- Projetor data show
- Roteador
- Televisão
- Ventiladores

Para determinar a curva de carga destes equipamentos iremos instalar monitores de eletricidade nos que sejam identificados como os principais consumidores de eletricidade, que transmitem as informações sem fio para uma central. Porém, além da informação em tempo real do consumo de eletricidade dos equipamentos, é importante também poder controlar o funcionamento dos mesmos, ligando-os e desligando-os nos momentos apropriados. Para tanto, será instalado um sistema de sensores sem fio conectados a um tablet, que servirá como uma central de processamento das informações. Tais sensores medirão e transmitirão os dados de eletricidade e também poderão controlar os equipamentos. Tal sistema permite aos usuários a economia de



eletricidade por meio do monitoramento e do controle dos equipamentos por meio da web e de equipamentos de controle móveis, como telefones e tablets (Kim, Lee, and Hwang 2011).

O sistema será composto por aparelhos do tipo Smart Plug Zigbee. O Smart Plug Zigbee é um aparelho que pode monitorar a quantidade de eletricidade consumida por equipamentos conectados à rede elétrica por meio de tomadas e enviar os dados em tempo real por ondas de radio (telemetria). A partir daí podem ser gerados gráficos que mapeiem os dados diários, semanais, mensais e anuais dos equipamentos que consomem eletricidade no interior dos prédios.

O Smart Plug Zigbee é capaz de controlar o funcionamento do equipamento podendo desliga-lo ou liga-lo, uma vez que o mesmo serve de interface entre a rede elétrica e o equipamento de uso final de eletricidade. O ZigBee é um equipamento baseado no padrão IEEE 802.15.4 que oferece um sistema de comunicação para informações energéticas por um custo acessível.

Smart Plug ZigBee também pode ser associado ao MilkyWay wireless Switch ou Handheld que permitem controlar, por exemplo, uma luminária. É possível agendar o status On/Off do Smart Plug a fim de reduzir o consumo de espera (stand-by) ou definir níveis de prioridade entre os diferentes Smart Plugs conectados ao sistema e desligar as cargas elétricas de baixa prioridade quando a demanda excede a eletricidade de pico disponível. Isso causa uma redução imediata no consumo de eletricidade.

O Smart Plug ZigBee é de fácil instalação e pretendemos contratar um bolsista de iniciação científica com recursos no nosso projeto NAP, referente ao Núcleo de Pesquisa em Políticas e Regulação das Emissões de Carbono (NUPPREC) para instalar os equipamentos e modelar os seus resultados, inclusive fazendo um balanço das emissões evitadas pelo projeto. Uma vez plugado em uma tomada, uma carga elétrica pode ser conectada através do seu adaptador, que monitora e controla o equipamento elétrico.

Com tela portátil de toque, o Smart Plug ZigBee pode ser ligado pela radiofrequência ao Home Energy Controller e em seguida controlado pelo Portable Touch ou por Smartphone e i-Pad através de aplicações dedicadas. O tipo de comunicação utilizado pelo Zigbee é compatível com a integração aos computadores pessoais.

Dentre as considerações de projeto pertinentes, a seleção da rede de comunicação e o tipo dos equipamentos de comunicação se destacam e precisam satisfazer requisitos variados (Depuru, Wang, and Devabhaktuni 2011). As tecnologias de comunicação escolhidas devem apresentar custos competitivos, uma boa autonomia de alcance, segurança, boa capacidade de transmissão

de dados, e o menor número possível de repetições. As principais vantagens do sistema Zigbee são as seguintes:

