

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

NATÁLIA KROIN

ESTUDO DA TECNOLOGIA SMART GRID

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2018

NATÁLIA KROIN

ESTUDO DA TECNOLOGIA SMART GRID

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, do Departamento Acadêmico de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas

CURITIBA
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

NATÁLIA KROIN

ESTUDO DA TECNOLOGIA SMART GRID

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 21 de maio de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de **Tecnóloga em Sistemas de Telecomunicações**, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A aluna foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dra. Tânia Lucia Monteiro
Coordenadora de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Prof. M.Sc. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. M. SC. Omero Francisco Bertol
UTFPR

Prof. Dr. Edenilson José da Silva
UTFPR

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas
UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

Em memória de meu avô Acir Cirino dos Santos que sempre me apoiou em tudo que eu quis fazer e me deu conselhos valiosos que eu irei levar para a vida toda.

A todos que me ajudaram e me deram suporte nesses meses de pesquisas e escrita para a realização desse projeto e especialmente ao meu professor orientador Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas, por me ajudar nesse trabalho final do curso.

LISTA DE SIGLAS

AMI	Infraestrutura de Medição Avançada
AMR	Leitura Automática de Medidores
CES	Armazenamento Comunitário de Energia
CPLF	Companhia Paulista de Força e Luz
DA	Distribuição Automática
DCS	Sistema de Distribuição de Controle
DERs	Recursos de Energia Distribuídos
DG	Geração Distribuída
DOE	Departamento de Energia dos Estados Unidos
DR	Exige Resposta
EPRI	<i>Electric Power Research Institute</i>
ES	Armazenamento de Energia
EV	Veículo Elétrico
NEO	<i>New Energy Outlook</i>
NOC	Centro de Operações de Redes
PLC	Controle lógico programado
PLC	<i>Power Line Communication</i>
RTU	Unidade de terminal remoto
SEM/SCADA	Aquisição de Gestão de Energia e de Controle de Serviços
SIM	Soluções Integradas Municipais
UTicos	Unidade de Telecom
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

RESUMO

KROIN, Natália. **ESTUDO DA TECNOLOGIA SMART GRID**. 2018. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

O presente projeto propõe realizar um levantamento sobre os avanços que vem ocorrendo com a tecnologia Smart Grid e a interação no cotidiano das pessoas. Será pesquisado desde o surgimento da expressão Smart Grid, as mudanças de definições e os pontos de vista de mais de um autor, até o que se espera desse método para o futuro. Será descrita as suas formas de medições que são duas, AMI e AMR e a diferença entre elas. O principal foco será na descrição das formas de telecomunicações que apresentam essa tecnologia e a evolução que ocorreu de ambas em conjunto e a necessidade dessa junção.

Palavras chave: Smart Grid. Energia limpa. AMI. AMR.

ABSTRACT

KROIN, Natália. **STUDY OF SMART GRID TECHNOLOGY**. 2018. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Smart Development and interaction in the everyday of people. It will be searched since the emergence of the expression Smart Grid, as changes of definitions and views of more than one author, until the expected is a method for the future. It will include the forms of medication that are two, AMI and AMR and the difference between them. The main focus will be on the description of the forms of communication that technology and the evolution that occurred in the set and the execution of this junction.

Keywords: Smart Grid. Clean Energy. AMI. AMR.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 SMART GRIDS	9
1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	10
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 JUSTIFICATIVA.....	10
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	11
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2 SMART GRIDS	12
2.1 DEFINIÇÃO.....	15
2.2 FUNCIONAMENTO.....	16
2.2.1 Áreas de Funcionalidade e Sistemas	16
2.2.2 Componentes de uma Smart Grid.....	18
2.3 OBJETIVOS DAS SMART GRIDS	18
2.4 RECURSOS	19
2.5 DESAFIOS.....	19
3 AS SMART GRIDS: PASSADO E PRESENTE	21
3.1 O INÍCIO	21
3.1.1 Projeto Telegestore.....	22
3.1.1.1 AMR.....	22
3.1.1.2 AMI	22
3.1.1.3 AMI x AMR	23
3.2 SMART GRIDS ATUALMENTE.....	23
3.2.1 No Brasil.....	24
3.2.1.1 Programa Brasileiro de Redes Inteligentes.....	24
3.2.1.2 Smart Cities	26
3.2.1.2.1 <i>Smart City Laguna</i>	26
3.2.1.2.2 <i>Outras cidades inteligentes</i>	26
3.2.2 No mundo	27
4 OS PRÓXIMOS ANOS DAS SMART GRIDS	30
4.1 SEGUNDO ANDRES CARVALLO E JOHN COOPER	30
4.2 SEGUNDO CHRISTINE HERTZOG.....	31
4.3 SEGUNDO ESTUDO DA BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE.....	31
5 ELETRICIDADE E TELECOMUNICAÇÕES	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Nessa parte será apresentada uma breve introdução do tema apresentado nesse trabalho

1.1 SMART GRIDS

Nossas vidas estão cada vez mais dependentes da eletricidade, para que possamos enviar algo para alguém de forma rápida a ter água tratada. As Smart Grids, também conhecidas como redes inteligentes, são o meio encontrado para realizar uma evolução, para que exista uma conexão da eletricidade entre equipamentos de uso de energia, como comunicação por meio de internet e leitura de consumo de energia de forma mais correta. Atualmente já iniciou-se a integração com prédios, casas e veículos.

Seu conceito foi definido em 2003 pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos e esse mesmo departamento, em 2008, criou um livro online para conhecimento de todos, chamado “The Smart Grid: An Introduction”, que futuramente foi complementado com outros seis outros livros relacionados ao assunto.

Apesar de estar sendo cada vez mais utilizada as Smart Grids não são muito conhecidas por esse nome, pois é algo que vem ocorrendo no cotidiano e que vem sendo cada vez mais normal.

No livro *The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability*, os autores citam que electric grid foi citada como a maior conquista da engenharia no século XX. O departamento de energia dos Estados Unidos se refere a electric grid como uma rede de linhas de transmissão, subestações, transformadores. O grid do Smart Grid faz referência a essa grade.

Para Andres Carvallo e John Cooper (2011) existem três gerações de Smart Grid, a primeira conhecida como a primeira geração de smart grid ou Smart Grid 1.0, a segunda chamada de smart grid avançada ou Smart Grid 2.0 e a Smart Grid 3.0, que é o que acreditam de como será no futuro quando o uso da tecnologia já estiver mais avançado.

Além da separação por gerações as redes inteligentes são divididas em AMR e AMI que são formas de medições eletrônicas. AMR começou nos anos 80 e apenas

coletam dados e normalmente entrega dados mensais. O AMI entrega dados em tempo real, oferecendo dados mais precisos.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esse projeto trata do tema Smart Grid de forma geral. Será apresentado um foco maior na área de Telecomunicações. A pesquisa, pretende mostrar as mudanças que vem ocorrendo com as redes inteligentes desde sua criação até o que é imaginado para o futuro.

1.3 OBJETIVOS

Descrever sobre a criação do termo Smart Grid, assim como está hoje e o que se espera para o futuro.

1.3.1 Objetivo Geral

Descrever sobre a tecnologia Smart Grid e suas formas de aparecer no cotidiano da população, facilitando a vida de todos que a utilizam.

1.3.2 Objetivos Específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos informar de onde veio a criação de Smart Grid, explicar o que é Smart Grid, diferenciar AMR e AMI, descrever o que vem ocorrendo atualmente, mostrar a conexão entre Smart Grid e Telecomunicações e identificar o que se espera que ocorrerá no futuro com Smart Grid

1.4 JUSTIFICATIVA

Visto que ocorre uma grande mudança na área de tecnologia, em uma velocidade alta, as Smart Grids vem sendo cada vez mais o foco no âmbito tecnológico, pelas grandes possibilidades de evolução para todos em diferentes áreas, indo desde construção civil para construção de prédios com interligação total com a eletricidade, chegando ao tratamento de água que é utilizada por todos.

