

# SMART GRID: MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

ANUNCIAÇÃO, Marcelo Junior da<sup>1</sup>  
LIMA, José Ailton Gonçalves de<sup>2</sup>

## RESUMO

Neste artigo será exposto esse novo conceito de tecnologia, sua implantação, desenvolvimento, seus arranjos de integração, e qual a formação profissional necessária para manter o sistema funcionando. É fato que com o advento de novas tecnologias o Sistema de Energia Elétrica (SEE) está passando por grandes transformações no que diz respeito à geração de energia, pode-se dizer que essas transformações estão ligadas a modernização com inserção de novas tecnologias de geração, transmissão e distribuição, até a entrega da energia ao consumidor final. Com o intuito de promover a ideia de sustentabilidade em vista de que há uma grande preocupação com as alterações climáticas e os desgastes das redes elétricas existentes em função do tempo, surge um novo conceito que atende pelo nome de *Smart Grid*, (traduzindo para o português Redes Inteligentes) implantado na microgeração distribuída, que é o tema central da nossa discussão. Para possibilitar que o consumidor final seja participativo no que diz respeito à produção de energia elétrica do sistema elétrico no qual ele é usuário.

**Palavras chave:** Transformações. Redes inteligentes. Microgeração. Usuário.

## 1 INTRODUÇÃO

Há vários anos o sistema elétrico brasileiro vem dando sinais de saturação, onde a demanda é maior que a produção de energia, tornado as etapas de fornecimento cada vez mais onerosas e caras. Diante desse cenário surgem novas ideias e opções de geração de energia, que estão em intensa propagação no território nacional e porque não dizermos em todo mundo. Uma dessas opções é

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica pela UNINTER.

<sup>2</sup> Especialista em Inovações no Ensino de Matemática pela UNICESUMAR, Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário UNINTER, Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade Estácio de Curitiba, Orientador de TCC no Centro Universitário UNINTER, Professor na rede pública de ensino, Professor corretor de provas discursivas EAD e presencial no Centro Universitário UNINTER.

modelo descentralizado mais próximo da carga, caracterizado como geração distribuída e esta aliada com o conceito de controle que atende pelo nome de *Smart Grids* ou traduzindo para português Redes Inteligentes, as quais serão objeto desse estudo.

O intuito do artigo é tratar do método de geração de energia com fontes geradoras instaladas nas residências em conjunto com as redes inteligentes, onde o consumidor final se torna o fornecedor de energia para o sistema elétrico, esse meio de produção é chamado de microgeração, de modo que o cliente produz sua própria energia e o excedente distribui através do sistema elétrico onde está conectado.

Para que esse processo aconteça, são necessárias algumas normas e critérios técnicos serem atendidos, conforme determina a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de acordo com que estabelece a Resolução Normativa nº 482 (abril de 2012) da mesma. Essa resolução normativa determina os vários critérios para que o consumidor possa se tornar um microgerador de energia, definindo regras e limites para poder se conectar e distribuir energia ao sistema elétrico.

Essa a diversificação da matriz de energia elétrica do País apesar de ser pouco expressiva ainda, deu um horizonte e ótimas perspectivas para produção de energia autossustentável no Brasil. Pois as usinas hidroelétricas encontram-se no seu limite máximo de produção, o que resta da maior parte do potencial hidroelétrico se encontra na Amazônia, longe dos grandes centros de consumo do País, dificultando o seu transporte. Além disso, as concessionárias encontram outra dificuldade importante para construção de grandes usinas hidroelétricas, que é a construção de grandes reservatórios artificiais, isso envolve questões ambientais e sociais, devem ser respeitadas, porém torna demorada a conclusão desses projetos, tanto pelo seu tamanho, quanto para o cumprimento das questões legais que envolvem a obra. Também é importante mencionar o elevado custo para produção de energia elétrica pelas concessionárias e grande carga tributária embutida na conta de luz. O que leva cada vez mais para o caminho das energias renováveis autossustentáveis, produzidas em pequenas fontes geradoras distribuídas.

