

## Capítulo VI

# Digitalização do setor elétrico para empresas e pessoas

O mercado de energia tradicional está se transformando. Novas necessidades estão substituindo rapidamente um modelo de setor elétrico que surgiu durante o final do século XIX. Atualmente, conversas sobre mudanças climáticas, energias renováveis e consumo responsável de energia têm sido cada vez mais frequentes e cada vez mais escutamos sobre a descarbonização, descentralização e digitalização para aumentar a confiabilidade e a eficiência energética.

Descarbonização, ou redução de gases do efeito estufa, é a primeira megatendência energética que, esperamos, deve ser alcançada até a próxima década. Isso está acontecendo porque pessoas, companhias e governos estão se comprometendo com a visão de que a mudança do clima é o maior desafio de nossos tempos. Além disso, as energias renováveis têm mostrado melhor custo-benefício.

A descentralização está relacionada ao acesso, bem como à confiabilidade da energia. Proprietários de negócios, governos, responsáveis por instalações, cada vez mais buscam controlar sua energia. Sem dúvida, uma revolução na forma como geramos, armazenamos, transmitimos e consumimos energia.

Eletricidade não é uma conveniência, é uma necessidade. Quando a energia é

interrompida, todos sofrem. Interrupções de qualquer duração são caras e perturbadoras. A interrupção de um segundo pode ser suficiente para paralisar linhas de fabricação, dispositivos eletrônicos sensíveis e sistemas de energia elétrica. As mudanças climáticas, o envelhecimento da infraestrutura e o crescimento da população continuarão a aumentar a pressão sobre estes temas.

Para garantir a continuação do suprimento de energia, comunidades e negócios, até mesmo proprietários de instalações estão investindo em tecnologias como geração eólica, geração solar e baterias, que permitem gerar, armazenar e consumir energia localmente.

Ou seja, o tradicional fluxo de energia unidirecional oriundo de grandes usinas de geração, chegando até os pontos de consumo, não é mais a única e exclusiva condição do sistema. Todo esse arranjo faz com que a todo momento e em todo lugar possa haver pontos de geração, armazenamento e consumo.

Para orquestrar todo esse arranjo, a digitalização aplicada aos sistemas do setor elétrico possui papel fundamental. A digitalização permite gerenciar esses dispositivos, fontes e cargas de forma rápida e eficiente, tanto por parte da oferta como no aspecto do consumo.

Os recursos relacionados à digitalização

podem ser aplicados em todos os pontos da cadeia, desde a geração até o consumo. Ao longo deste percurso encontram-se as empresas que atuam no setor elétrico e os consumidores. As empresas do setor elétrico possuem necessidades particulares relacionadas a suas operações e aplicam a digitalização para melhoria dos seus processos. Os consumidores, por sua vez, possuem a sua disposição recursos relacionados à digitalização para seu conforto e conveniência. Neste artigo, serão abordadas essas duas vertentes.

### DIGITALIZAÇÃO APLICADA PARA O SISTEMA ELÉTRICO

As empresas de geração, transmissão e distribuição já investem em digitalização no sistema elétrico há algumas décadas e esse tipo de investimento não tem previsão de fim, pelo contrário, só tende a aumentar e evoluir.

Até a década de 1980, os dispositivos de proteção e operação dos sistemas elétricos eram baseados em equipamentos analógicos e dependentes da intervenção do homem no ponto do sistema e no equipamento em que era necessária a atuação.

Ao longo da década de 1990, foi iniciado um trabalho intenso de digitalização dos sistemas de proteção, que antigamente eram

baseados em relés eletromecânicos, passando para relés digitais. A implantação dos relés digitais permitiu que fosse realizado o monitoramento remoto das instalações, com isso, além de monitorar, passou também a ser possível operar o sistema desse mesmo modo.

Nessa época, houve uma revolução na gestão das instalações elétricas. Por exemplo, as subestações de energia, que antes precisavam de operadores 24 horas por dia passaram a ter a possibilidade de ser totalmente tele assistida, sem que houvesse a necessidade da presença física de ninguém, em condições normais de operação.