Apesar de ser algo que vem cada vez mais sendo utilizado, ainda não é muito conhecido por pessoas fora dos meios de estudos relacionados as redes inteligentes,

principalmente por esse nome. Muitas vezes já foi visto, mas sem saber que se tratava de uma Smart Grid e com isso sem saber o funcionamento dela.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O projeto ocorrerá de forma descritiva com o objetivo de utilizar livros, trabalhos realizados por outros e internet para pesquisa do conteúdo. Uma parte razoável do conteúdo apresentado virá do livro *The Advanced Smart Grid – Edge Power Driving Sustainability* escrito por Andres Carvallo e John Cooper e das apostilas disponíveis no site do Office of Electricity Delivery & Energy Reliability, localizado em Washington, nos Estados Unidos.

A maior parte dos dados coletados foram encontrados em referências internacionais, de forma que o tempo de pesquisa se prolongou, pois ocorreu pesquisa de termos específicos que não eram conhecidos anteriormente.

Para saber se existe um trabalho igual foi pesquisada as palavras chaves em sites específicos para trabalhos, como Periódicos CAPES, Google escola e IEE Explore.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será dividido em 6 (seis) seções. Nesta primeira seção foi introduzido o assunto tema do trabalho, além dos objetivos geral e específicos, a justificativa e a estrutura geral do trabalho. Na segunda parte será apresentada um pouco do que já foi escrito sobre o tema, definição da palavra Smart Grid, um pouco do funcionamento da tecnologia, objetivos e os desafios para iniciar a utilização de Smart Grids. Na terceira seção será apresentado como iniciou tudo, com a distribuição de energia, a criação da primeira Smart Grid e criação do primeiro projeto voltado a essa tecnologia, assim como o avanço que vem ocorrendo atualmente em vários lugares do mundo. O capítulo quatro ficou com a parte do que se espera da tecnologia para o futuro, focando nos anos de 2020 e 2040 principalmente. Na seção cinco está descrito a ligação que tem as Smart Grids com a área de Telecomunicações no geral, indo da união das duas áreas, elétrica e telecomunicações até os projetos em conjuntos que vem ocorrendo. O sexto e último capítulo são as considerações finais do trabalho.

2 SMART GRIDS

O *Electric Power Research Institute* (EPRI) já vem promovendo a Smart Grid a mais de uma década, porém ainda existe uma diferença de definição do que realmente seria as redes inteligentes. Para Andres Carvallo (2004) seria “A integração de electric grid, com rede de comunicação, software e hardware com monitores, controles e gerencia a criação, distribuição e consumo de energia”. Carvallo também acredita que no futuro será distribuída essa tecnologia e terá comunicação com todos os dispositivos existentes, incluído construções, meios de transportes e infraestruturas em geral.

Em 2009 o Departamento de Energia dos Estados Unidos acreditava que para ser Smart Grid é necessário ser inteligente, como o nome já mostra, ser eficiente, motivacional, achar uma oportunidade focada na qualidade e verde, ou seja, pensar no meio ambiente. Porém no relatório de acompanhamento setorial Smart Grid, com o título de Tendências no mundo e no Brasil e possibilidades de desenvolvimento produtivo e tecnológico, escrito pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e apresentado em março de 2012 já descreve que houve uma mudança de definição para os Estados Unidos e definiu como:

“... uma rede elétrica capaz de integrar de forma econômica e eficiente o comportamento e as ações de todos os usuários conectados – produtores, consumidores e aqueles que desempenham ambos – os prosumidores – no sentido de garantir sistemas de energia econômicos, eficientes e sustentáveis com baixas perdas e altos níveis de qualidade e de segurança” (2012)

A definição dada pela CPLF energia já é mais simples, segundo ela as redes inteligentes é o modo de transmissão de energia elétrica com muitos recursos de TI e de elevado grau de automação. Com isso é possível ver que o conceito varia dependendo da necessidade de cada um. Segundo Ricardo Bovo (2010), gerente de desenvolvimento de negócios Motorola Solutions, em 2010, na Smart Grid Forum, Redes Inteligentes é um sistema, uma grande rede de Telecomunicações e apresenta ou apresentará com o avanço algumas características importantes como ser bi-direcional, auto ajustável, geração distribuída e controle centralizado.

O Grid da palavra vem de Electric Grid referente a energia que se utiliza e é composta de da planta geradora, as linhas de transmissão, a subestação, transformadores, as linhas de distribuição e do consumidor. A rede elétrica é dividida em três componentes principais: a geração centralizada, focada na geração em grande escala longe de consumo, como carvão e gás natural, e a descentralizada, próximo do consumidor como as coberturas solares. Outro ponto importante é a transmissão e distribuição onde abrange os transformadores subestações e linhas de energia para o primeiro, já a transmissão ocorre por meio de linhas de alta tensão e podem ocorrer no subsolo. O último elemento é o consumo que vem de diferentes formas, como consumidores industriais, comerciais e residenciais.

A Smart Grid é dividida em AMI e AMR. O AMR, que significa Infraestrutura de Medição Avançada, são sistemas integrados de medidores inteligentes, com comunicação bidirecional entre utilitários e clientes, para o cliente inclui todos os equipamentos que suportem uma rede inteligente, entre elas estão as redes de área residencial e sistemas de gerenciamento de consumo. O AMI vem de Leitura Automática de Medidores e são sistemas que medem, reúnem, analisam uso de energia, além de dispositivos de medição como água, a leitura ocorre de forma previamente determinada, diferente do AMR que ocorre de forma contínua. O AMI é a forma de redes inteligentes que as agências governamentais e empresas estão implementando.

Na área de Telecomunicação houve um avanço começando com SS7, PBX e Fax/Telefone e chegando nos dias atuais com os smartphones. A relação entre a eletricidade e a área de Telecomunicação sempre teve momentos bons e ruins, com a discussão entre comprar ou criar na área de comunicação. No início dos anos 90, com o avanço da fibra óptica houve a necessidade de avanço da ligação com Electric Grid e conseqüentemente com as Smart Grids, por estar envolvido em redes inteligentes. Sem o avanço das redes de energia não iria ocorrer o avanço das telecomunicações e da área de TI, assim como as Electric Grids conseguem evoluir por causa da possibilidade de melhorar na gestão com o aumento da complexidade das redes graças essas áreas.

Atualmente, existem muitas dificuldades que o avanço das redes inteligentes está enfrentando, principalmente por que a atual rede utilizada foi feita com a tecnologia dos séculos 19 e 20, causando uma grande limitação para o avanço. A energia que é necessária para que não ocorra problemas e todos os equipamentos

que utilizam é cada vez maior e a qualidade precisa estar sempre aumentando pois os equipamentos e o consumidor necessitam. Para que tanto esses problemas sejam resolvidos e que as prioridades sejam resolvidas, assim como para ter um sucesso de longa duração é realizando uma revisão na arquitetura da rede atual e no modelo de negócio que depende da entrega dos *commodity* por quilowatt/hora.

Após a arquitetura das redes serem modificadas, no meio do século 19, fez com que o avanço nas telecomunicações aumentasse, em três aspectos, a decisão do governo de descentralizar o domínio da energia e telecomunicações e dividir em pedaços para diferentes empresas, a criação do celular wireless e a utilização maior da Internet como forma fundamental de infraestrutura para a economia moderna.

Esse crescimento em conjunto vem ocorrendo nas duas últimas décadas, com início nos investimentos em fibra óptica. Atualmente existem empresas públicas com unidades de telecomunicações comerciais de propriedade de concessionárias, chamadas de UTelcos, podendo ser utilizados pra transações de telecomunicações por atacado, incluindo fibra óptica, montagem de torre e poste.