## **2 NORMATIVAS DA AGENCIA NACIONAL REGULADORA ANEEL E CRITÉRIOS DE IMPLANTAÇÃO DA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA.**

O cenário atual da produção de energia sustentável está em destaque, tanto é que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem dado suporte e atenção, publicando resoluções que atendam esta classe de consumidores. De acordo com a resolução da ANEEL (482/2012), permite que pequenos consumidores possam gerar sua própria energia desde que sua origem seja de fontes renováveis, para atender suas demandas internas de consumo e até exportar o excedente de sua produção. Isto faz com que haja um grande estímulo para este tipo de geração de energia. Ainda essa resolução determina, que as distribuidoras adequem os critérios de atendimento para tais consumidores em seus sistemas comerciais. E elaborem ou revisem normas técnicas para tratar do acesso de microgeração distribuída, que seja publicado as referidas normas técnicas no seu endereço eletrônico, usando como referência os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), as normas técnicas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

Nos termos técnicos segundo a resolução da ANEEL (482/2012), os acessantes assim identificados, deverão atender algumas definições de potência instaladas em suas residências, com isso a distribuidora identificará e definirá qual o tipo de geração distribuída eles pertencem. A microgeração distribuída, conforme disposto nesse regulamento estabelece que, o acesso ao sistema elétrico como central geradora de energia elétrica, tendo como fontes utilizadas para geração a energia hidráulica (mini-hidrelétrica ou CGH-Centrais Geradoras Hidráulicas limitadas à potência de 75kW), solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, a potência instalada deverá ser menor ou igual a 75kW e estar conectada à rede de distribuição elétrica através das instalações das unidades consumidoras. Por consequência da criação de diretrizes e condições para implantação desse modelo de geração, houve um grande avanço no processo, de forma que tornou o caminho mais seguro para quem decidir optar pela microgeração distribuída.

## **2.1 Microgeração e *Smart Grid* junção perfeita**

O termo compreendido *Smart Grid* é baseado na utilização das tecnologias de computação, automação, monitoramento, comunicação e controle de sistemas de

energia das redes elétricas, permitindo estratégias que otimizem e controlem toda a rede elétrica de maneira eficiente, sobressaindo os atuais meios de controle dos sistemas elétricos e afins.

As redes inteligentes integram um caminho que opera em duas direções, entre os diversos meios de produção energéticos coordenados por meio uma rede de internet, tem as centrais para o monitoramento, sendo que essas exercem um papel fundamental, pois é por elas que os acessos serão feitos em tempo real a fim de identificar os problemas que por ventura surgirão.

Dessa forma, quando vier a ocorrer um problema é possível monitorá-lo remotamente, com a possibilidade de ilhar apenas o ponto certo onde ocorreu a falha. Esta junção entre redes inteligentes com a microgeração distribuída é um casamento de sucesso.

Nos últimos anos em virtude de razões de ordem ambiental, políticas governamentais e avanços tecnológicos em função de promover a sustentabilidade, houve uma tendência em incorporar fontes de energia dispersas, particularmente as renováveis (fotovoltaica, eólica, etc.).

Segundo Falcão (2009, p. 2):

Uma das inovações tecnológicas mais promissoras propostas para implementação da *Smart Grid* são as Microrredes Inteligentes (*Smart Microgrids*), ou simplesmente Microrredes, as quais são uma forma eficiente de se conectar fontes de energia de diferentes tipos e capacidades, dispositivos armazenadores de energia e cargas especiais. Constituem um mini-SEE que pode operar de forma semiautônoma, conectado ao sistema da concessionária ou isolado. Utilizam dispositivos conversores, baseados em eletrônica de potência, para conectar e controlar as diversas fontes de geração e armazenamento de energia, assim como cargas especiais. Utilizam, também, tecnologia avançada de medição eletrônica, sensores distribuídos, comunicações digitais e computação, para a supervisão, controle da qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia e otimização de custos e emissões.