Essa foi uma primeira grande onda de digitalização e que trouxe também uma grande preocupação com a virada do milênio. Havia uma grande dúvida de qual seria o comportamento dos sistemas digitais no momento em que houvesse a virada do ano de 1999 para 2000. Na época, não houve nenhum problema significativo com a operação do sistema elétrico em decorrência

do que ficou conhecido como “Bug do Milênio”, demonstrando a robustez desses sistemas.

As usinas de geração de energia elétrica também evoluíram nos últimos anos com a instalação de mais sistemas de controle e monitoramento, que fornecem dados de forma mais rápida e completa para a operação. Controle e monitoramento de reservatórios de usinas hidroelétricas, monitoramento das condições climáticas das usinas eólicas e solares, controles mais avançados de sistemas térmicos para usinas termoelétricas, enfim, uma série de recursos que permitem mais precisão e eficácia na operação das usinas.

As redes de distribuição têm passado por transformações digitais em um período mais recente. Ao longo da última década foi o período em que começaram projetos de caráter piloto nas redes com capacidade para tomar decisões sem a intervenção humana.

Esse tipo de recurso permite que, na ocorrência de falhas e desligamentos da

rede, em poucos segundos, o sistema toma suas decisões automaticamente para isolar o problema e reestabelecer o fornecimento para a maior parte da rede. Na forma tradicional, seriam necessárias algumas dezenas de minutos ou mesmo horas para fazer essa atividade.

Ainda no âmbito da distribuição, nos últimos anos, foram desenvolvidos projetos-piloto de medição e de monitoramento da rede, que agora estão passando para grandes escalas. Esses projetos têm substituído os tradicionais medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos. A partir do momento que o medidor é eletrônico, passa a ser possível a instalação de recursos de leitura remota, construindo assim uma grande rede interconectada.

Todo este cenário se insere em um contexto tecnológico que já avança há muitos anos, por meio do conceito de internet das coisas. O setor elétrico não está de fora dessa evolução tecnológica. Cada vez mais os dispositivos utilizados no sistema



## ROMAGNOLE SKID SOLAR

Contribuindo com a energia limpa do futuro.

A tecnologia do Skid RSS Power da Romagnole traz ao mercado de geração fotovoltaica a robustez e a qualidade exigidas pelas usinas reduzindo os custos de implantação e manutenção. Fornecido montado e pronto para o uso, seu projeto inovador permite que o equipamento seja totalmente personalizado para atender as demandas de cada cliente e das concessionárias de energia.

elétrico estão conectados a uma rede de telecomunicação, permitindo que eles sejam monitorados e operados de forma remota a partir de uma central de controle, ou, em alguns casos, até mesmo de forma autônoma.

Toda essa tecnologia e digitalização, por outro lado, expõe o setor elétrico a um risco que até então não existia, que se refere aos ataques cibernéticos. Tendo em vista que os principais dispositivos utilizados no sistema elétrico estão conectados a uma rede de telecomunicação, a sua “invasão” passa a ser um alvo de criminosos digitais.

Os ataques podem causar danos e indisponibilidades nos sistemas, podendo, no limite, fazer com que dispositivos instalados na rede elétrica operem de modo indevido.

Sem dúvida existem diversas formas e recursos para coibir e evitar esse tipo de problema. Contudo, o problema do crime cibernético é similar ao crime físico. Assim como pessoas mal intencionadas buscam diversas formas de contornar sistemas de segurança para realizar roubos e assaltos, realizados até mesmo em locais de elevado nível de segurança como nas agências bancárias, no mundo virtual não é muito diferente.

Apresentamos dois casos recentes que foram assumidos publicamente pelas companhias envolvidas. Em junho deste ano, a distribuidora Light, que atende parte do estado do Rio de Janeiro, incluindo a capital, foi vítima de um ataque que indisponibilizou seus sistemas comerciais. O ataque enviou um vírus de criptografia de dados, que, para serem descriptografados, precisavam de uma “chave digital” que os cibercriminosos estavam cobrando dinheiro para entregar, dinheiro esse a ser pago em criptomoeda, que é mais difícil de ser rastreada.

Em abril deste ano, o grupo Energisa, que detém a concessão de 11 distribuidoras contemplando estados como Tocantins, Mato Grosso e Sergipe, também admitiu que foi vítima de um ataque cibernético semelhante, que indisponibilizou parte de seus sistemas comerciais por aproximadamente uma semana.

