

ESTUDO DO SMART GRID IMPLANTADO NO SISTEMA ELÉTRICO HOLANDÊS

Amarildo Sales Silva¹, Wilson Roque de Andrade Filho², Olavo Antônio de Oliveira Reis³, Diego Almeida de Oliveira², Emerson Carlos Guimarães³, Sebastião Alves da Silva²

¹Discente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil
(amarildosales832@gmail.com)

²Bacharel em Engenharia Elétrica. Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

³Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

Resumo: Abordou-se neste estudo a análise do Smart Grid (Rede Inteligente) implantado no sistema elétrico holandês, com o objetivo de mostrar o melhor controle de uma residência em relação à empresa geradora de energia elétrica, utilizando sensores ao longo da rede, controle e automatização do consumo residencial. Utilizou-se pesquisa bibliográfica e metodologia UML para análise, concluindo que o Smart Grid é tecnologia necessária no Brasil, beneficiando a sociedade.

Palavras-chave: Smart Grid; Eficiência Energética; Tecnologia

INTRODUÇÃO

Com o avanço da humanidade, a eletricidade foi uma das maiores invenções do homem. A partir do momento em que descobriram como gerar energia elétrica, percebeu-se nitidamente que com ela, pode-se produzir mais e melhor. A internet, por exemplo, tem tudo a ver com eletricidade, pois, seu princípio de funcionamento que se dá através de redes de transmissão, faz com que se tenha entendimento de como as coisas inovadoras chegam a nossa sociedade. Para uma melhor compreensão, é como fazer uma analogia interessante entre a internet e a eletricidade, a internet traz a tecnologia da informação, é hoje o que a eletricidade foi na era Industrial, atualmente o mundo está mais informado, tem mais conhecimento das notícias atuais em tempo real.

Contudo, a internet vem evoluindo cada vez mais rápido o que não aconteceu com os métodos de distribuição da energia elétrica.

O fato é que cada dia que passa os equipamentos elétricos chegam mais modernos em nossas residências em todo mundo, como: computador, micro-ondas, cafeteira, torradeira, fritadeira e vários outros. Diferente do que era há 40 anos, onde só abrigavam uma geladeira, um rádio e, em algumas exceções uma TV e um chuveiro elétrico.

Atualmente, em nosso país, já não se consegue toda geração da eletricidade através das fontes hídricas. Diante desse fato, não se pode ignorar a realidade, onde, o planeta pede ajuda para preservação de seus

recursos naturais, com isso, levando autoridades do mundo inteiro a planejar para diminuir ou consumir com mais inteligência os mesmos.

A nova rede inteligente de energia (Smart Grid) é uma solução mais viável para melhor aproveitamento da distribuição de energia elétrica. Trata-se de uma nova arquitetura de distribuição, mais segura e inteligente, que integra e possibilita ações a todos os usuários a ela conectados.

Assim, a energia tradicionalmente gerada, transmitida e distribuída de forma radial a partir de instalações das concessionárias, poderá também ser gerada e integrada às redes elétricas a partir de unidades consumidoras, ou seja, passa a produzir e também fornecer energia à rede.

Percebe-se que com o passar dos anos, tudo vai ficando mais moderno, mas, a maneira como a distribuição de energia é feita, é ineficiente na visão de muitos especialistas, dependendo de uma única fonte geradora e, caso falhe, toda rede fica sem abastecimento. Além disso, o formato de medição do consumo nem sempre é justo com o consumidor final, já que com os medidores defasados, analógicos e várias pessoas passando de casa em casa para coleta de dados, a probabilidade de erros é grande.

Por essa circunstância, existe uma proposta de criação de uma rede de energia inteligente, também conhecida como Smart Grid, uma ideia para melhorar o consumo de energia em tempo real, ou seja, sua casa vai ter acesso direto com a empresa geradora de energia, sendo futuramente, até mesmo fornecer



eletricidade para ela. Essa inteligência será capaz também de bater de frente com a ineficiência energética, que ocorre perdas de energia ao longo da transmissão.

A intenção deste trabalho é justamente visualizar um planejamento detalhado do assunto baseado em tecnologia de informação e introduzindo um conceito complexo para casas inteligentes, consideradas dentro de um ambiente mais amplo, com várias unidades gerenciadas inteligentemente, em pauta relacionada à rede inteligente, onde a tendência é a troca de todos os medidores analógicos pelos digitais. De acordo com os dados da ANEEL (Agência nacional de Energia Elétrica) existem aproximadamente 65 milhões de medidores analógico no país e no máximo em 10 (dez) anos, acontecerá a troca de todos estes medidores. Após a troca desses medidores a captação dos dados será através de aparelhos específicos que são desenvolvidos e aprimorados, pois sem esses aparelhos inteligentes não há como medir o consumo nem detectar problemas encontrados na rede de transmissão.

Diante dos fatos atuais, em relação à eletricidade, percebe-se que existe uma necessidade nacional para colocar em prática aquilo que vem somar junto à sociedade brasileira, onde, irá beneficiar o consumidor e garantir energia eficaz, com menos desperdício, corrigindo assim problemas provenientes em falhas na transmissão da energia elétrica e o consumidor atuando como proativo negociando em rede e tem forte interação com o meio externo.

O objetivo deste trabalho é implantar uma ferramenta (UML - Unified Modeling Language) para mostrar o melhor controle de uma residência em relação à empresa geradora de energia elétrica através da inovação do Smart Grid (Rede Elétrica Inteligente) utilizando sensores ao longo de toda a rede, controle e automatização do consumo residencial. Mas para o funcionamento dessa maravilha é preciso primeiro a troca dos medidores modelo analógico por um modelo digital onde neles existem chips e se conectarão a internet para transmissão de todas as informações necessárias para o perfeito funcionamento entre consumidor e empresa geradora.