Ainda reforçando o conceito de redes inteligentes, podemos mencionar o exemplo de uma área de abrangência da *Smart Grid*, que é chamada REI, conforme cita GARRIDO (2008, p. 16):

As REI's podem ser definidas como redes de transmissão e distribuição de eletricidade que se move em dois sentidos, dos consumidores para a distribuidora bem como das distribuidoras para os consumidores. Não apenas transmitindo energia elétrica de forma pura, as REI's interligam essa transmissão com a utilização de comunicações através de banda larga, sensores e computadores garantindo uma melhor eficiência, confiabilidade,

transparência e segurança no fornecimento de energia.

## **2.2 Quem é microgeração distribuída e a integração com a *Smart Grid*?**

A microgeração distribuída é um segmento que foi criado em 2012, teve seus critérios definidos pela Resolução Normativa N°482/2012 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), onde passou a vigorar a partir de 17 de abril de 2012. Com a finalidade de libertar os consumidores dos cativos das distribuidoras de energia elétrica com concessões no país. Esta modalidade refere-se a pequenas centrais geradoras com potência instalada até 75 quilowatts (kW), um exemplo comum à ser visto instalado nas residências, são as fotovoltaicas, com captação de energia através de painéis solares.

Esse tipo de geração não permite a comercialização da energia produzida pelo sistema instalado na residência do consumidor, mas possibilita que o excedente produzido possa ser compensado em outra conta ligado em nome desse mesmo cliente (CPF ou CNPJ) e atendido pela mesma concessionária de energia elétrica de sua região, esse critério foi estabelecido pela Resolução Normativa N° 687/2015 da ANEEL, que alterou alguns itens da Resolução Normativa N° 482/2012 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

A tendência é de que futuro não distante as concessionárias de distribuição de energia elétrica no País, criem setores que façam a gestão das pequenas centrais elétricas de microgeração distribuída, utilizando o sistema de redes inteligentes (*Smart Grid*).

Segundo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE (2010, p. 94):

A introdução de fontes de energia com características de despacho diferentes das convencionais vão exigir o desenvolvimento de técnicas inteligentes de despacho, de forma a considerar suas características sazonais e intermitentes. Complementando a geração centralizada, a REI promoverá um crescimento da chamada Geração Distribuída (GD).

Com as transformações constantes das tecnologias, pode se afirmar que a geração distribuída chegou para ficar, em função de necessitar de uma pequena infraestrutura para instalação representado aspectos positivos para matriz energética nacional, reforçado pela pesquisa de Andressa (2019, p.4):

Para a sociedade, as fontes de GD trazem diversidade à matriz energética nacional, o que leva a uma maior segurança no suprimento de energia, já que o país não será dependente de apenas uma fonte. Ela também contribui para o atendimento da demanda crescente de energia no país, o que posterga a construção de novas grandes usinas de energia. Além disso, as fontes de geração distribuída apresentam um menor tempo de implantação e estão sujeitas a menor burocracia, devido a menores problemas políticos e ambientais.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) elaborou um gráfico no final de 2019, que indica quais as proporções de cada fonte geradora instalada no país e mostra uma perspectiva para 2050, de que grande parte da energia produzida, será proveniente da Geração Distribuída de acordo com as figuras abaixo:

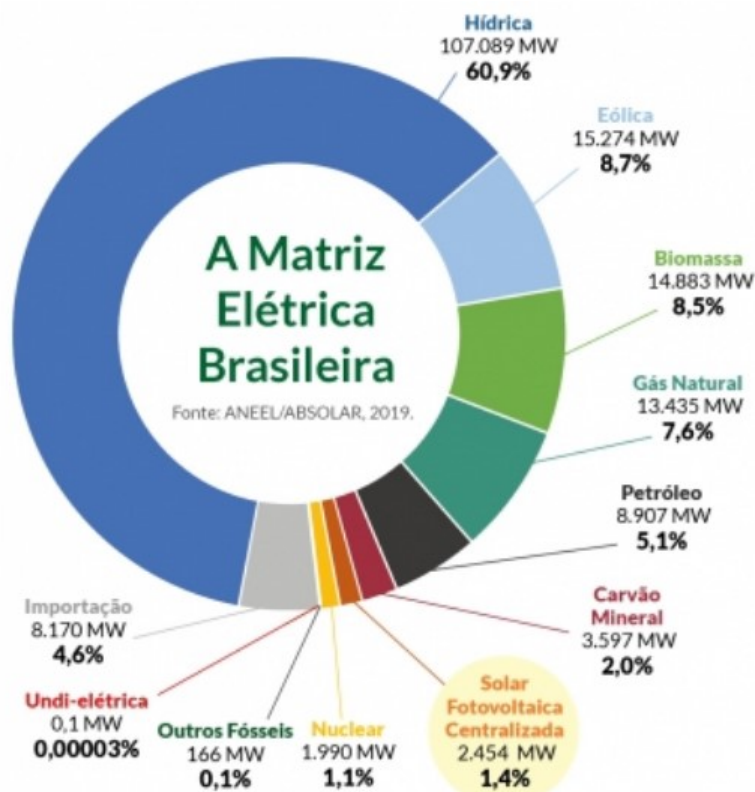


Gráfico 1: Matriz energética brasileira até 2019. Fonte ANEEL/ABSOLAR.

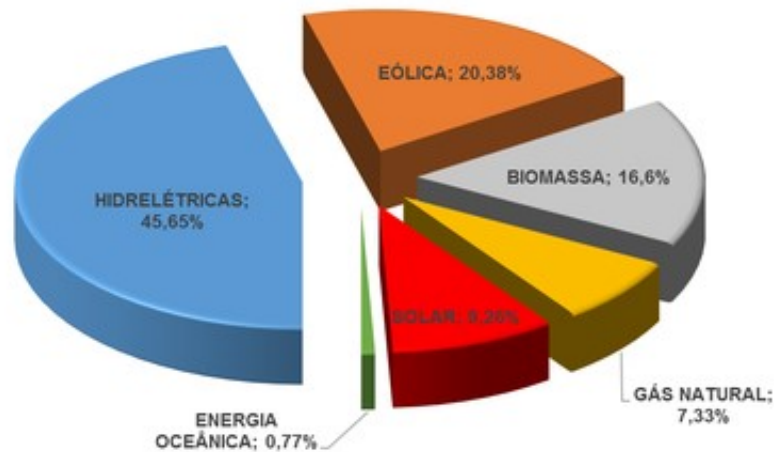


Gráfico 2: Perspectiva da evolução energética das renováveis para 2050, fonte ANEEL/ABSOLAR.

A rede de distribuição elétrica tradicional tem seu fluxo unidirecional de energia elétrica, segue um caminho da fonte geradora até a unidade consumidora. Com a instalação das redes inteligentes ou *Smart Grids* esse conceito será mudado, pois além de transmitir energia elétrica, esta tecnologia gera possibilidade de fluxo de dados nos dois sentidos, geradora-cliente, cliente-geradora. Sendo possível, por exemplo, o consumidor ficar informado sobre sua fatura em tempo real. Além de outras funcionalidades esse formato de integração, também permitirá haver interconexão das residências inteligentes que produzirão energia no modelo de microgeração distribuída, conforme podemos ver nas figuras a seguir:



Figura 1: Redes elétricas tradicionais.



Figura 2: Redes elétricas inteligentes.

### 3 METODOLOGIA

Geração Distribuída é o termo usado para exemplificar a geração elétrica produzida próximo ou junto à unidade consumidora, envolvendo uma série de equipamentos de controle, medição e comando, que são usados na articulação da operação das fontes geradoras. Podendo assim o consumidor ser autossuficiente no atendimento interno de sua demanda e inclusive fornecer o excedente de energia elétrica para distribuidora de sua localidade.

As redes inteligentes (*Smart Grids*) são redes elétricas nas quais ocorre uma convergência das tecnologias das redes de energia elétrica e redes de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), ou seja, as redes de energia elétrica e de TIC carregam, além de energia elétrica, dados que, mediante uma série de funções, permitem monitorar, supervisionar, controlar, proteger e atuar para uma melhor gestão do sistema (MOREIRA, 2017, p. 148).