Acredita-se que no futuro os utilitários precisaram estar preparados para que milhões de dispositivos estejam ligados em apenas um único Centro de Operações de Redes (NOC) para sua gestão e supervisão. Existem várias vantagens como monitoração contínua e registro de ocorrências e elaboração de relatórios.

Muitas são as formas de existir Smart Grid. No livro *The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability* os autores descrevem algumas dessas formas, uma das que aparecem mais é a para aplicações digitais. Várias são as utilidades por eles apresentadas, incluindo manutenção de equipamentos, gerenciamento de ativos com base em condições, controle direto de carga do cliente e avaliação de controle de energia.

Presentemente existem algumas cidades que utilizam a tecnologia Smart Grid. As mais famosas são Songdo, Masdar City e Singapura. Songdo, localizada na Coreia do Sul, é considerada a primeira Smart City e sua construção se iniciou em 2015 e tem previsão de estar finalizada apenas em 2022, essa cidade pretende habitar 40mil pessoas e será totalmente controlado por computadores, desde o sinalizador para que não ocorra congestionamento, até o recolhimento de lixo, será utilizada energia limpa solar.

Masdar City, fica em Abu Dhabi e foi iniciada em 2006, com o foco na não liberação de gás carbônico e referência de gestão sustentável. Existe uma

universidade dedicada a procura de soluções para energia e sustentabilidade e o transporte será realizado por meio da energia elétrica, diminuindo em, aproximadamente, 1 bilhão de toneladas de CO₂ por ano. O número máximo de habitantes será de 50mil e pode suportar até 1000 empresas focadas em energia sustentável.

A última e mais conhecida cidade é Singapura, contem 5 milhões de habitantes. Cada distrito tem uma parte autossuficiente, com isso diminui o número de trânsito em cada um deles, todos são ligados por meio do transporte público. A IBM consegue, por meio de algoritmos, prever onde acontecerá congestionamento com uma antecedência de 1 hora. É permitida a entrada de apenas empresas com energia limpa e é necessário gerar crescimento econômico.

2.1 DEFINIÇÃO

A primeira vez que se tem conhecimento de que foi utilizada a palavra Smart Grid em um artigo foi em “Toward A Smart Grid: power delivery for 21st century” escrito por S. Massoud Amin e B.F. Wollenberg, em 2005. Ambos professores da Universidade de Minneapolis na área de engenharia elétrica e computação. E até hoje não se chegou em um consenso total do que seria realmente uma rede inteligente.

David J. Leeds, escreveu em julho de 2009 o relatório “The Smart Grid in 2010: Market Segments, Applications and Industry Players” e descreveu que a mudança para uma rede inteligente é “uma transformação evolutiva muito longa, metódica e não uma mudança revolucionaria que será realizada da noite para o dia”. Afirmou que a utilização dessa tecnologia aumenta a confiabilidade e qualidade da energia, além de reduzir custo para o consumidor. Para Leeds as Smart Grids utilizam os mercados de energia, TI e telecomunicações.

Outro autor que deu uma definição para Smart Grid foi Andres Carvallo, descrevendo como uma junção de uma rede elétrica com varias outras infraestruturas como software e o consumo de energia e que será interativa com comunicação para todos equipamentos, reduzindo custo.

O Departamento de energia dos Estados Unidos (DOE) escreveu a primeira definição em 2003 e descreveu as redes inteligentes como a capacidade do sistema de monitorar e controlar cada nó da rede elétrica. Em 2009 era a inteligência, eficiência

e comodidade como alguns dos fatores, em outras palavras, “transforma a grade atual para uma que funcione mais cooperativamente, de forma responsável e orgânica”.

Na nova definição para ser considerada uma Smart Grid é a da DOE, e é necessário ter auto recuperação, motivar a participação dos consumidores, alta resistência, melhor qualidade de energia, permitir vários tipos de geração e armazenamento de energia, mercado mais envolvido e maior utilização de geração de energia intermitente.

2.2 FUNCIONAMENTO

Para que ocorra a utilização de uma Smart Grid é necessário que o sistema seja digital, isso demora a ocorrer por causa da grande quantidade de cabamentos existentes das redes elétricas e nos equipamentos em geral, como o medidor de água. A internet por sua vez também terá que ter um progresso para que suporte a grande quantidade de equipamentos que serão colocados em uma rede. Essas mudanças, no início, serão caras, porém com o tempo, o valor gasto será recuperado e o custo será menor do que o atual. No total são nove as áreas de sistemas e de funcionalidades.

2.2.1 Áreas de Funcionalidade e Sistemas

Abaixo estão descritas as áreas em que apresentam Smart Grids assim como os sistemas que apresentam essa tecnologia.

1. Sistema de Distribuição de Controle (DCS): usado para conectar a central de energia com controle central de despacho de geração de energia. Precisa de uma conectividade de internet muito alta, fibra óptica resposta automática usando database separadas ou compartilhadas.
2. Aquisição de Gestão de Energia e de Controle de Serviços (SEM/SCADA): usado para trazer novamente a data da distribuição de elementos de transmissão e do sistema de distribuição por monitoramento e controle. Alguns dos componentes utilizados são unidades de terminal remoto (RTUs) e controles lógicos programados (PLCs). Além de precisar de uma conectividade de alta velocidade e fibra óptica é necessário um centro de controle de energia e aplicativos que permitem interoperabilidade e

resposta automatizada usando bancos de dados dedicados ou compartilhados.

3. Distribuição Automática (DA): Contem três subsistemas principais que são sistema de informação geoespacial (GIS) que é integrado com um sistema de gerenciamento de interrupções, que será substituído por um sistema de gerenciamento de distribuição em smart grids. Esses sistemas trabalham em conjunto para automatizar a distribuição do sistema de monitoramento e controle.
4. Infraestrutura de Medidor Avançado (AMI): é composto de dispositivos finais de medidores inteligentes, uma rede de comutação sem fio e redes de backhaul de dados, integradas para fornecer coleta e processamento de dados de consumo de intervalo para uso em medição de receita e produção de faturas.
5. Exige Resposta (DR): consistem em uma unidade de controle remoto conectada a uma rede sem fio, usada para automatizar o corte de carga como uma alternativa ao envio de recursos adicionais de suprimentos.
6. Recursos de Energia Distribuídos (DERs): são sistemas baseados em premissas de produzir, armazenar e/ou gerenciar energia nas bordas da rede. As principais categorias incluem geração distribuída, veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia.
7. Geração Distribuída (DG): Inclui qualquer variedade de tecnologia e dispositivos de produção de eletricidade baseados em borda, mais números, porém com menos capacidade por unidade do que as usinas tradicionais.
8. Veículo Elétrico (EV): inclui os veículos elétricos ou híbridos, postos de recarga elétrica e as redes de apoio.
9. Armazenamento de Energia (ES): esse armazenamento está se tornando disponível nos níveis de premissa, comunidade e escala de serviços públicos, mas o armazenamento de energia distribuída por princípios no curto prazo provavelmente não é armazenamento comunitário de energia (CES), que é de tamanho médio e capacidade de atender a vários locais.