Apresenta-se neste trabalho uma descrição de como deve ser feito o controle do usuário em relação à fonte geradora de energia elétrica, com interface de fácil entendimento. Os sistemas apresentados no mercado apresentam alto grau de sofisticação para ser usado, e, para melhor entendimento do assunto detalhou-se de forma clara e objetiva como seria essa interação dos sensores com a linha de transmissão, a infraestrutura, medidores digitais com chips para conectar a internet para transmitir os dados e

equipamentos necessários para o sucesso da rede elétrica inteligente. A capacitação dos profissionais ainda é pequena, o custo do sistema também é alto, mas num futuro próximo vai ser a realidade que os profissionais da área terão que colocar em prática para melhorar as medições de consumo para menor

probabilidade de erros, menos gatos nas redes e melhorar o consumo de energia.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento dos requisitos, a definição dos itens relativos ao trabalho, tais como, sensores, medidores digitais com chips e todos componentes que interligam o sistema, foi realizada através de pesquisa na internet, em livros e revistas da atualidade, além do auxílio dos professores orientadores. Em seguida foi utilizada a metodologia UML (Unified Modeling Language), ou linguagem unificada de modelagem, para a análise do sistema em questão. Para realizar o início da modelagem do sistema atual, foram realizadas técnicas de engenharia de software.

Uma das tarefas realizadas foi um estudo detalhado do Smart grid, com intuito de mostrar o sistema e representar as interações entre os componentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

REFERENCIAL TEÓRICO

Aumento elevado do Smart Grid no País

De acordo com Setti (2012), o sistema inteligente vai permitir economizar energia e movimentará US\$ 36,6 bilhões, e, fará do Brasil o 3º maior do mercado mundial.

Já existem projetos tramitando no Congresso Nacional para que haja a implementação dessa nova tecnologia dependendo da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), onde a sustentabilidade no Brasil pode ocorrer em conferência através da ONU, onde acenderá uma cadeia de investimentos destinada a fazer do Brasil um dos três maiores no mercado mundial de redes Smart Grid (Rede Elétrica Inteligente), dentro de uma década atingindo US\$ 36,6 bilhões em 2022 (Jornal o Globo). Especialistas acreditam que concessionárias e governo são unânimes para anunciar tal tecnologia, sendo um marco em nossa história da eletricidade e também uma revolução entre clientes e distribuidoras que tornará o consumo mais eficiente e excluirá de vez o famoso “gato” na rede, sendo uma energia limpa.

Smart Grid é o conjunto de tecnologias que acrescenta uma camada de dados digitais à rede elétrica tradicional. Já existe nas redes de alta tensão, mas a hora agora é de investir para trazer para as residências brasileiras. Sendo vários sensores para monitorar a rede, automação e medidores para troca

de informações com intuito de que a concessionária saiba, em tempo real e remotamente, a quantidade exata e a qualidade da energia que está sendo consumida pelo cliente, assim como ele mesmo pode monitorar seu próprio consumo e se reeducar, pois quando o bolso dói, toma-se uma atitude diferente para mudar tal cenário. Estudos mostram que a economia chega a 20% da conta de luz onde foi implementado o sistema. E para as concessionárias, o Smart Grid vai colocar o “gato” em extinção. Sendo que as alterações ocorridas nas redes serão percebidas e se houver o problema será resolvida de maneira eficiente e rápida, segundo o Jornal “O Globo”, só essa solução do gato vai gerar uma economia de mais de R\$ 3 bilhões, por ano, para o setor.

Existe, ainda, uma expectativa grande em relação à norma para que seja substituído os aproximadamente 65 milhões de medidores analógicos, faltando apenas a ANEEL regulamentar esse processo que ainda se torna burocrático. Alguns dizem que será pago pelo consumidor apenas o investimento, outros dizem que o equipamento é caro o bastante para elevar o preço da energia. O medidor custa entre US\$ 200 a US\$ 300 (ANEEL). Existe até projeto de lei para a implementação do Smart Grid no Brasil, mas, ainda não foi votado, o governo ainda estuda melhor os prazos e metas para a implantação, pois, trata-se de um processo dispendioso, porém especialistas acreditam que até 2022, de fato, saíra do papel para colocar em prática aquilo que já existe implantado em outros países, (só com investimentos dos medidores inteligentes será de US\$ 17,8 bilhões, segundo a consultoria americana Northeast).

O investimento previsto é tão grande que fabricantes estrangeiros de medidores instalados aqui (Landis+Gyr e Elster) já expandem sua capacidade em antecipação à demanda, enquanto, outros, negociam a abertura de plantas no país (ATC, de Hong Kong).

Dos fatos levantados, resta claro, que ainda falta à regulamentação da ANEEL como única peça faltando para se instalar os medidores em larga escala. De acordo com o diretor da ANEEL, Pepitone, com a implantação do Smart Grid deve-se reduzir em 5% o consumo residencial no horário de pico, entre 18h e 21h que equivale ao consumo de uma cidade de 10 milhões de habitantes.

Medidores Inteligentes E34A Trifásico

Este é um dos modelos classificados no grupo de medidores eletrônicos polifásicos inteligentes. Sua funcionalidade é a de auxiliar na identificação de irregularidades na instalação, combate as perdas existentes na rede de transmissão e recuperação de receita da concessionária. Esse medidor tem

interfaces de comunicação que viabilizam a troca de dados instantaneamente, abrangendo melhor as operações da concessionária de energia elétrica ao consumidor final.