Portanto, de acordo com as informações referenciadas sobre microgeração distribuída e *Smart Grid*, a metodologia utilizada tem sua base em pesquisas e estudo das operações do sistema como: critério de implantação e desenvolvimento, arranjo de integração (funcionamento) e treinamento para operação e manutenção do sistema. Desenvolvido de acordo com os tópicos a seguir:

#### 3.1 Sobre microgeração distribuída e *Smart Grid*



O futuro é agora, a microgeração distribuída em junção com *Smart Grid*, é o caminho para eficiência do sistema elétrico. Suas características produzem um ganho financeiro para consumidor em função da redução na conta de energia elétrica, além disso, serve como instrumento de conscientização e condução a mudança no comportamento dos consumidores, incentivando o uso racional de energia observando à sustentabilidade e mudanças climáticas.

A arquitetura da *Smart Grid* pode ser fragmentada em sete principais domínios: geração, transmissão, distribuição, consumo, operação, mercado e provedor de serviços. Ainda dividindo mais um nível da arquitetura, então ficaria disposta em três camadas: camada de energia, camada de comunicação e camada de tecnologia da informação. Na sequencia poderia ser dividida nas duas últimas camadas que são as que geram a infraestrutura para a camada de energia e a que transformam a rede inteligente. A geração distribuída em conjunto com rede *Smart Grid* caracterizam se por ser digital, ter comunicação em duplo sentido, possuir sensoriamento, auto monitoramento, auto restauração, ser adaptativa, possibilitar o controle remoto e ilimitado, além disso, permite muitas escolhas para o usuário.

### **3.2 Estudo da integração das tecnologias**

O aspecto determinante para que se configure a integração de tecnologias é o fato de ter a presença da informação inserida no sistema elétrico. Para que aconteça esse evento de interação tecnológica geração distribuída e *Smart Grid*, a concessionária de energia elétrica local deverá realizar a substituição dos medidores convencionais unidirecionais eletromecânicos por medidores eletrônicos, que além de realizar a medição de consumo de energia elétrica, terá a capacidade de processar dados. A partir da coexistência mutua das tecnologias, é possível realizar á transmissão da informação por diversas redes de comunicação, abrangendo sistemas wireless (*WiFi*, *WiMax*, *Zigbee*, etc.), PLC (*Power line communications*), etc.

### **3.3 Aplicações das redes inteligentes *Smart Grid* na otimização da microgeração distribuída**

A estrutura tecnológica estar baseada as novas aplicações na informação bidirecional e nos meios de comunicação de alta velocidade. Com a aplicação da tecnologia o sistema permitira o acompanhamento da interoperabilidade dos equipamentos, monitorando a ocorrência de falha, com informações detalhadas dos aparelhos.

Com a inteligência das redes integradas, torna viável à rede realizar a leitura instantânea de quanto está sendo produzido e gasto pelo consumidor, de forma que o consumidor possa se conectar e produzir ou somente consumir, possibilitando aos usuários creditar o seu excedente de energia elétrica para a concessionária, sendo calculado em tempo real com base no preço de mercado.

### **3.4 Critérios de implantação e desenvolvimento, arranjo de integração (funcionamento) e treinamento para operação e manutenção**

A concepção do empreendimento inicia a partir da formalização através de carta para consulta de acesso a distribuidora de energia elétrica, responsável pela concessão local. Onde o consumidor deverá apresentar o projeto elétrico do empreendimento, indicando qual o tipo da fonte geradora que pretende instalar, assim como demais informações para viabilidade dos estudos de acesso, sendo esses, arranjo físico, memorial de operação e diagramas unifilares, conforme normas regulatórias vigentes para à GD.

Após o período de análise e com aprovação do projeto, a concessionaria irá instalar o medidor bidirecional eletrônico, capaz de medir energia em ambos os sentidos de fluxo, dotado de registradores independentes para cada sentido de fluxo. Então a unidade consumidora é identificada com uma placa, informando que naquele ponto de atendimento possui geração distribuída.