- 1) Instalação e manutenção fáceis e não invasivas;
- 2) Possibilidade e facilidade de mudar os parâmetros/aplicativos de instalação na sequência á primeira instalação com possibilidade também de transferir os aparelhos Zigbee para outros locais;
- 3) Adaptação a qualquer tipo de estruturas (modernas ou antigas);
- 4) Possibilidade de adaptação em setores diferentes (residencial, comercial, industrial, público, etc.);
- 5) Utiliza um sistema “aberto” que permite a integração e uso de novos componentes para uma fácil adaptação à evoluções futuras da rede como smart grids;
- 6) As interfaces utilizadas são intuitivas e de uso simples para todo tipo de usuário com planilhas de resumo e detalhadas para obter as informações desejadas pelo mesmo.
- 7) O envio de informações em tempo real ao usuário final permite uma rápida e eficaz realização e automação nos comportamentos virtuosos do quotidiano.
- 8) Permite a regulação dos parâmetros desejados para o sistema e para cada aparelho conectado ao Zigbee;

Os produtores preveem uma redução do consumo energético de uma habitação graças ao uso de Zigbee entre 10 e 20%. Essa redução aumenta ainda mais se aplicada também a janelas e sistemas de ventilação do local. Foi realizado um teste onde 3 dispositivos Zigbee foram ligados aos seguintes aparelhos: 1) máquina de café; 2) bebedouro; 3) Impressora multifuncional. O consumo foi monitorado durante quatro semanas e os dispositivos Zigees regularam a carga e as horas de stand-by em função do uso desejado. O resultado obtido é mostrado nas tabelas 1, 2 e 3.

Datos		Distribuição semanal das horas de funcionamento		
Nome do Zplug	ZPLUG COFFE		ON	OFF
Carga testada	Máquina de café	Segunda-feira	16	8
Semanas de monitoramento	4	Terça-feira	16	8
Consumo em Stand by [W]	32	Quarta-feira	16	8
Total das horas ON	320	Quinta-feira	16	8
Total das horas OFF	352	Sexta-feira	16	8
Consumo de eletricidade medido [kW]	5,548	Sábado	0	24
Consumo de eletricidade previsto em modalidade ON/stand-by sem ZIGBEE[kW]	11,264	Domingo	0	24
Custo da Energia -> kWh [Rs]	0,47			
Economia estimada no periodo do teste [Rs]	5,29			
Economia estimada por ano [Rs]	68,82			

Tabela 1: Desempenho do Zigbee conectado a uma máquina de café.

Dados		Distribuição semanal das horas de funcionamento		
Nome do Zplug	ZPLUG Water dis		ON	OFF
Carga testada	Bebedouro	Segunda-feira	16	8
Semanas de monitoramento	4	Terça-feira	16	8
Consumo em Stand by [W]	4	Quarta-feira	16	8
Total das horas ON	320	Quinta-feira	16	8
Total das horas OFF	352	Sexta-feira	16	8
Consumo de eletricidade medido [kW]	4,616	Sábado	0	24
Consumo de eletricidade previsto em modalidade ON/stand-by sem ZIGBEE[kW]	1,408	Domingo	0	24
Custo da Energia -> kWh [Rs]	0,47			
Economia estimada no periodo do teste [Rs]	0,66			
Economia estimada por ano [Rs]	8,60			

Tabela 2: Desempenho do Zigbee conectado a um bebedouro.

Dados		Distribuição semanal das horas de funcionamento		
Nome do Zplug	ZPLUG Printer		ON	OFF
Carga testada	Impressora	Segunda-feira	16	8
Semanas de monitoramento	4	Terça-feira	16	8
Consumo em Stand by [W]	21	Quarta-feira	16	8
Total das horas ON	320	Quinta-feira	16	8
Total das horas OFF	352	Sexta-feira	16	8
Consumo de eletricidade medido [kW]	2,985	Sábado	0	24
Consumo de eletricidade previsto em modalidade ON/stand-by sem ZIGBEE[kW]	7,392	Domingo	0	24
Custo da Energia -> kWh [Rs]	0,47			
Economia estimada no periodo do teste [Rs]	3,47			
Economia estimada por ano [Rs]	45,17			

Tabela 3: Desempenho do Zigbee conectado a uma impressora.