Segundo a empresa “Bruver Medidores”, os medidores inteligentes exigem regras ou padrões a serem seguidas para que seu funcionamento seja liberado de fato, estas normas geralmente são: IECs 62052-11, 62053-21, 62053-23, NBRs 14519 e RTM.

Tipicamente suas características principais são: registros de eventos; demanda programável; monitoramento de tensão de alimentação; porta óptica de comunicação; resistência a choques mecânico e raios ultravioletas; sensor de posição do medidor; multitarefa; tabela calendário para 15 feriados; interfaces de comunicação 232 ou 485, ou TTL, ou USB, ou Ethernet; sua demanda de energia é ativa, reativa, indutiva, capacitiva e sua frequência são de 50 ou 60 Hz (Bruver Medidores).



Figura 1. Medidor Inteligente E34A Trifásico.

Medidores de energia elétrica digital é o começo de um avanço tecnológico a ser desenvolvido e aprimorado para trazer benefícios a todos os colaboradores e fornecedores a eles conectados.

Desta forma, as instalações das concessionárias poderão ser também geradas e integradas às redes elétricas a partir de unidades consumidoras, onde o consumidor poderá também armazenar energia elétrica na rede, é como se fosse acumulando créditos de telefone para ser utilizado no mês seguinte, ou seja, o consumidor terá a chance de acompanhar dia a dia o seu gasto, colocando em prática se o seu consumo está dentro do que realmente ele almeja coisa que não acontece no medidor analógico, pois não existe possibilidade de ter esse controle, sem falar que as concessionárias usam termos técnicos que muitas vezes, o consumidor, como leigo, não entende determinados assuntos específicos, como a conta de energia.

Através de softwares, sensores de precisão que são encontrados no mercado nacional a precisão é um fator muito importante, pois, é ele que vai ser responsável pelo trabalho distribuído em vários cenários da rede de transmissão.

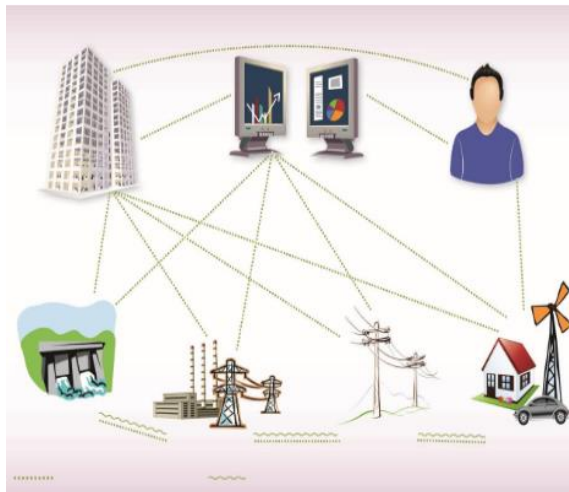


Figura 2. Interações do Sistema.

Sensores

De acordo com a CEMIG, os sensores serão implantados nas redes elétricas, possibilitando, enviar dados precisos sobre o consumo de energia diretamente da unidade consumidora para concessionária.

Através de um bom planejamento, e, com todas as informações necessárias da rede, podem-se reduzir muito as ocorrências e a duração de falta de energia.

A tecnologia da informação é fundamental para as interações dos componentes que estarão envolvidos, pois, tudo isso só dará certo se houver de forma correta a troca de informações, será uma troca real entre consumidores e concessionárias, sendo possível acompanhar de perto através da internet.

Smart Grid: Concessionárias (P&D ANEEL)

4. Sensor Inteligente alerta à concessionária o ponto exato de falta de energia elétrica.

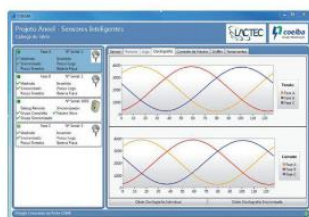


Figura 9. Tela de sensoramento trifásico



Figura 10. Equipamento instalado em campo

Figura 3. Sensores na Rede.

Será a inovação que em breve se tornará realidade no Brasil. Será possível ainda reduzir as emissões de gases de efeito estufa do sistema elétrico brasileiro.

Arquitetura

De acordo com Kok (2011, p.48), esse tipo de projeto é baseado numa combinação de inovações cuidadosamente selecionadas a partir de projetos recentes na área de TI e P&D sobre energia os quais fazem parte de pesquisas avançadas da Rede Inteligente Europeia. Essas inovações incluem:

“*Gerenciamento de energia na residência (in-house) baseado no feedback para usuário, tarifas e tempo real, controle inteligente de eletrodomésticos e provisão de serviços (técnicos e comerciais) para os operadores da rede e fornecedores de energia.

*Arquitetura do software de agregação, baseada na tecnologia do fornecimento de serviços, a aglomerados de casas inteligentes, por atacadistas de mercado e operadores da rede.

*Uso de arquitetura orientada para o serviço (SOA) e de acoplamento bidirecional com os sistemas corporativos para a coordenação, em nível de sistema, da aquisição e avaliação dos dados de medição em tempo real (Kok, 2011, p.48).”

De acordo com a figura 4, pode-se observar como se dá o ecossistema baseado em serviços.

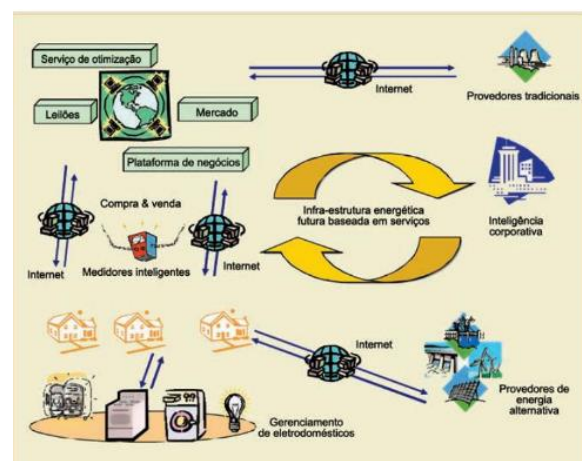


Figura 4. Ecossistema baseado em serviços.