Nos dois casos citados, não houve nenhum tipo de atuação indevida da rede elétrica, porém, assim como o ataque teve o foco nos sistemas comerciais, o alvo poderia ter sido sistemas técnicos, o que causaria um transtorno ainda maior para as companhias e para a sociedade em geral.

A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que entrou em vigor recentemente no Brasil, torna esse tipo de ataque ainda mais desejado por cibercriminosos, tendo em vista que essa lei impõem maiores responsabilidades para as empresas em caso de vazamento de informações pessoais, aumentando, portanto, o valor da importância da manutenção do sigilo dessas informações.

Abordando o aspecto da comercialização de energia elétrica, cada vez mais a digitalização se torna fundamental para esse processo. Um dos últimos avanços nesse sentido foi a aprovação da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) neste ano para que fosse instituído o balcão organizado de gestão de produtos financeiros relacionados ao mercado de energia.

Na prática, os recursos digitais permitirão que sejam criados produtos de derivativos de energia, quebrando um paradigma do setor elétrico em que todos os contratos transacionados sempre estão associados a um lastro físico, pois com isso passarão a se tornar apenas produtos financeiros. Essa mudança apenas é possível com os recursos de digitalização existentes.

## DIGITALIZAÇÃO APLICADA PARA OS CONSUMIDORES

Há uma grande diversidade de recursos energéticos e digitais que estão disponíveis para as pessoas comuns. Até mesmo para identificá-los, é importante mapear o universo destes consumidores. De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2020 da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, o Brasil finalizou o ano de 2019 com 85 milhões de consumidores de energia elétrica no Brasil, dos quais 73 milhões são residenciais.

O movimento que muitos países estão passando, e que o Brasil está apenas no início, refere-se ao fato que essas unidades poderão não apenas consumir energia, mas também produzir e armazenar. Vamos imaginar a mudança de escala dos recursos energéticos e seus impactos. Em uma consulta realizada no mês de setembro de 2020 ao site da Aneel, havia a indicação da existência de 8.996 usinas operando no sistema elétrico. O que acontecerá quando essa quantidade for alterada para a escala de milhões de fontes de geração que poderão existir nas instalações?

Esse movimento já começou no Brasil. Apesar de não termos atingido a escala de milhões, o número atual não é desprezível. Até agosto de 2020 já existia 291 mil unidades consumidoras no Brasil providas com sistema de geração de energia instalada. Esse número apresenta intenso crescimento, mesmo tendo sido afetado pela pandemia no ano de 2020. A Figura 1 ilustra o desenvolvimento dessa infraestrutura no País.

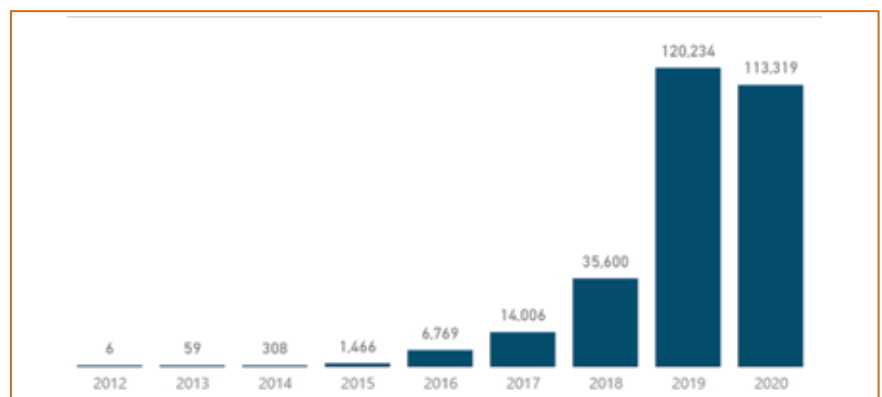


Figura 1 – Q quantidade anual de novas conexões de geração distribuída.  
Fonte: Aneel, atualizado até agosto de 2020

Certamente, para controlar todos esses recursos, haverá uma exigência muito intensa no estabelecimento de controles automatizados e integrados para assegurar a qualidade da energia. Atualmente, esse aspecto é de responsabilidade exclusiva da distribuidora de energia que atende cada consumidor, porém, à medida que o seu vizinho possa injetar energia na rede que influencia sua instalação, a complexidade desse cenário aumenta.