2.2.2 Componentes de uma Smart Grid

Para que uma Smart Grid funcione de forma correta alguns componentes são necessários:

1. Espectro e Equipamentos de Rede: é necessário ver se o espectro precisa de licença, caso necessite, retira-la. A área em que os equipamentos irão ficar vai depender da concessionária, podendo ser com uma área própria para a rede ou terceirizada, focada na compra de serviços de rede, compartilhando os ativos de uma rede de uma operadora. A rede é composta de duas partes: equipamentos de ultima milha como o *Wifi* e de sistema *backhaul* com os dados entre a rede de borda e o núcleo utilitário.
2. Dispositivo final: é composta por três partes: *Hardware*, incluindo o valor gasto para aplicativos específicos na borda da rede. Aplicação do software, que inclui o software necessário para funcionar o dispositivo final. Software de operação de rede, onde apresenta o *software* de gerenciamento de dispositivo e conexão ao centro de operação da rede de serviços públicos.
3. *Back Office*: as três áreas que compõe o back office são: hardware, com o custo de hardware, servidores e os dispositivos de armazenamento de dados; software, está incluso a SEM/SCADA, base de dados e o middleware de sistema de integração; sistema de gerenciamento de rede, com o software de gerenciamento de rede.

2.3 OBJETIVOS DAS SMART GRIDS

São vários os objetivos que foram colocados para que algo seja Smart Grid entre eles:

1. Fornecer uma abordagem focada no usuário e permitir a entrada de novos produtos no mercado.
2. Estabelecer uma inovação de driver econômico para a renovação de redes elétricas.
3. Manter a segurança pré-estabelecida, mantendo a integridade e a interoperabilidade dos dados.
4. Acessibilidade e criar concorrência.

5. Permitir a geração distribuída e utilizar fontes de energia renováveis.
6. Considerar adequadamente o impacto das limitações ambientais.
7. Informar aspectos políticos e regulamentários.
8. Aspectos sociais.

2.4 RECURSOS

As redes inteligentes apresentam algumas vantagens em relação a atual forma de energia. Inteligência para detectar sobrecargas no sistema e reencaminhamento de energia para evitar ao máximo uma possível queda de energia, trabalhar de forma autônoma quando necessária uma solução rápida e cooperar com o alinhamento das metas das concessionárias, consumidores e reguladores. Eficiência para ser capaz de atender a demanda e com grande eficiência necessária para o consumidor sem precisar aumentar a infraestrutura.

Acomodação para aceitar energia de qualquer fonte, incluindo energia solar e eólica, facilmente e transparente quanto o carvão e o gás natural, integrar toda e qualquer ideia e tecnologia de armazenamento de energia. Ter motivação para ocorrer uma boa comunicação em tempo entre o consumidor e a concessionária, para ser possível adaptar o consumo de energia a cada cliente e ser oportunista para criar novas oportunidades e mercado por meio da capacidade de capitalizar.

Além das qualidades já apresentadas a qualidade para fornecer a qualidade de energia necessária, sem picos, distúrbios e interrupções é um dos fatores mais importantes, além de ser uma das maiores características de uma Smart Grid.

Resiliente para maior resistência a ataques e desastres naturais com a descentralização e reforçamento com protocolos de segurança de redes inteligentes e seu desenvolvimento precisa ser sustentável para reduzir os impactos ambientais e climáticos

2.5 DESAFIOS

Para que ocorra o desenvolvimento das Smart Grids alguns obstáculos devem ser ultrapassados entre eles:

1. Reforço de rede para que não ocorra queda quando interligar recursos energéticos.

2. Desenvolver conexões mais eficiente para parques eólicos e tecnologia marinhas.
3. Permitir que sistemas menores funcionem em harmonia com todo o sistema.
4. Comunicação com infraestrutura para receber milhões de parte para comercializar e operarem em um único mercado.
5. Permitir que todos os consumidores tenham um papel ativo ao operar o sistema.
6. Integrar da melhor forma possível a geração intermitente, incluindo micro geração residencial.
7. Inteligência aprimorada de geração, demanda e principalmente nas grades.
8. Preparação para veículos elétricos.

3 AS SMART GRIDS: PASSADO E PRESENTE

3.1 O INÍCIO

No início a distribuição de energia vinha de pequenas empresas de serviços públicos e era usada para indústrias e comunidades privadas. Com o tempo as empresas públicas se juntaram para compartilhar as linhas de transmissão e, assim, formando as redes elétricas, isso ocorreu para que a eficiência e a distribuição aumentassem. Quem iniciou com a distribuição de longa distância foi George Westinghouse com uma usina elétrica nas Cataratas do Niágara, com isso foi possível perceber a forma mais eficiente de transmissão de energia. Não houve grandes mudanças até o fim da Segunda Guerra Mundial. Entre os anos de 51 e 61 foram adicionadas a energia nuclear e controles de computadores, ajudando no desempenho da rede.

As redes inteligentes vieram de tentativas anteriores de controle eletrônico, medição e monitoramento. O início da leitura automática ocorreu na década de 1981 e mudou para Infraestrutura de Medição Avançada (AMI) em 1991, podendo informar como a energia era usada durante o dia. Com os medidores inteligentes fizeram com que existisse uma comunicação contínua, ocorrendo um monitoramento em tempo real. Essa tecnologia foi utilizada inicialmente com dispositivos dinâmicos de reconhecimento de demanda que detectavam a carga na rede elétrica, monitorando as mudanças na frequência da fonte de alimentação.

O monitoramento e a sincronização de redes de longa distância foram revolucionados em 1991, com a Bonneville Power Administration, empresa com sede no Noroeste do Pacífico e é voltada para uma administração federal de marketing de energia sem fins lucrativos e faz parte do Departamento de Energia dos EUA, com a expansão de pesquisas de redes inteligentes com sensores protótipos.

O termo Smart Grid foi utilizado pela primeira vez em 2005 e em 2000 um projeto italiano chamado de Telegestore foi o primeiro a interligar um grande número de residências, um total de 27 milhões, usando medidores inteligentes via Power Line Communication com baixa largura de banda. A partir desse ano mais países como Estados Unidos e China iniciaram projetos para implementar um sistema parecido, conhecido como Wide Area Measurement System.

3.1.1 Projeto Telegestore

Telestore é o termo italiano utilizado para falar sobre medidores inteligentes. Entre suas funções está comunicação bidirecional remota, programação de estruturas multi tarifárias, podendo ser diária, semanal, mensal, anual e assim por diante. Alteração da potência contratada anteriormente, qualidade do serviço por cliente, detecção e prevenção de fraudes e integração com outros equipamentos com funcionalidades adicionais, são outros pontos positivos. Segundo a Enel (2015) os medidores são “redes inteligentes, energia limpa, mobilidade sustentável e eficiência energética”. Até o ano de 2015 haviam sido instalados 38 milhões de medidores eletrônicos.

O projeto iniciou com a instalação dos primeiros 70 mil medidores em 2001 em casas italianas, sendo 40 mil em Roma e em 2006 se tornou obrigatória a utilização dessa tecnologia. O valor gasto foi de 2,1 bilhões de euros, entre custos de R&D, produção e instalação de medidores eletrônicos, produção e instalação de concentradores e sistemas e TI, atualmente, com esse sistema, se tem uma economia de aproximadamente 511 milhões de euros ao ano. Em 2008 iniciou-se o projeto Telegestore na Península Ibérica e tinha como objetivo instalar 13 milhões de equipamentos.

3.1.1.1 AMR

O AMR, conhecido como leitura automática de medidores, foi criada nos anos 80 e era o modo de medição utilizada antes do projeto Telegestore e, segundo a Demand Response e Advanced Metering Colition é um “sistema em que o uso agregado de kWh, e em alguns casos a demanda, é recuperada por meios automáticos”, inclui os equipamentos unidirecionais, sistemas dial-up, dispositivos portáteis de entrada de leitura e sistemas baseados em toque. Não apresentam meios para envio de mensagens de comando e controle. Os dados são coletados mensalmente e, em raras vezes, diariamente.

3.1.1.2 AMI

A Infraestrutura de Medição Avançada, também conhecida como AMI, começaram a aparecer em 2005 e apresentam todas as funcionalidades de um sistema AMR. Esse sistema é o utilizado nas Smarts Grids e no projeto Telegestore.