Configuração do Teste de Campo

Os testes implementam uma usina de energia (virtual power plant-vpp) para fornecimento em tempo quase real, podendo ser em pequeno ou “longo prazo” de acordo com a Power Matcher, a tecnologia de redes inteligentes têm capacidade de otimizar um número elevado de pequenas unidades: Geradores distribuídos, armazenamento de eletricidade e respostas à demanda. Foram utilizadas residências existentes, mas também diversas situações adversas a serem analisadas, foram simuladas através de hardware. A arquitetura é conectada ao conjunto de casas inteligentes. O sistema em si é todo interligado e integrado na instalação de testes que consistem em micro centrais de cogeração, bombas de calor para aquecimento doméstico e eletrodomésticos cujo

consumo de eletricidade e bastante alto. Para todo o sistema foi associado um software inteligente operando através de um gateway de dados residenciais programáveis. E todas as informações coletadas são agrupadas e transmitidas a um serviço de medição usando a internet.

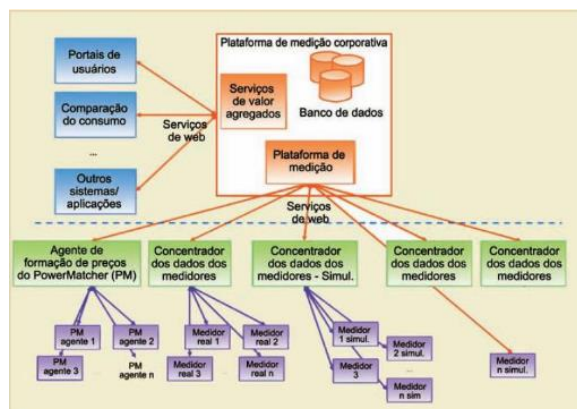


Figura 5. Integração entre os agentes e avaliação dos medidores inteligentes.

Resultados preliminares

De acordo com Kok (2011), foram satisfatórios os resultados de toda infraestrutura controlada pelo sistema que são integrados, as interações corresponderam às expectativas, foram realizados também testes em grande volume onde apresentou um desempenho estável chegando à coleta de dados através do TIC combinado, onde está incluso a faixa da banda, transmissão dos dados de medição em larga escala para uma tarifa em tempo real.

O desempenho do projeto foi relativo ao que se esperava a medição de alta resolução relativa a diversos milhões de medidores, pôde ser suportada por um número limitado de concentradores e sistemas de gerenciamento de dados corporativos, tudo isso pode ser ainda melhorado entre o software e o hardware com a mesma sintonia em um único objetivo que é a infraestrutura do gerenciamento em quase tempo real. O maior desafio é justamente alcançar a integração deste cenário interligando uns aos outros de maneira eficaz.

Configuração do teste de campo

“A arquitetura é conectada ao conjunto de casas inteligentes (Power Mat-chingCity) localizadas em Hoogkerk, Holanda, conforme estabelecido no projeto Integral (www.integral-eu.com). Os sistemas dos usuários finais integrados na instalação de teste consistem em microcentrais de cogeração, bombas de calor para aquecimento doméstico e eletrodoméstico cujo consumo de eletricidade é elevado. Para todos os sistemas, foi associado um software inteligente operando através de um gateway de dados

residenciais programáveis. O software transmite as preferências de operações para os níveis de agrupamentos. As medições obtidas são submetidas a um serviço de medição usando a Internet (Kok, 2011, p. 52)”.



Figura 6. Controlador de cargas magic.

Conclusão preliminar

De acordo com Kok (2011), as pessoas realmente vão se interessar pelos sistemas de gerenciamento de energia quando perceberem a economia obtida e os benefícios financeiros associados ao caminho a percorrer.

Mostrando com clareza os custos e benefícios que iram trazer para sociedade, através de feedback para o usuário final, controle e des-generalização automática da geração distribuída e respostas a demanda total, foram adotadas os testes de campo onde apresentou experiências iniciais. Os testes envolveram:

Controle agregado automático dos sistemas dos usuários finais combinado com testes de troca de informações com os sistemas corporativos, envolvendo grande tráfego de grande volume de dados.

Operação de um conjunto de casas inteligentes para melhorar a eficiência energética, a operação da rede e os custos do fornecimento de energia.

Respostas de um conjunto de casas inteligentes a situações críticas para melhorar a segurança do fornecimento de energia.

Concessionária

É, através dela, que é preciso realmente dar ênfase, pois, é nela que haverá a parte burocrática, onde há a necessidade de um planejamento detalhado para mostrar que vale a pena investir. Para melhor compreensão citam-se, nos subitens seguintes, as suas vantagens.

- Aumento da eficiência operacional: De fato, necessita-se, na atualidade, de um melhor estudo de recursos para que se possa produzir mais com menos custos. Não é uma tarefa simples, já que demanda



muito custo para o investimento inicial. Aprender a observar se o número de funcionários está atendendo a empresa, ou existem alguns que não conseguem fazer suas tarefas.

- Melhorar e fortalecer o relacionamento com os clientes: Atualmente o mercado e toda empresa busca a confiança do cliente seja ele qual for, através de sua boa imagem e credibilidade, onde o cliente é primordial, pois é ele quem recomenda o trabalho, ou seja, o boca a boca continua sendo um ótimo investimento pessoal.