A partir disso, será feito o desenvolvimento de uma rede estruturada que permite supervisionar de maneira segura e eficiente o sistema. A ideia é que cada residência possua seu próprio banco de dados e armazenamento, com detalhamento sobre o status da rede que está instalada nela. Com o software buscando informações, localizando e diagnosticando falhas, retirando a dependência da atuação humana, tornando o processo totalmente automatizado.

Para integrar os sistemas será necessário a instalar alguns equipamentos que farão a interligação do ponto de conexão da baixa tensão da rede de distribuição com a unidade consumidora, tais como sensores, relé eletrônico de proteção e acionamento, disjuntores eletrônicos, para atuarem no circuito sob o comando do sistema operacional.

A operação e a manutenção dessa tecnologia deverão ser realizadas por técnicos qualificados e capacitados. Essa formação será feita em etapas, de forma teórica e prática, dividida em cinquenta por cento para cada tipo de ensino. Com alguns dos escopos serem abordados no curso, tais como:

- Conhecendo o sistema energético;
- Estudo sobre padrões IEEE;
- Segurança das redes inteligentes;
- Quais os softwares serão utilizados;
- Infraestrutura da microgeração distribuída e Smart Grid;
- Identificação de falhas e defeitos das redes inteligentes;
- Recomposição do sistema, etc.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

É notório dizer que o planejamento de um sistema *Smart Grid* inserido em um contexto de microgeração distribuída, sendo fundamental para o sucesso do negócio. Pois requer definições de diversos fatores, tais como: escolher a melhor tecnologia a aplicar, quantidade e a capacidade das unidades, a localização mais adequada, a melhor maneira de interconectar com a rede, assim por diante. Também deverá ser levado em conta qual o impacto da microgeração distribuída, com relação às características operacionais do sistema, à vista disso é necessário considerar as perdas elétricas, a qualidade da energia e tipo de tensão, o sistema confiável, etc. Todas essas informações necessitam ser avaliadas adequadamente.

A partir desses fatores estabelecidos, entra no casamento com a tecnologia de redes inteligentes. Foram estabelecidos alguns critérios que deverão ser seguidos para que este sistema de geração distribuída com *Smart Grid* alcance os resultados esperados, como poderemos ver na sequência.

## 4.1 Implantação

Essa tecnologia leva o sistema elétrico a ter uma grande capacidade de reação diante eventos inesperados no sistema, isolando os eventos problemáticos, e preservando o resto do sistema até que a situação seja estabilizada, o sistema seja restaurado e volte a sua normalidade de operação.

Realizar ações que reduzem as paradas indesejadas nos serviços prestados aos consumidores, atuando como grande ferramenta para auxiliar as prestadoras de serviço na otimização e gerenciamento das suas infraestruturas e de seus usuários. Todo o processo de implantação requer atenção e um cronograma a ser seguido, tais como:

- Instalação da infraestrutura de dispositivos inteligentes que consiste em definir da tecnologia a ser empregada, onde é iniciada pela substituição dos medidores de energia convencionais por inteligentes e instalação dos equipamentos de automação.
- Instalação da infraestrutura de comunicações que deverá estar baseada em padrões certificados, exemplo IEEE. Será composto por equipamento que tenham disponibilidade de se conectar por meio de endereços de IP. Podemos comparar essa tecnologia a IOT (*Internet of Things*) ou traduzindo para português internet das coisas. É um sistema complexo que envolve várias dimensões de integração como; mercado financeiro; geração; transmissão; distribuição; operação; provedores de serviços e clientes dos sistemas entre outros, em função disso é fundamental que o serviço de comunicação tenha o funcionamento perfeito.
- Integração e interoperabilidade que atua quando houver interrupções do sistema estas serão identificadas com maior velocidade. A ideia é que as informações obtidas sejam em tempo real, com isso o isolamento do defeito ocorrerá de modo eficiente e será indicado o local exato onde está à área afetada. De forma que tenha um redirecionamento do fluxo de energia preservando assim uma maior quantidade possível de usuários atendidos.
- Disponibilização de ferramentas analíticas que deverão ser instalados em

softwares que realizem análise dos dados, para ter uma garantia da aderência do sistema a fim de prevenir e evitar riscos para os negócios. A partir da coleta de informações desses programas, será estabelecida a gestão estratégica para gerenciar, identificar, analisar e mitigar os possíveis riscos a segurança da atividade e os seus usuários.