Conforme indicado nas tabelas 1, 2 e 3, ao medir aparelhos com cargas diferentes, pode-se notar que a possível economia anual varia e é capaz de atingir valores interessantes, sobretudo em caso de aparelhos com forte gasto de eletricidade em modalidade stand-by. Portanto, os resultados do teste foram considerados satisfatórios e evidenciaram que a máquina de café (tabela 1) e a impressora (tabela 3) tem um consumo em modalidade stand-by relativamente elevado. A utilização do sistema Zigbee permitiria uma economia total de R\$ 122,59 por ano, considerando o uso das três máquinas em questão.

### Resultados esperados

Esperamos poder caracterizar a curva de carga do prédio I-1 e implantar um sistema de gestão da mesma. Esperamos poder transmitir aos usuários do prédio informações acerca do consumo de eletricidade por parte dos equipamentos utilizados e esperamos que os principais equipamentos

do prédio possam ser ligados e desligados remotamente para reduzir o consumo de eletricidade e adequar a curva de carga de acordo com os objetivos propostos pelo gestor da eletricidade do I-1. Pretendemos selecionar informações relevantes sobre o funcionamento do sistema, analisa-las e transmiti-las para os usuários do I-1 visando afetar o comportamento dos mesmos e reduzir a demanda por eletricidade durante os períodos mais críticos. Pretendemos utilizar as informações do monitoramento para quantificar os benefícios ambientais oriundos da implantação do sistema. Pretendemos realizar uma análise de cenários a partir dos dados obtidos para contemplar uma adoção do sistema proposto em escala maior e pretendemos modelar o I-1 como um ZEB, identificando as demandas necessárias para tanto.

Também pretendemos utilizar didaticamente a central de monitoramento de consumo de energia elétrica, para mostrar o consumo do prédio por tipo de equipamento, por usos finais, por tipo dia da semana e por período do ano. Podemos mostrar como a sazonalidade afeta o uso do ar-condicionado, por exemplo, e quais são os equipamentos que mais contribuem para a carga do prédio e como o sistema instalado pode contribuir para a racionalização do uso da energia elétrica e para a busca da sustentabilidade. No curso de Gestão Ambiental, na EACH, temos a disciplina "Fontes de Energia e Meio Ambiente (ACH 1047)" cujo programa poderia se beneficiar deste projeto.

Finalmente, pretendemos avaliar como o sistema pode ser utilizado para minimizar a despesa com energia elétrica face às mudanças tarifárias que esperamos ser estabelecidas a partir de 2014. Como parte das mudanças, como por exemplo, a instalação do medidor inteligente e a criação da tarifa branca, e outras tarifas diferentes durante o dia, poderão agregar vantagens econômicas à adoção do sistema.

## Cronograma de execução

	Fase de start-up								1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre		4º trimestre							
	<i>Meses</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	
levantamento das cargas do predio por questionario e por medição	X	X	X	X	X	X	X	X														
Processo de importação por meio da USP	X	X	X	X	X	X	X	X														
Assinatura do contrato de fornecimento								X														
Compra de equipamentos								X														
Instalação									X													
Monitoramento										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Relatório preliminar															X							
Relatório final																						X

## Orçamento


Orçamento para o projeto "Gestão da curva de carga do Prédio I-1 da EACH visando o consumo sustentável da eletricidade"

Item	Número de unidades	Custo por unidade	Custo total
<b>Bens de capital</b>			
Zigbee Smart-plugs - equipamento importado sem similar no mercado nacional	40	R\$ 400	R\$ 16.000
Tablet (controle Remoto)	2	R\$ 2.120	R\$ 4.240
Rotecedor	2	R\$ 3.180	R\$ 6.360
Sensores de movimento	20	R\$ 503	R\$ 10.060
<b>Custeio</b>			
Assistente para monitoramento da implementação - pessoa jurídica	1	R\$ 6.000	R\$ 6.000
Eletricista - pessoa jurídica	1	R\$ 1.000	R\$ 1.000
Material de consumo			R\$ 6.340
<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>R\$ 50.000</b>

Cliente.  
19/01/2013

  
Nilva Fatima de Souza  
Assistente Técnico Administrativo  
Cód. Pessoal: 2511716

- A Assistência financeira e Assistência Administrativa da EACH se responsabilizará pela execução da mentoria e administrativa do recurso que será transferido pela SGA, conforme o que se encontra em anexo, de acordo com a presente planilha.