- Otimizar investimentos: Usar de forma correta o orçamento, principalmente se o dinheiro está curto, importante impactar os consumidores em potencial com assertividade, através de relatórios de custos com uma boa análise do cronograma planejada para não ter surpresas.

- Aumentar a confiabilidade: Se da através do gerenciamento e confiabilidade da rede, dependendo da pessoa que está no comando pode-se evitar os problemas, antes que eles ocorram.

- Preparar para um ambiente com forte geração distribuída: São contratos de compra e venda de energia elétrica precedidos de chamada pública, promovida pelo distribuidor, onde ocorreram leilões realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, por delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica- ANEEL, onde ocupa um papel fundamental no Ambiente de contratação regulada.

- Reduzir perdas: É um ponto importante a ser combatido, pois as perdas das distribuidoras são altas anualmente, chegando a 18% atualmente da energia comprada.

- Preparar para a transformação empresarial: Criar ofertas que venham a fortalecer com a implementação de novas soluções que vão atender o mercado nacional de energia elétrica, visando também melhorar a responsabilidade social e ambiental.

- Desenvolver parcerias: Atualmente um dos grandes desafios do mercado é fazer com que seus colaboradores se tornem parceiros de todo empreendedor, ou seja, é a melhor parceria que o empreendedor deveria se preocupar.

Governo e Reguladores

São estes órgãos que implementará as normas e regulamentações a serem estabelecidas pelas concessionárias que por sua vez executará as mudanças relacionadas a instalação do Smart Grid no país.

- Reduzir custos: Usar políticas mais transparentes, investir em tecnologia com energia mais limpa, como por exemplo, a energia eólica, diminuir drasticamente a parte burocrática que o governo coloca facilitando a regulação de projetos que realmente vão dar resultado.

- Promover modicidade tarifária: Nesse caso cabe a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), promover essa modicidade, pois é responsabilidade dela fixar as tarifas em compromisso com os colaboradores, deixando de forma clara todos os dados e cálculos nela escrita.

- Implementar novos planos tarifários para baixa tensão: No tema proposto, não seria necessário agentes para medir o consumo, pois haveria uma troca de dados entre consumidor e concessionária, diminuindo o risco de erros.

- Implementar funcionalidades na medição: Seria possível programar informações importantes, como nos horários de pico para que houvesse uma redução no consumo nestes intervalos.

Implementar a geração distribuída - É preciso por partes dos governantes um interesse maior para que haja incentivo à implementação do sistema Smart Grid no cenário nacional, neste caso, a solução mais simples seria a utilização de fontes renováveis de energia que tem ganhado espaço no Brasil e no mundo, tem-se exemplos hoje, como: energia solar e a energia eólica, que está em pequenas escalas, ganhando o nome de geração distribuída.

- Aumentar a qualidade da energia: Para melhorar é preciso investir em equipamentos mais modernos, aprimorando e trocando os antigos pelos novos, evitando assim sobre tensões e sobtensões e interrupção de serviços, sem mencionar, que hoje, têm-se em nossas redes elétricas muitos harmônicos, ou seja, sujeira na rede. Sendo assim pra combater este problema seriam necessários bancos de capacitores para armazenar e entregar uma energia com mais qualidade.

Cliente

É este o maior beneficiário quando se trata do assunto relacionado à economia de energia elétrica, a implementação do sistema, com o propósito abaixo nos mostrará estes benefícios.

- Reduzir custos: Existem várias maneiras de reduzir custos em uma residência, primeiramente trocando as iluminações antigas pelas modernas, instalar painéis solares nas residências, com isso tem-se também uma redução significativa na conta de energia, evitando os horários de pico, dessa maneira consegue-se uma redução de custo também.



- Modicidade tarifária: Aos olhos do cliente, as tarifas estão sempre elevadas, quem nunca disse que o funcionário de uma concessionária fez a leitura errada, claro que pode acontecer com a proposta efetivamente em prática, isso irá mudar muito. Terá como acompanhar dia a dia e em tempo real a leitura da conta de energia.

- Aumentar a eficiência energética: Pode se dar através da energia solar, pois as vantagens ambientais e sociais se destacam por serem muito pequenas as emissões de CO₂.

- Acesso a novas fontes de energia: O consumidor vai descobrir a importância de ter novas fontes de energia, conscientizando que agora já é prioridade conservar as questões ambientais, e trazer soluções quem venham a somar com formas renováveis e limpas de gerar energia.

- Participar de um novo Mercado: O cliente terá acesso a informações sobre o consumo, tarifa mais detalhada, saberá quando a rede falhou, vai notar uma melhora na qualidade de serviço, ou seja, o cliente terá participação de um novo mercado acontecendo dentro de sua residência, como se tivesse manuseando o seu celular.

Descrições do Sistema proposto

Para o novo sistema, modificações foram propostas no modo como a informação é recebida e enviada através do guia prático para modelagem de sistemas orientados a objetos UML (Linguagem de Modelagem Unificada), o trabalho aqui proposto para desenvolvimento, com objetivo de implantar uma ferramenta que auxiliará no sistema do Smart Grid (a Rede Elétrica Inteligente).

A ferramenta será utilizada de acordo com as necessidades que ocorreram, tendo em vista que o software Enterprise Architect será utilizado para visualizar a interface do sistema, ficando assim mais fácil o entendimento como serão as interações dos componentes interligados.

O sistema facilitará o entendimento e despertará a curiosidade dos interessados no assunto do Smart Grid, de acordo com o tema proposto. O Enterprise Architect será utilizado para simular a parte de controle, que irá facilitar a interatividade entre operador e sistema, tendo como finalidade a colaboração do sistema dos comandos do software.