- Otimização operativa desse sistema permite estabelecer e manter planos, gerenciar atividades, mantém a arquitetura de segurança cibernética, permitindo uma maior confiabilidade. Pois terá variáveis interconexão e uma série de alternativas de fontes de alimentação, que otimizaram a recomposição de toda estrutura em um tempo mais rápido.

## **4.2 Desenvolvimento**

Na corrida dos avanços tecnológicos a eficiência gerada pela utilização da *Smart Grid*, está além do que é visto hoje na rede distribuição elétrica tradicional, Os relatórios sobre as informações da rede tais como: consumo, horários de maior pico, ajudam a traçar o melhor perfil do consumidor tendo assim um melhor controle sobre a distribuição de energia e a otimização de recursos na aplicação do melhoramento do sistema elétrico.

Diante disso, aplicação na geração distribuída melhoraria a confiabilidade do sistema, devido aos diversos tipos de fontes de energia renováveis. Isso significaria, ter uma independência relacionada aos fatores e variações do clima, que em função das secas, ocorre a redução da capacidade das usinas hidrelétricas de gerar energia. Aplicando esse sistema, matriz energética proporciona a descentralização das fontes geradoras de energia elétrica e levando as para mais próximas das cargas, melhorando as perdas na transmissão e distribuição.

## **4.3 Arranjos de integração**

Com a introdução desse conceito *Smart Grid* ocorrerá uma união entre a infraestrutura de geração, transmissão, distribuição, geração distribuída, infraestrutura de comunicações digitais e processamento de dados.

Seu funcionamento se dará em um formato de Internet de Equipamentos, fazendo a interligação dos chamados *IEDs (Intelligent Electronic Devices)*, trocando informações e fazendo ações em seus segmentos, permitindo que haja o *self healing* (autorrecomposição) nas redes de energia elétrica.

As características atribuídas à *Smart Grid* são:

- Autorrecuperação: capacidade de automaticamente detectar, analisar, responder e restaurar falhas na rede;
- Empoderamento dos Consumidores: habilidade de incluir os equipamentos e comportamento dos consumidores nos processos de planejamento e operação da rede;
- Tolerância a Ataques Externos: capacidade de mitigar e resistir a ataques físicos e *cyber*-ataques;
- Qualidade de Energia: prover energia com a qualidade exigida pela sociedade digital;
- Acomodar uma grande variedade de fontes e demandas: capacidade de integrar de forma transparente (*plug and play*) uma variedade de fontes de energia de várias dimensões e tecnologia;
- Reduzir o impacto ambiental do sistema produtor de eletricidade, reduzindo perdas e utilizando fontes de baixo impacto ambiental;
- Resposta da demanda mediante a atuação remota em dispositivos dos consumidores;
- Viabilizar e beneficiar-se de mercados competitivos de energia, favorecendo o mercado varejista e a microgeração.

#### **4.4 Treinamento**

Em uma empresa o desempenho dos colaboradores é potencializado através de técnicas e procedimentos específicos de capacitação. O treinamento é uma ferramenta muito importante para manter-se atualizado em uma sociedade onde as mudanças tecnológicas acontecem em um ritmo acelerado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rede elétrica atual com passar dos anos se tornará obsoleta, seja pelo desgaste do tempo ou pela tecnologia ultrapassada e com perspectivas negativas para o futuro. Pois não terá capacidade de atender a crescente demanda de energia elétrica solicitada pelos consumidores e por esse fato haverá a necessidade de uma mudança no sistema elétrico, com a melhoria da rede.

As redes inteligentes estão no foco de estudos das empresas de energia elétrica, pelo fato dessa tecnologia apresentar muitos benefícios na sua aplicação, tais como: economia na produção e operação, redução dos impactos ambientais e este modelo é menos suscetível a falhas.