  
Dener Sanches  
Cód. Pessoal: 2486740

## Referências bibliográficas

- Batista, N.C., R. Melício, J.C.O. Matias, and J.P.S. Catalão. 2013. “Photovoltaic and Wind Energy Systems Monitoring and Building/home Energy Management Using ZigBee Devices Within a Smart Grid.” *Energy* 49 (January): 306–315. doi:10.1016/j.energy.2012.11.002.
- Bilgin, B.E., and V.C. Gungor. 2012. “Performance Evaluations of ZigBee in Different Smart Grid Environments.” *Computer Networks* 56 (8) (May): 2196–2205. doi:10.1016/j.comnet.2012.03.002.
- Dall’O’, Giuliano, Elisa Bruni, and Luca Sarto. 2013. “An Italian Pilot Project for Zero Energy Buildings: Towards a Quality-driven Approach.” *Renewable Energy* 50 (February): 840–846. doi:10.1016/j.renene.2012.08.035.
- Depuru, Soma Shekara Sreenadh Reddy, Lingfeng Wang, and Vijay Devabhaktuni. 2011. “Smart Meters for Power Grid: Challenges, Issues, Advantages and Status.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (6) (August): 2736–2742. doi:10.1016/j.rser.2011.02.039.
- Fróes Lima, Carlos Alberto, and José Ricardo Portillo Navas. 2012. “Smart Metering and Systems to Support a Conscious Use of Water and Electricity.” *Energy* 45 (1) (September): 528–540. doi:10.1016/j.energy.2012.02.033.
- GPEA. 2013. “Programa Para o Uso Eficiente de Energia Na USP.” [www.pure.usp.br](http://www.pure.usp.br).
- Kaufmann, Simon, Karoline Künzel, and Moritz Looch. 2013. “Customer Value of Smart Metering: Explorative Evidence from a Choice-based Conjoint Study in Switzerland.” *Energy Policy* 53 (February): 229–239. doi:10.1016/j.enpol.2012.10.072.
- Kim, Woong Hee, Sunyoung Lee, and Jongwoon Hwang. 2011. “Real-time Energy Monitoring and Controlling System Based on ZigBee Sensor Networks.” *Procedia Computer Science* 5 (January): 794–797. doi:10.1016/j.procs.2011.07.108.
- Kostková, K., I. Omelina, P. Kyčina, and P. Jamrich. 2013. “An Introduction to Load Management.” *Electric Power Systems Research* 95 (February): 184–191. doi:10.1016/j.epsr.2012.09.006.
- Marszal, Anna Joanna, Per Heiselberg, Rasmus Lund Jensen, and Jesper Nørgaard. 2012. “On-site or Off-site Renewable Energy Supply Options? Life Cycle Cost Analysis of a Net Zero Energy Building in Denmark.” *Renewable Energy* 44 (August): 154–165. doi:10.1016/j.renene.2012.01.079.
- MCT. 2013. “Fatores de Emissão de CO2 de Acordo Com a Ferramenta Metodológica : ‘Tool to Calculate the Emission Factor for an Electricity System, Versions 1, 1.1, 2, 2.1.0 and 2.2.0’ Aprovada Pelo Conselho Executivo Do MDL.”
- Usman, Ahmad, and Sajjad Haider Shami. 2013. “Evolution of Communication Technologies for Smart Grid Applications.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19 (March): 191–199. doi:10.1016/j.rser.2012.11.002.