Muitos dispositivos injetando energia na rede também podem causar problemas de segurança e confiabilidade do sistema. Os sistemas de proteção precisarão de controles e ajustes específicos para tais funções. Essa complexidade precisará estar embarcada em sistema digitais com capacidade de processar um grande volume de dados em curtos períodos de tempo, para que sejam tomadas as melhores decisões para a operação do sistema.

A medida que esta transformação vai acontecendo, surge a real possibilidade de escolha entre oferta e demanda, que está dando aos consumidores de energia um papel de protagonismo e uma voz mais ativa, nunca antes ouvida, tornando os consumidores nos chamados “prosumers”, passando a ser gestores de sua energia.

A inovação digital mudou o mapa energético global, dando aos “prosumers” um controle preciso e dinâmico do destino da sua energia, à medida que avançam em direção a um futuro mais limpo, eficiente e sustentável. Consumidores de energia capacitados estarão em busca de mitigar as mudanças climáticas, além de ter mais autonomia, resiliência e otimização de custos.

Os sistemas digitais de controle desses recursos energéticos permitirão decidir se um sistema de geração existente em uma unidade consumidora deve armazenar parte do excesso de energia produzida no local, usando uma bateria, ou vendê-la de volta à concessionária.

Inclusive, abordando o aspecto da venda da energia, os recursos

digitais permitirão outras formas de comercialização. Atualmente, por exemplo, no Brasil toda a energia elétrica produzida em excesso pelas unidades consumidoras providas deste recurso apenas pode compensar o seu próprio consumo futuro ou compensar o consumo de outra unidade, dentro de determinadas condições relacionadas a propriedade da instalação.

Com mais recursos digitais, poderia ser possível que essa energia excedente fosse vendida para o sistema ou até mesmo para outros consumidores que estivessem dispostos a pagar por ela. Esse conceito é conhecido como Virtual Power Plant.

Apesar de não precisar que haja conexão física da rede elétrica entre essas fontes de geração, por meio de recursos digitais torna-se possível realizar a comercialização da energia excedente entre elas utilizando recursos de uma rede virtual.

Este tema é tão relevante e apresenta tamanho potencial de crescimento, que vem despertando o interesse de grandes empresas. Na Austrália, por exemplo, a Tesla está desenvolvendo um projeto de Virtual Power Plant, utilizando painéis

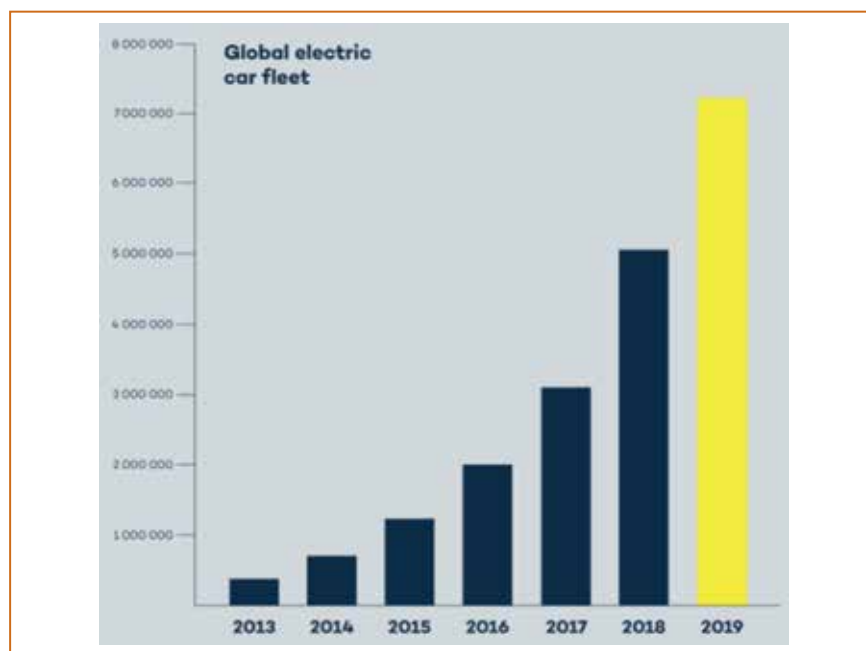
solares e sistemas de armazenamento. O plano da empresa é que em breve haja 50 mil residências Australianas com esse recurso.