Com esse sistema pode ocorrer as informações em tempo real, pois é mais automatizada que a AMR. O Comitê Federal de Regulamentação Energética definiu AMI como “um sistema de medição que registra o consumo do cliente de hora em hora ou com mais frequência e fornece transmissão frequentemente através de uma rede de comunicação para um ponto central de coleta”. Necessita da utilização de uma largura de banda maior que a do AMR e uma transmissão para que ocorra o gerenciamento de resposta/carga de demanda e a automação da distribuição. Normalmente as informações apresentadas são mais detalhadas como uso acumulado e diário de kWh, pico de kW, perfil de carga, tensão, voltagem e quedas no sistema.

3.1.1.3 AMI x AMR

A AMR tem poucas vantagens se comparada com a AMI, com um bom departamento de medição e faturamento, os drivers apresentados são limitados com uma melhor precisão de faturamento e uma redução de tempo e despesas de leitura, seu propósito na época em que foi criado era diferente do atual. É possível, em alguns sistemas AMI migrar para AMR.

Já a lista de vantagens do sistema AMI é maior, podendo ser utilizado desde engenharia e operações até os departamentos de gerenciamento e planejamento, ajudando com ferramentas de melhorar o atendimento e, conseqüentemente, a satisfação do cliente. Normalmente não é o driver primário para os utilitários de medição. O sistema apresenta mais confiabilidade, segurança e eficiência. Com esses medidores os consumidores podem gerenciar melhor o custo de eletricidade.

3.2 SMART GRIDS ATUALMENTE

Atualmente está cada vez mais comum ver cidades que estão em processo de se tornarem Smart Citys. Em Curitiba, entre os dias 28 de fevereiro e 1 de março de 2018, ocorreu a primeira edição da SmartCity Expo Curitiba, mostrando que cada vez mais está sendo discutido sobre o assunto no Brasil e no mundo, pois exposições como esta vêm ocorrendo desde, pelo menos, 2013 pelo mundo, já tendo edições em Bogotá (Colômbia), Kyoto (Japão) e Istanbul, na Turquia. Ainda nesse ano irá acontecer a SmartCity Expo World Congress em Barcelona onde serão apresentadas todas as novidades dessa área e tem como missão capacitar as cidades e é dedicado

a criar um futuro melhor para as cidades e seus cidadãos. Sua primeira edição ocorreu em 2011 com 6160 visitantes.

3.2.1 No Brasil

No Brasil existe um programa chamado Projeto Estratégico de P&D – Programa Brasileiro de Redes Inteligentes que ocorre desde julho de 2010 e é conhecido como o primeiro projeto desenvolvido em um curto prazo, sendo feito em 12 meses. São sete os projetos pilotos presentes no Brasil, sendo um deles na Fazenda Rio Grande, em Curitiba, e é uma iniciativa do Governo do Estado e da Copel, foi escolhida a área do bairro Bigorriho pela alta densidade e visibilidade.

Também já existe Smart City, feita com esse propósito, conhecida como Smart City Laguna, localizada na região de Croatá em São Gonçalo do Amarante, no Ceará. Além dessas outras cidades são consideradas cidades inteligentes por apresentarem desenvolvimento econômico e aumento na qualidade de vida dos habitantes com a eficiência nas operações urbanas.

3.2.1.1 Programa Brasileiro de Redes Inteligentes

Foi criado para realizar a mudança do setor elétrico brasileiro para redes inteligentes, com uma padronização das tecnologias e metodologias, adequação da legislação e regulamentação e um programa de capacitação de mão de obra desde o nível básico até o avançado. O projeto foi desenvolvido pelos setores públicos e privados. O projeto foi dividido em 3 fases: diagnóstico da fase atual na época, desenvolvimento de modelos, conceitos e funcionalidades e a última fase era a de construção de cenários e propostas para o plano. Sua estrutura contava com sete blocos de pesquisas, são eles:

1. Governança e Integração do projeto: definir as motivações para implementar o projeto com Workshops e consolidação do relatório final.
2. Medição: desde os equipamentos até os impactos da implementação nos procedimentos internos. Focando desde dos fornecedores, produtos e tecnologias, regulamentação, legislação e tarifas, até o relacionamento com os clientes e os impactos ambientais que podem vir a ocorrer com a implementação.

3. Automação da Distribuição: focar nas principais linhas de pesquisas para arquitetura, funcionalidade, tecnologias e outros cenários relacionados.
4. Fontes de geração e sistemas de armazenamento distribuídas na rede e veículos elétricos e híbridos plugáveis: construção de cenários para implantação de sistemas de geração e armazenamento, sendo a etapa todas em 30 anos e com duas intermediárias de 10 e 20 anos. Considerar a possível utilização de veículos elétricos e híbrido. Será colocada as tecnologias que serão utilizadas, investimentos, impactos no setor elétrico e na matriz energética e resultados sociais, assim como recomendações para futuras melhorias e instalações.
5. Telecom, TI e Interoperabilidade: alternativas, modelos e tecnologias de rede de telecomunicações e de computadores, para as áreas de medição, automação, gerência de distribuição e armazenamento de energia, oferta de serviços e multimídia para o usuário final.
6. Políticas públicas: estabelecer objetivos de programa de governo a partir dos resultados das pesquisas realizadas com foco em elaboração e implementação de políticas para a transição para uma rede inteligente.
7. Perspectiva do consumidor: identificação das principais mudanças e dos novos serviços e facilidades que serão proporcionadas com a mudança, identificação das expectativas, receptividade e modelos regulatórios, financeiros e fiscais para incentivo.

O projeto teve a participação de 110 pesquisadores dos parceiros e instituições de desenvolvimento e mais de 90 profissionais das empresas cooperadas. O programa foi concluído em setembro de 2011, finalizando com um workshop. Em seu desenvolvimento foram realizados 62 relatórios e 12 workshops, também foi escrito dois livros de registro e gestão de conhecimento, sendo um técnico e um institucional. O projeto foi feito por três motivos: eficiência comercial e energética, segurança operacional e sistemática e sustentabilidade econômica e ambiental.

3.2.1.2 Smart Cities

3.2.1.2.1 *Smart City Laguna*

O Brasil conta com a primeira smart city do mundo com lotes a preços populares. Foi desenvolvida por um grupo de empresas italianas e será administrada pelo município de São Gonçalo do Amarante. O objetivo é que a população seja a propulsora da sustentabilidade e que possa ser acessível a todas as pessoas independente da renda apresentada. Bicicletas e carros serão compartilhados, energia limpa e reaproveitamento da água da chuva serão alguns dos serviços ofertados. Irá contar com área residencial, comercial e empresarial. Na área da sustentabilidade alguns pontos fortes são a utilização de pisos intertravados para asfaltar as ruas, painéis fotovoltaicos, sensores de luminosidade, ciclovias e hortas compartilhadas. O WI-FI será disponibilizado na cidade toda e tem um aplicativo onde pode controlar o consumo de água e luz, assim como comunicação com outros moradores e projetos e serviços disponíveis.

Será possível que até 25 mil pessoas morem na cidade e serão feitas em duas fases, a primeira com 1808 lotes e com 2400 casas já prontas e a segunda com previsão de entrega até dezembro de 2021 com 5251 lotes. No total serão investidos 50 milhões de dólares. Sua localização é conectada diretamente a rodovia BR-22, apresenta um total de 330 hectares e fica próxima do Porto do Pecém em Fortaleza, da Companhia Siderúrgica de Pecém e da Ferrovia Transnordestina.

3.2.1.2.2 *Outras cidades inteligentes*

Outras cidades são consideradas inteligentes no Brasil, porém não foram criadas com esse propósito. Atualmente são chamadas assim pelo desenvolvimento econômico com aumento na qualidade de vida, com soluções pensadas nos habitantes, utilizando a tecnologia e o aproveitamento de dados e recursos já disponíveis.