A integração das redes de energia elétrica com os sistemas de comunicação está provocando a interação de diversas áreas. Nesse contexto de interação tecnológica está inserido a microgeração distribuída, que levará a matriz energética a diversificar as fontes de geração de energia, com mais qualidade e sustentabilidade e descentralização da produção. A ideia é de que a rede elétrica e o sistema de dados coexistam, onde o velho sistema unidirecional passará a ser bidirecional, com fluxos de dados e de controles bidirecionais, o que levará a arquitetura do sistema energético a uma grande mudança. Sobre a geração distribuída com a interação e comunicação através da *Smart Grid*, os desafios são grandes, será preciso considerar aspectos como confiabilidade, segurança escalabilidade e gerência da rede. Portanto, é fundamental definir o tipo de arquitetura de rede e modelo de protocolo de comunicação para ser usado nas redes elétricas do futuro. Ainda em um horizonte mais amplo, essas novas soluções de rede elétricas inteligentes permitiram utilizar nos sistemas distribuídos à computação em nuvem que possibilita novas soluções de comunicação, otimizando o suporte das redes operadas por softwares.

O artigo demonstrou uma sucinta descrição sobre as tecnologias ligadas aos sistemas de energia elétrica, que viabilizam a inserção da microgeração distribuída e da *Smart Grid*. Essas tecnologias quando integradas produzirão um ambiente de grande potencial, melhorando e otimizando o desempenho dos sistemas, gerando confiabilidade, qualidade, economia, possibilitando que a operação do sistema seja realizada com maior facilidade, além disso, promovendo a sustentabilidade com o olhar nas questões ambientais.

## REFERÊNCIAS

BLANK. Bruna Luise. **Análise da coincidência entre consumo e geração considerando a adesão a diferentes modalidades tarifárias associadas à geração distribuída para consumidores residenciais**. Santa Maria. 2019. Disponível em: <[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19319/TCC\\_Bruna%20Luise%20Blank.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19319/TCC_Bruna%20Luise%20Blank.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em 26 de julho de 2020.

CARVALHO. Carlos Eduardo Cabral; GOES. Leonardo Mario Cavalcanti; LAMIN. Hugo; LEITE. Davi Rabelo Viana; MATTAR. Carlos Alberto Calixto; MELO. Djane Maria Soares Fontan; RAGGI. Livia Maria de Rezende; SALAES. Gustavo Mangueira De Andrade; VIERIA. Daniel. **Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012: Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 0004/2018-SRD/SCG/SMA/ANEEL**. Brasília. 2018. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/18485189/6+Modelo+de+AIR+-+SRD+-+Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida.pdf/769daa1c-51af-65e8-e4cf-24eba4f965c1>> em 26 de julho de 2020.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Redes Elétricas Inteligentes: Contexto Nacional**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2012.

DRIEMEIER. Luís Henrique. **Geração Distribuída**. Porto Alegre. 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24339/000736407.pdf?sequence=1>> Acesso em 25 de julho de 2020.

FALCÃO. Djalma M. **"Smart Grid e Microrredes: O Futuro já é Presente,"** Anais do VIII SIMPASE. Rio de Janeiro RJ, 9 -14. Agosto de 2009.

FERNANDES. Natalia Castro; LOPES. Yona; MUCHALUAT-SAAD. Débora Christina. **Geração Distribuída de Energia: Desafios e Perspectivas em Redes de Comunicação**. Disponível em: < <http://sbrc2015.ufes.br/wp-content/uploads/Ch2.pdf>> Acesso em 27 de julho de 2020.

GARRIDO, João. **Sistemas Energéticos para o Sector Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação**. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa. 2008.

MOREIRA. José Roberto Simões. **Energias Renováveis, Geração Distribuída e**



**Eficiência Energética.** Rio de Janeiro. Grupo GEN - LTC, 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO E FINANÇAS DA COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. NORMAS TÉCNICAS COPEL. **NTC 905100: Acesso De Geração Distribuída Ao Sistema Da Copel.** Curitiba. 2017.