Documentação UML

De acordo com o trabalho proposto, diante da Rede Elétrica Inteligente foi proposto um estudo mais flexível, diante a documentação do UML para se

conseguir um melhor desempenho possível para explicação no desenvolvimento do sistema.

Os diagramas propostos a seguir mostrarão como fica fácil entender como o sistema quer propor de maneira fácil e compreensível.

Requisitos Funcionais

O sistema da Concessionária feito será capaz de realizar as seguintes funções:

- Aumento da eficiência operacional
- Fortalecer relacionamento com clientes
- Otimizar investimentos
- Aumentar Confiabilidade
- Preparar o Ambiente para forte geração de energia distribuída
- Reduzir perdas
- Preparar para a transformação empresarial
- Desenvolver parcerias

O sistema do Governo e Clientes feito será capaz de realizar as seguintes funções:

- Aumentar Eficiência Energética
- Reduzir Custos
- Promover Modicidade Tarifaria
- Implementar Novos Planos Tarifários
- Implementação das Funcionalidades da Medição
- Implementação de Geração Distribuída
- Aumentar Qualidade de Energia

Requisitos não funcionais

Confiabilidade - O sistema terá uma interface de fácil interpretação por parte do usuário, de maneira integrada com todas as funções.

Portabilidade - O sistema poderá ser executado em qualquer máquina onde tenha acesso a internet, que contenha o software compatível com o sistema, sendo que será possível acompanhar em tempo real os dados.

Usabilidade - Os requisitos funcionais mencionados terão sua usabilidade para o usuário, concessionária e governo que têm interesse em saber sobre suas características, ou seja, será para demonstrar de uma forma ampla o que se espera da rede inteligente, mostrará também fins didáticos e ilustrativos.

DIAGRAMAS ELABORADOS PARA ENTENDIMENTO

Diagramas de caso de uso

É neste diagrama que será mostrado a interatividade (Concessionária Cliente) através da implementação do sistema.

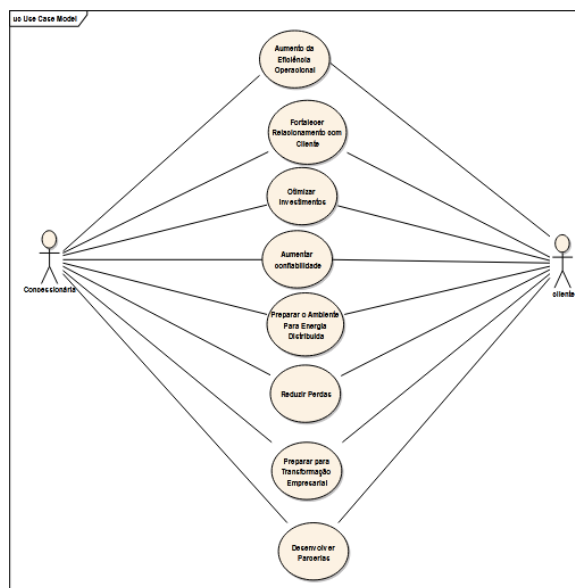


Figura 7. Diagrama 1 - Diagrama de caso de uso da concessionária em relação ao Smart Grid.

Descrição do caso de uso 1

Título do Caso de Uso: Aumento da Eficiência Operacional

Sumário: A Concessionária usa o sistema para diminuir o fluxo de trabalho;

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo de acordo com suas funções;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O cliente escolhe a função, para ser utilizado pelo sistema;
3. O cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Inserir)

1. O cliente seleciona a função de Inserir Crédito e requisita ao sistema que o Insira;
2. O sistema valida a Inserção.

Título do Caso de Uso: Fortalecer o Relacionamento com Cliente

Sumário: A concessionária usa o sistema para se aproximar do cliente através de uma função;

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizar o sistema, de acordo com suas funções;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostrar o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Inserir)

1. O Cliente seleciona a função de Inserir Diálogo e requisita ao sistema que a Insira;
2. O sistema valida a inserção.

Título do Caso de Uso: Otimizar investimentos

Sumário: A concessionária usa de forma correta seu orçamento, principalmente se o dinheiro estiver curto;

Ator primário: concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo de acordo com suas funções;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostrar o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Inserir)

1. O Cliente seleciona a função de inserir a atualização do sistema e requisita-o pra que o insira;
2. O sistema valida a inserção.



Título do Caso de Uso: Aumentar a confiabilidade

Sumário: A concessionária usa o sistema para gerenciamento e confiabilidade da rede;

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizá-lo, de acordo com suas funções;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizado pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostrar o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função, requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do Caso de Uso: Preparar o ambiente para energia distribuída

Sumário: A concessionária usa o sistema padrão da ANEEL, que é responsável pela contratação regulamentadora.

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizá-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;

2. O sistema valida a exclusão.

Título do Caso de Uso: Reduzir perdas

Sumário: A concessionária usa o sistema para diminuir o alto índice de perdas de energia elétrica comprada pelo cliente;

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizá-lo, de acordo com suas funções;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizado pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do Caso de Uso: Preparar para a transformação empresarial

Sumário: A concessionária usa o sistema para criar novas soluções de energia elétrica, visando responsabilidade social e ambiental;

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizá-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizado pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;

4. O Cliente mostrar o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do Caso de Uso: Desenvolver parcerias

Sumário: A concessionária usa o sistema para atrair novos clientes tornando-a além de sua colaboradora também parceira.