Em Barueri (SP) o fator principal que a tornou smart grid foi a economia. Isso ocorre por ser polo de empregos na área de serviços, negócios, logística e indústria. O projeto de implementação de redes inteligentes tem previsão de ser finalizada em 2019 com um plano de expansão e a empresa responsável é a AES Eletropaulo. Serão gastos 75 milhões de reais, beneficiando 62 mil clientes e 250 habitantes. Na área de segurança foi instalada uma tecnologia de análise inteligente onde é possível

configurar quando o alarme será disparado e tem uma área do Estado responsável por cuidar do monitoramento. Já no campo da saúde foi criado um sistema em que é possível ver com facilidade todo o quadro da população desde o início do sistema, independente de qual hospital tenha sido tratado anteriormente.

A cidade de Santos (SP) vem investindo cada vez mais em inovação, tecnologia e infraestrutura. Atualmente faz uso de um sistema digital chamado SIGSantos, que mapeia a cidade e ajuda a prefeitura para saber o que é necessário melhorar por meio dos dados apresentados. Ocorre uma atualização diária e apresenta dados de projetos, estatísticas e dados públicos. A segurança fica por conta do sistema Detecta, com a utilização de câmeras espalhadas pela cidade. Para realmente se tornar uma cidade inteligente está apostando no projeto Startup Cidadã com maratonas de 30h para a população ajudar no desenvolvimento de soluções tecnológicas para o dia a dia e melhorar o serviço público. Está sendo criada a implementação de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e expansão das ciclovias.

Tubarão, em Santa Catarina, possui uma usina solar que tem potência fotovoltaica de mais de 3 mil mK, com 19 mil painéis solares. As usinas eólicas presentes na cidade geram uma potência de 2,1 mil mK. Ambos fazem parte do projeto Cidade Azul focado em geração de energia renovável e teve investimento de 30 milhões de reais e gera energia para 2,5 mil residências. Segundo a Connect Smart Cities 2017, Tubarão está entre as 100 cidades mais seguras do Brasil.

Em São Paulo, a cidade de Vinhedo, foi uma das primeiras cidades no Brasil a instalar um sistema de monitoramento nas entradas e saídas da cidade, com câmeras, sendo possível identificar carros furtados e identificar quem fez. O sistema Soluções Integradas Municipais (SIM) é responsável pelo atendimento ao público, sendo possível reportar problemas, fazer cadastro para utilizar a internet disponibilizada pelo governo, uso de piscinas municipais e inscrição de crianças nos Centros de Educação. Além de ter uma área reservada para abertura e empresas. Em 2017 estava em diálogo a possibilidade de se tornar um município do Plano Nacional Internet das Coisas.

3.2.2 No mundo

Em 2017 foram realizadas diversas listas de cidades mais inteligentes no mundo, entre elas da Forbes e da Responsible Business. Algumas das cidades apresentadas são:

1. **Singapura:** tem um projeto chamado Smart National Singapore, onde alguns dos principais pontos são a National Digital Identity para transações digitais, e-Payments para pagamentos de forma mais simples e com maior segurança, Smart National Sensor Platform com implantação de sensores e outros dispositivos IoT, Smart Urban Mobility para melhorar o transporte público por meios de dados e Moments of Life para serviços do governo para todas as fases da vida dos cidadãos.
2. **Seul:** alguns especialistas consideram Seul a cidade mais inteligente, isso ocorre, pois, a cidade tem dispositivos inteligentes em todos os locais, iniciando com um projeto do governo de distribuir dispositivos de segunda linha para os moradores de baixa renda e incentivando com redução fiscal a doação dos antigos equipamentos de quem for comprar novos. Além de oferecer cursos sobre tecnologia inteligente desde 2009. Seul instalou entradas que se carregam para que os ônibus utilizem menos bateria, pois captam as que vem do asfalto. Apresenta o serviço de segurança u-Seoul desde 2008, onde pode-se monitorar quem estiver com o equipamento sobre sua localização e avisar ao responsável se sai da área de segurança brevemente estabelecida. Prezam por uma governança aberta com dados abertos para toda a população e apresentam lojas virtuais, como mercados e máquinas de comidas nas ruas desde 2011, os produtos são comprados com a leitura do QR code.
3. **Copenhagem:** apresenta o projeto Copenhagen Solutions Lab, os temas apresentados são: Pessoas e Fluxos, Serviços Digitais, Operação e Supervisão por Computador, Meio Ambiente e Clima e, o último é Vida Leve e da Cidade. Algumas das funcionalidades apresentadas são as plataformas de dados formada por Open Data DK, com todos os dados da cidade, Select for Cities, plataforma IoT com previsão de investimento de 5,6 milhões de euros até 2020 e a City Data Exchange, com a ideia de todas as empresas, independentemente do tamanho, universidades e o setor públicos consolidem diversas fontes de informações.
4. **Amsterdã:** com o seu programa Amsterdã City realizam projetos em diversas áreas desde Infraestrutura e Tecnologia até Cidadãos & Vida. Assim como as outras cidades, Amsterdã apresenta uma plataforma para dados. Apresenta uma plataforma chamada Amsterdecks para monitoramento da

qualidade da água e o IoT Living Lab com fornecimento de plataforma IoT e plataforma Open Data para inovações.

5. **Stockholm:** projeto Stockholm Stad, vem sendo implantada desde 3 de abril de 2017 pelo Conselho Municipal e tem a meta de tornar a cidade mais inteligente até 2040. Prevê tornar a cidade mais sustentável, inovadora e abrangente. Irá ocorrer por meio de serviços digitais inovadores, abertura e conectividade, utilizando IoT e Big Data e o aumento da abertura de dados.

4 OS PRÓXIMOS ANOS DAS SMART GRIDS

Muito se discute sobre o que irá ocorrer com as Smart Grids no futuro. A maioria das opiniões falam apenas o que irá ocorrer até 2020, porém o estudo realizado pela Bloomberg New Energy Finance escreveu o que acreditam que irá ocorrer no setor de energia elétrica até 2040.

4.1 SEGUNDO ANDRES CARVALLO E JOHN COOPER

Para Carvallo e Cooper, autores do livro *The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability*, algumas das áreas que irão ocorrer avanço são:

1. Eletricidade e Construção Inteligente e Eletrodomésticos: resposta a demanda. Adesão dos clientes em diminuir o consumo nos horários de pico, com o início de programas responsáveis por esse incentivo, incluindo a mudança no preço em relação ao tempo de uso. Até 2020 a quantidade de megawatts de resposta de demanda será aumentada, compensando a construção de uma usina de médio porte para muitas concessionárias. Além disso será confiável e previsível para recursos integrados.
2. Consumidores e Prosumers: geração distribuída. Conversa sobre resíduos em energia se tornarão mais valorizadas para uma empresa pública atingir os objetivos ambientais.
3. Eletricidade e Transporte: veículos elétricos. Acredita-se que irá ocorrer um aumento de 35% na compra de veículos elétricos e que em 2020, em uma cidade de 1 milhão de habitantes, terá aproximadamente 200.000 veículos elétricos por dia circulando. As linhas ferroviárias usarão a eletricidade como crescente substituto do diesel.
4. Eletricidade e Armazenamento: armazenamento de energia. Várias novas formas começarão a ser viáveis para as concessionárias, porém não para tudo e algumas continuaram onde estão por causa das mudanças rápidas que ocorrem e ainda ocorreram quanto ao armazenamento de energia.

Todas as infraestruturas se beneficiam não apenas do acesso a tecnologias digitais revolucionárias, com novos dispositivos surgindo a cada dia, mas também dos avanços nas tecnologias de rede que permitem que as informações fluam de volta para o consoles de

gerenciamento, bancos de dados e servidores, onde dados são manipulados com novos dados software analítico para fornecer insights nunca antes disponíveis. (CARVALLO;COOPER, 2004).