Outro exemplo que promoverá uma revolução na forma de pensar do setor elétrico, será o advento dos veículos elétricos no Brasil. Em muitos lugares no mundo esse cenário já é uma realidade. A Figura 2 ilustra o crescimento da frota global de veículos elétricos.

No Brasil, o mercado do veículo elétrico ainda está em uma fase inicial de amadurecimento. Alguns avanços estão sendo notados na infraestrutura de recarga, que é fundamental para que possa haver condições de disseminação do veículo elétrico no país.

Por exemplo, no estado de São Paulo, o Grupo EDP iniciou um projeto em 2019 que instalará pontos de recarga nas principais rodovias do Estado, de tal forma que haja condições de realizar longas viagens nessa região.

O Estado do Paraná é outro exemplo em que é possível atravessar de leste a oeste, do Porto de Paranaguá até Foz do Iguaçu, com pontos de recarga espalhados ao longo de todo o percurso, conforme ilustra a Figura 3.



**Figura 2 – Frota de veículos elétricos no mundo.**  
Fonte: Virta Global



**Figura 3 – Pontos de recarga de veículos elétricos na BR-277 no Paraná.**  
**Fonte: Companhia Paranaense de Energia - Copel**

Com essa infraestrutura instalada, abre-se espaço para que a digitalização complemente a cadeia, pois é fundamental que os proprietários de veículos elétricos saibam onde estão localizados esses pontos de recarga.

Para atender a essa necessidade, já existe aplicativo de celular para indicar onde estão estes pontos. Com o passar do tempo esses aplicativos podem agregar recursos que melhoram a experiência dos usuários desses serviços.

A partir do momento que essa rede de recarga e a frota de veículos elétricos crescer no Brasil haverá mais fontes que estarão consumindo e até mesmo injetando energia na rede a todo o momento e em qualquer ponto, requerendo muito controle para a gestão desse recurso.

No aspecto comercial, a Aneel regulamentou a questão de recarga de veículos elétricos no Brasil e deixou livre o preço a ser cobrado pela energia para quem oferecer o serviço de recarga. Com essa abertura do regulador, os recursos digitais permitirão que futuramente novos

negócios surjam para a comercialização dessa energia requerida pelos pontos de recarga dos veículos elétricos.

Para que toda essa grande diversidade de recursos digitais tenha sua aplicabilidade é preciso conexão a internet. Em regiões densamente povoadas, em geral, isso não é um problema. Contudo, em regiões remotas, há carência de conectividade.

Para tratar essa carência, a empresa Starlink, do empresário Elon Musk, tem um ambicioso projeto de lançar 12 mil satélites que levarão internet para todo o mundo. E isso não é algo para o futuro, em setembro deste ano já havia 700 destes satélites em órbita provendo serviço de internet.

Desta forma, a digitalização efetivamente se torna um movimento acessível em todo o mundo e com uma grande diversidade de recursos para a população.

### CONCLUSÃO

Neste artigo foi possível observar

a grande diversidade de recursos, comodidades e tendências que já estão disponíveis ou que em breve farão parte de nosso cotidiano, baseado em tecnologias digitais aplicadas no setor elétrico. Esse cenário representa uma revolução que já está em andamento e que ainda trará muitas mudanças para todos nós.

Torna-se importante que todos estejamos antenados nessas mudanças para que possamos aproveitar o máximo que a digitalização nos proporciona, de forma que as empresas e a sociedade em geral possam usufruir de todos esses benefícios.

---

*\*Daniel Bento é engenheiro eletricista e membro do Cigré, onde representa o Brasil em dois grupos de trabalho sobre cabos isolados. Atua há mais de 25 anos com redes isoladas. Atualmente, é diretor executivo da Baur do Brasil.*

*Julio Martins é engenheiro eletricista com mais de 20 anos de experiência no mercado de energia (GTD). Atualmente, é vice-presidente na Schneider Electric.*