Ator primário: Concessionária;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizá-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente o escolhe a função, para ser utilizado pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

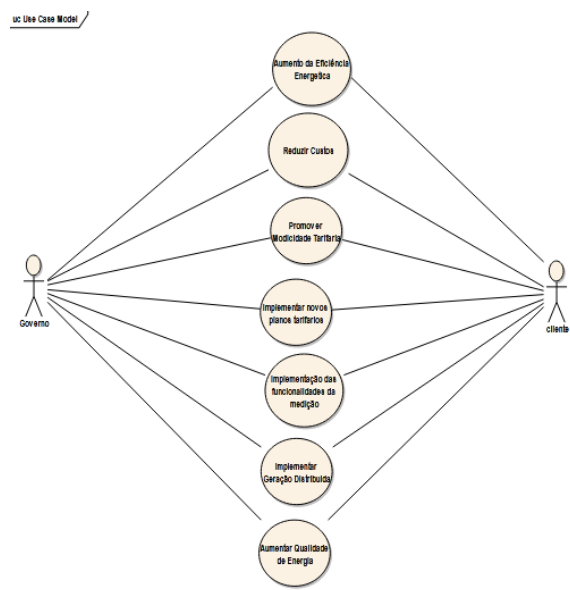


Figura 8. Diagrama 2 - Diagrama de caso de uso do Governo e Cliente em relação ao Smart Grid.

Descrição do caso de uso 2

Título do caso de uso: Aumentar eficiência energética

Sumário: O Governo investe em fontes renováveis, se o cliente achar atrativo traz para junto dele, tornando-o além de colaborador, também parceiro.

Ator primário: Governo;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utilizá-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do caso de uso: Reduzir Custos



Sumário: O Governo investe em programas educativos, se o cliente achar atrativo traz para junto dele, reduzindo seus custos;

Ator primário: Governo;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do caso de uso: Promover Modicidade Tarifaria

Sumário: A ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica) deixa de forma clara todos os cálculos da tarifa da conta de energia para melhor esclarecimento aos seus clientes;

Ator primário: Governo;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;

2. O sistema valida a exclusão.

Título do caso de uso: Implementação das funcionalidades da Medição

Sumário: O governo disponibilizaria quais os horários mais adequados para menor consumo ao cliente.

Ator primário: Governo;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do caso de uso: Implementação de geração distribuída

Sumário: O governo precisa investir mais em novas fontes renováveis de energia, trazendo o cliente para conhecer de fato como funciona.

Ator primário: Governo;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;

3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que a exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão.

Título do caso de uso: Qualidade de energia

Sumário: O governo precisa investir em equipamentos mais modernos, evitando sobre tensões, sobtensões e menos harmônicos na rede.

Ator primário: Governo;

Ator secundário: Cliente;

Pré-condição: O Cliente deve estar identificado pelo sistema e disposto a utiliza-lo junto com suas regulamentações, de acordo com suas funções sendo opcional no sistema;

Fluxo principal

1. O sistema exibe as funções;
2. O Cliente escolhe a função, para ser utilizada pelo sistema;
3. O Cliente utiliza a função escolhida;
4. O sistema mostra o resultado da função;

Fluxo Alternativo: (Excluir)

1. O Cliente seleciona a função e requisita ao sistema que exclua algo que não está de acordo;
2. O sistema valida a exclusão;

Diagramas de Sequência

É neste diagrama que será mostrado como a concessionária pode se mostrar eficiente em sua prestação de serviços relacionados a distribuição de energia elétrica.

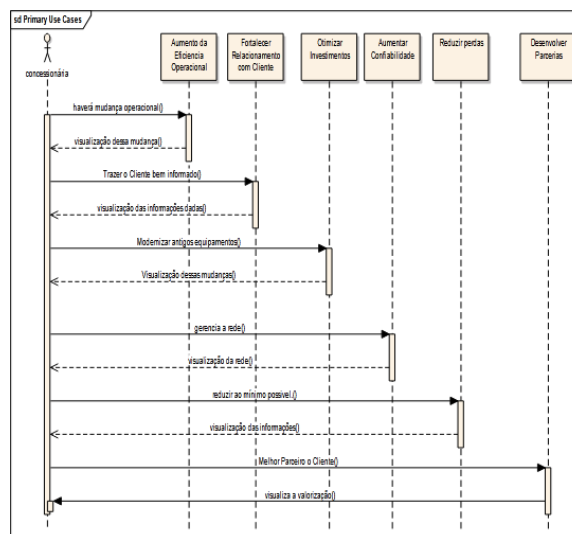


Figura 9. Diagrama 3 - Diagrama de Sequência da Concessionária.

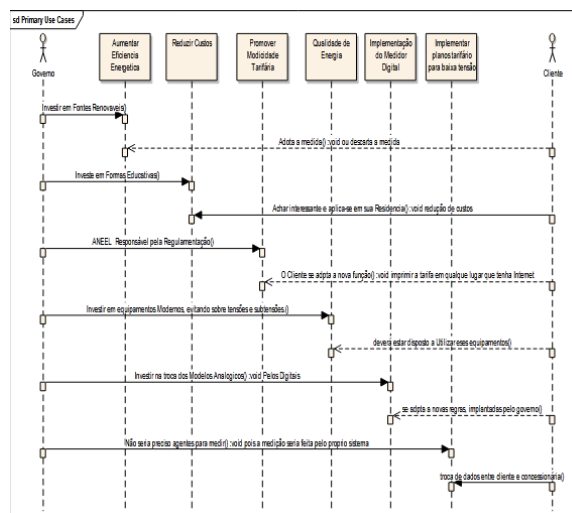


Figura 10. Diagrama 4 - Diagrama de Sequência Governo e Cliente.