4.2 SEGUNDO CHRISTINE HERTZOG

Christine Hertzog, consultora técnica sênior em programas de pesquisas TIC e Segurança Cibernética, mestre em Ciências em Telecomunicações pela Universidade do Colorado Boulder e escritora do livro Smart Grid Dictionary, escreveu para página GreenBiz, 5 previsões que ela acredita que irão ocorrer até 2020, tanto em avanço tecnológico, quanto para possíveis cidades que se tornarão inteligentes. As apostas dela são de que a Califórnia irá chegar ao objetivo de 33% de fontes renováveis de eletricidades, com o fluxo bidirecional de eletricidade da rede inteligente dando um grande salto. A estratégia de mudança de redes irá se tornar prioridade com a combinação de Smart Grids com proteção de redes, reduzindo interrupções e/ou acelerando a recuperação de serviço ao ocorrer uma queda por causas naturais ou humanas.

Como as concessionárias consideram o endurecimento da rede, as cidades definem o que ser uma cidade inteligente realmente significa.

As cidades inteligentes não são inteligentes se sua infra-estrutura crítica depende de redes frágeis de transmissão ou distribuição. O planejamento de resiliência é grande para municípios menores e agências governamentais regionais. (HERTZOG, 2014)

Um problema apresentado por Hertzog são as ameaças apresentadas por meio de consumidores aos serviços públicos, isso ocorre motivado pelas concessionárias que demoram a perceber a importância da boa relação com o consumidor, esses irão se sentir atraídos por negócios que oferecem justificativas financeiras exclusivas. É necessário que novos padrões sejam feitos mundialmente para integração de micro redes e outros modos de armazenamento e a geração independente de energia bidirecional para redes de distribuição de serviços públicos.

4.3 SEGUNDO ESTUDO DA BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE

Segundo a previsão do New Energy Outlook (NEO, 2017), relatório em que se avalia o futuro da energia elétrica, com a combinação de mais de 65 especialistas em

tecnologia em 12 países com avaliação dos fatores econômicos e pontos de inflexão do setor até o ano de 2040, o avanço está ocorrendo de forma cada vez mais rápida. Foram 29 pontos brevemente comentados, alguns mais específicos de onde vai ocorrer e outros mundialmente.

Alguns pontos importantes são: a demanda de energia irá crescer 58% até 2040, o equivalente de aproximadamente 2% ao ano. Um total de 10,2 trilhões de dólares serão investidos em novas formas de geração de energia, aproximadamente 400 bilhões ao ano. Sendo 72% energia renovável (7,4 trilhões de dólares), a energia eólica e solar irão representar 34% da geração de eletricidade. Alcançando um total 74% de penetração na Alemanha, 38% nos EUA, 55% na China e 49% na Índia.

Na Austrália irá ter um dos sistemas de eletricidade mais descentralizados, sendo 45% da capacidade de geração de energia por meio de medidores. O crescimento europeu no investimento em energia renováveis (40 bilhões de dólares ao ano), 2,6% ao ano, aproximadamente, chegando até 2040 em um total de 1 trilhão de dólares investidos. Irá ocorrer um investimento total de quase 1,5 trilhões de dólares em energias renováveis entre os anos de 2017 a 2040.

5 ELETRICIDADE E TELECOMUNICAÇÕES

A invenção do telefone só foi possível por causa da energia, assim como as usinas elétricas, linhas de transmissão e linhas de distribuição dependia das telecomunicações, como a telegrafia de redes. Nos anos 90 a indústria elétrica se tornou a principal beneficiária das redes de telefones e TI. Também foi quando emergiu a construção de data centers com acesso pronto para uma comunicação mais barata e com uma qualidade melhor.

Com o tempo a relação das duas tecnologias só aumentou. Nas duas últimas décadas a utilização de fibras ópticas para melhorar a infraestrutura de rede sem fio ou de cobre para banda estreita para melhor utilização do SCADA. Com isso muitos líderes de serviços públicos perceberam uma oportunidade na área de telecomunicação como nas torres, postes, fios de cobre e de fibra, com isso foi criada a unidade de Telecom (UTelcos).

Uma das grandes vantagens de usar Smart Grid é a utilização da área de telecomunicações implementada no sistema para ocorrer a troca de dados em tempo real com um protocolo de segurança sem brechas. A modernização deve ocorrer nos softwares de gestão e na capacidade cibernética de dados.

O uso de protocolos dinâmicos e de uma automação do sistema será cada vez mais frequente, fazendo com que o consumidor possa acompanhar os gastos e informar o quanto quer gastar. A utilização de aplicativos onde apenas quem apresenta a utilização de determinada Smart Grid com usuário e senha, faz com que as informações sejam guardadas de forma mais segura.

A autorecuperação entra na parte de telecomunicações, pois irá mostrar exatamente onde ocorre o erro e fazer desvio pré-estabelecidos pelo computador responsável por aquela área. Assim como uma maior facilidade de corrigir os problemas detectados com um menor transtorno para os usuários e mesmo as concessionárias.

Segundo o National Institute of Standards and Technology (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia) do Departamento de Comércio dos Estados Unidos, um dos maiores problemas das Smart Grids é a falta de infraestrutura das redes de comunicação, com isso a segurança ainda é relativamente baixa para poder trafegar certos dados. Outro ponto que foi descrito é que os projetos estão focando mais em

ampliar a tensão sincronizada e medição de ângulos para que ocorra uma maior segurança e menor tempo de interrupções.

Existem três domínios principais das redes de Smart Grids: de alta voltagem para a eletricidade, a rede de média tensão para distribuição de energia elétrica e a rede de alta tensão chegar eletricidade até o usuário final. Em redes de baixa tensão a medição inteligente é importante pois contribui com a transmissão de dados de consumo e de geração de energia para as concessionárias e informações para os contadores inteligentes.

As tecnologias em telecomunicações utilizadas em aplicativos de medição inteligente são diferenciadas em com e sem fio. Um exemplo de rede com fio é a Power Line Communication, conhecida no Brasil por PLC, e é usada nas linhas de energia e não necessita de uma infraestrutura nova e são divididas em PLC de banda larga (BB-PLC) e em PLC de banda estreita (NB-PLC). Na tecnologia sem fio tem o wireless usado no celular, são divididos em dois links, o primeiro para transporte de dados do medidor para um concentrador de dados e o segundo conecta essas informações enviadas para o concentrado para o data center.

Muitos são ou foram os programas com foco principal na área de Smart Grid, principalmente na Europa. Um deles é o InovaGrid que ocorre em Portugal e tem como objetivo automatizar a gestão da energia, melhorando a qualidade do serviço e diminuindo o preço. Apresenta um total de 150 mil contadores inteligentes instalados.

Nos Estados Unidos foram instalados 75 milhões de medidores inteligentes até 2017 e a União Europeia espera instalar no mínimo 245 milhões de medidores até 2020 e acredita-se que Suécia, Finlândia, Itália e Luxemburgo já apresentam o total de 100% de medidores inteligentes no lugar dos convencionais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi de fazer uma análise geral da tecnologia Smart Grid assim como os projetos que estão ocorrendo para que as redes inteligentes sejam implementadas ao redor do mundo. Foi possível perceber que muitos projetos pilotos já foram realizados e agora estão em expansão para que ocorra de forma finalizada. Um ponto interessante foi o fato que na área de segurança ainda não se confia totalmente nessa tecnologia, mesmo sendo um dos objetivos.

Sua tecnologia final ainda não está totalmente finalizada e as normas de utilização estão ainda sendo feitas em muitas localidades. Houve maior dificuldade de mostrar exatamente onde se encontra a parte de telecomunicações nos projetos, pois se encontra em praticamente em todo o processo, sendo um dos fatores chaves para o bom funcionamento da tecnologia.

Para finalizar, foi possível perceber por meio das pesquisas que o Brasil ainda está muito distante de ser um país das Smart Grid, visto que as tecnologias ainda precisam avançar muito, se comparada a outros países que já apresentam um avanço grande com as redes inteligentes.

REFERÊNCIAS

3 EXEMPLOS DE SMART CITIES QUE VOCÊ PRECISA CONHECER. Disponível em: < <http://smartcitylaguna.com.br/3-smart-cities-voce-precisa-conhecer/> > Acesso em: 27 mar 2018.

Amsterdam Smart City. Disponível em: <<https://amsterdamsmartcity.com/projects>> Acesso em: 24 abr 2018.

ANDREADU, Nikoleta; GUARDIOLA; Miguel Olariaga; FULLI; Gianluca.

Telecommunication Technologies for Smart Grid Projects with Focus on Smart Metering Applications. Disponível em: < file:///C:/Users/natik/Downloads/energies-09-00375%20(2).pdf> Acesso em: 24 abr. 2018

Brief History of Smart Grid. Disponível em: <<http://www.assignmentpoint.com/science/engineering/brief-history-of-smart-grid.html> > Acesso em: 11 Abr. 2018

CAMARGO, Camila. **Smart Grid: a rede elétrica inteligente.** Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/internet/3008-smart-grid-a-rede-eletrica-inteligente.htm> > Acesso em: 14 mar. 2018.

Cambridge Dictionary. Disponível em: < <https://dictionary.cambridge.org/pt/>> Acesso em: jan a abr 2018

CARVALLO, Andres; COOPER, John. **The Smart Grid Edge Power Driving Sustainability.**

Copenhagen Solutions Lab. Disponível em: < <https://cphsolutionslab.dk/>> Acesso em: 11 abr. 2018.

Distribuição Inteligente. Disponível em: <<http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/estudos/reltec5.pdf>> Acesso em: 12 Abr. 2018.
Enel. Disponível em: < <https://www.enel.com/>> Acesso em: 23 abr. 2018.

HENBEST, Seb. Henbest: **Energy to 2040 – Faster Shift to Clean, Dynamic, Distributed.** Disponível em: < <https://about.bnef.com/blog/henbest-energy-2040-faster-shift-clean-dynamic-distributed/>> Acesso em: 22 abr. 2018.

HERTZOG, Christine. **5 smart grid and smart city predictions for 2020**. Disponível em: <<https://www.greenbiz.com/blog/2014/01/08/5-smart-grid-smart-city-predictions-2020>> Acesso em: 22 abr. 2018.

InovGrid. EDP Distribuição. Disponível em: <<https://www.edpdistribuicao.pt/pt/rede/InovGrid/Pages/InovGrid.aspx>> Acesso em: 12 abr. 2018.

KEHIND, Ehineni. **Electrical Grid.** Disponível em: <<https://www.studentenergy.org/topics/electrical-grid>> Acesso em: 20 abr. 2018.
Lawrence, Cate. **Is Seoul the world's smartest city?**. Disponível em: <<https://readwrite.com/2016/05/12/is-seoul-the-worlds-smartest-city-ct1/>> Acesso em: 20 abr. 2018.

Linkedin Christine Hertzog. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/in/christinehertzog>> Acesso em: 20 abr. 2018.

Network Operation Center (NOC). IP Telecom. Acesso em: 27 mar. 2018.

New Energy Outlook 2017. Bloomberg Nwe Energy Finance. Disponível em: <https://www.res4med.org/wp-content/uploads/2017/06/BNEF_NEO2017_ExecutiveSummary.pdf> Acesso em: 24 abr. 2018.

Plugging into a Decentralized Energy Future. Siemens. Disponível em: <<https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/energy-and-efficiency/future-of-energy-smart-grids.html>> Acesso em: 19 abr. 2018.

Redes Inteligente Brasil. Disponível em: <<http://redesinteligentesbrasil.org.br/#parana>> Acesso em: 18 abr. 2018

Relatório de Acompanhamento Setorial SMART GRID. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, março 2012. Acesso em: 27 Fev. 2018.

ROCHE, Jim; POWER, Cooper. **AMR vs AMI.** Disponível em: <https://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-13/issue-10/features/amr-vs-ami.html> Acesso em: 29 Mar. 2018.

ROCHE, Jim; POWER, Cooper. **AMR vs AMI.** Disponível em: <http://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-13/issue-10/features/amr-vs-ami.html> Acesso em: 21 de mar de 2018.

ROGAI, Sergio. **TELEGESTORE PROJECT: Progress & Results**. Disponível em: <<http://isplc2007.ieee-isplc.org/docs/keynotes/rogai.pdf>> Acesso em Abril 2018.

Select for cities. Disponível em: < <http://www.select4cities.eu/>> Acesso em: 9 abr. 2018

Smart City Laguna. Disponível em: <<http://smartcitylaguna.com.br/empreendimento/>> Acesso em: 18 abr. 2018.

Smart Grid Communicatons. NIST. Disponível em: < <https://www.nist.gov/programs-projects/smart-grid-communications-0>> Acesso em: 30 abr. 2018.

Smart Grid. Disponível em: < <https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/sites-tematicos/smart-grid/Paginas/default.aspx> > Acesso em: 9 de mar de 2018.

Smart Grid. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1256641/Relatxrio_GT_Smart_Grid_Portaria_440-2010.pdf/3661c46c-5f86-4274-b8d7-72d72e7e1157> Acesso em: 5 Abr. 2018.

Smart Grid. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/grad/13_1/smartgrid/historia.html> Acesso em: 2 Abr. 2018.

Smart Nation Singapore. Disponível em:< <https://www.smartnation.sg/about/Smart-Nation>> Acesso em: abril 2018.

SmartCity Expo Curitiba. Disponível em: < <https://www.smartcityexpocuritiba.com/>> Acesso em: 20 abr. 2018.

SmartCity Expo World Congress. Disponível em: <<http://www.smartcityexpo.com/en/home>> Acesso em: 20 abr. 2018.

Stockholms Stand. Disponível em: < <https://international.stockholm.se/governance/smart-and-connected-city/>> Acesso em: 18 abr. 2018.

_____, **Sensus. Create More Powerful Connections with Smarter Metering Infrastructure**. Disponível em: < <https://sensus.com/solutions/advanced-metering-infrastructure-ami/>> Acesso em: 23 de mar de 2018.

TEIXEIRA, Gabriela. **Além das capitais: 4 cidades inteligentes pelo Brasil.** Disponível em: < <https://descola.org/drops/alem-das-capitas-4-cidades-inteligentes-pelo-brasil/>> Acesso em: 27 abr. 2018.

The Smartest Cities in the World em 2017. Forbes. Disponível em: < <https://www.forbes.com/forbes/welcome/?toURL=https://www.forbes.com/sites/iese/2017/05/31/the-smartest-cities-in-the-world-for-2017/&refURL>> Acesso em: 17 abr. 2018.

Top 10 Smart Cities of 2017. Responsible Business. Disponível em:< <http://www.responsiblebusiness.com/channels/cities-urbanisation-news/top-10-smart-cities-2017/>> Acesso em: 17 abr. 2018.

WERNECK, Carolina. **Brasil terá primeira cidade inteligente do mundo com lotes a preços populares.** Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/haus/urbanismo/brasil-tera-primeira-cidade-inteligente-do-mundo-com-lotes-a-precos-populares/>> Acesso em: 17 abr. 2018.

What is the Smart Grid? U.S. Department of Energy, 2008. Disponível em:<https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html> Acesso em: 27 Fev. 2018.