Diagramas de Classe

É neste diagrama que será mostrado como o sistema de uma concessionária se comporta através das operações realizadas pelo operador da interface, mostrando ao cliente em tempo real as vantagens de fazer parte de um sistema automatizado como o Smart Grid.

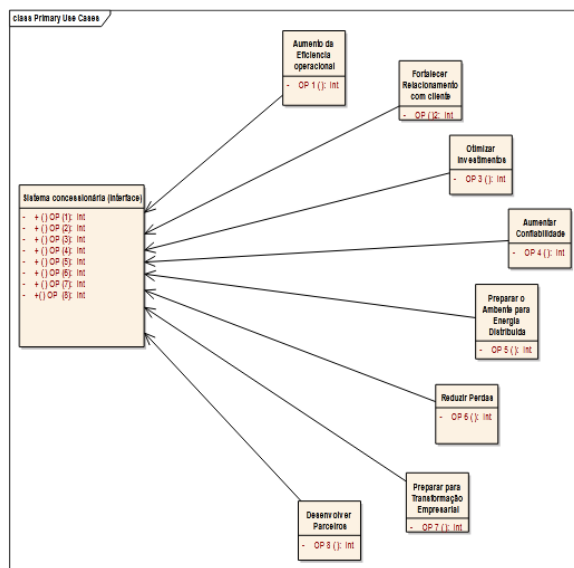


Figura 11. Diagrama 5 - Diagrama de classe sistema concessionária relação Smart Grid.

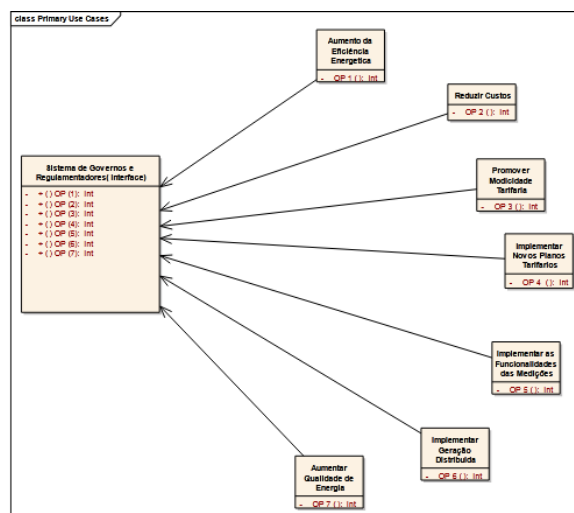


Figura 12. Diagrama 6- Diagrama de classe Sistema de Governo e Regulamentadores em relação Smart Grid.

CONCLUSÃO

A finalidade do desenvolvimento deste trabalho é mostrar a interação com os componentes, a relação entre usuários e os sistemas designado por cada órgão regulamentador, com a finalidade de mostrar graficamente as interatividades que o cliente poderá fazer num futuro próximo através de software e internet apropriada para troca e recebimento de informações dadas pelo sistema.

Pela análise do sistema implantado na Holanda, ficou evidente que a tecnologia Smart Grid é bastante eficaz, pode-se observar através das pesquisas sua eficiência depois de implantada, realmente trouxe resultados satisfatórios em vários segmentos da rede elétrica.

O trabalho contribuiu nos seguintes aspectos: apresentação de um estudo do comportamento do Smart Grid em relação ao teste de campo feito na Holanda; verificação experimental dos estudos teóricos e mostrar através de diagramas e casos de uso como seria o escopo da estrutura da implementação do Smart Grid e quais suas interações e funcionalidades mais importantes.

Como sugestões para trabalhos futuros propõem-se a implementação de um medidor digital numa residência, para buscar novas curiosidades em termos de ver o feedback que irá proporcionar ao cliente mais eficiência.

REFERÊNCIAS

- Aneel. Medição, faturamento e combate a perdas comerciais. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1623. Acesso em: 11 ago. 2015.
- Bezerra, E. Princípios de análise e projeto de sistemas com UML. Rio de Janeiro: Campus, 2006.
- Bruver. Medidores de Energia. Disponível em: <http://www.bruver.com.br/loja/2-e34a-trifásico.html>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- Camargo, Camila. Smart Grid: a rede elétrica inteligente. 2009. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/3008-smart-grid-a-rede-eletrica-inteligente.htm>. Acesso em: 07 Ago. 2015.
- Ccee. Comercialização. 2004. Disponível em: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_afLoop=682607585688952#@?_afLoop=682607585688952&_adf.ctrl-state=ew5tm9e6x_21. Acesso em: 11 ago. 2015.
- Cemig. O que são as redes inteligentes de energia? Disponível em: http://www.cemig.com.br/Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes.aspx. Acesso em: 12 ago. 2015.
- Kelman, Jerson. ANEEL: perguntas e respostas sobre tarifas das distribuidoras de energia elétrica. 2007. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/biblioteca/perguntas_e_respostas.pdf. Acesso em: 12 ago. 2015.
- Kok, K.et. Testes de casas inteligentes para implementação de Smart Grid. In: Revista Eletricidade Moderna. Out. 2011.
- Loeblein, Marcelo. A implementação da geração de energia elétrica de forma distribuída como vetor na busca pelo desenvolvimento sustentável. 2013. Disponível em:



<http://coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2013/5-1.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2015.

Miranda, Carlos. Criando parcerias estratégicas. 2012. Disponível em: <https://endeavor.org.br/criando-parcerias-estrategicas>. Acesso em: 11 ago. 2015.

Sett, Rennan: Smart Grid vai turbinar a rede elétrica do país. 2012. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/smart-grid-vai-turbinar-rede-eletrica-do-pais-4952797>. Acesso em: 27 ago. 2015.