



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

GESTÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA

ENERGY SYSTEMS MANAGEMENT

Carlos Matheus Souza¹, Adan Lucio Pereira², Bruno Rocha Baggieri³ & Mariana Gentilia Littig Krugel Magioni⁴

^{1 2 3 4} Universidade Brasileira - Multivix Vitória.

¹ cmsouza1998@gmail.com ^{2*} adanlucio@gmail.com ³ brunokbo@gmail.com ⁴ marianalkm@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido em: 08.07.2019

Aprovado em: 23.07.2019

Disponibilizado em: 20.09.2019

PALAVRAS-CHAVE:

Empoderamento; Gestão Energética; *Smart Grids*.

KEYWORDS:

Empowerment; Energy Management; Smart Grids.

*Autor Correspondente: Pereira, A.L.

RESUMO

Este trabalho objetiva apresentar o conceito de empoderamento de demanda através de dados que compõem o gerenciamento de sistemas de energia no Brasil e no mundo. A análise parte do entendimento que a atual gestão energética do Brasil, que têm seu primeiro marco o Código de Águas em 1934, está tornando-se defasada com relação ao atual consumo da população brasileira, além de sua complexidade dos investimentos. A metodologia inclui uma pesquisa exploratória acerca da atual gestão aplicada em diferentes países e dos conceitos que envolvem o empoderamento de demanda. Os resultados destacam que adoção de políticas públicas de incentivo à geração de energia através de fontes renováveis e a implantação de *smart grids*, que irão trazer uma melhora significativa ao setor elétrico.

ABSTRACT

This paper aims to present the concept of demand empowerment through data that compose the management of energy systems in Brazil and in the world. The analysis starts from the understanding that the current energy management of Brazil, which has its first milestone the Water Code in 1934, is becoming out of date with the current consumption of the Brazilian population, in addition to its complexity of investments. The methodology includes exploratory research on the current management applied in different countries and the concepts that involve the demand empowerment. The results highlight that the adoption of public policies to encourage the generation of energy through renewable sources and the implementation of smart grids, which will bring a significant improvement to the electric sector.



INTRODUÇÃO

A energia é um dos pilares fundamentais da vida humana. A energia elétrica pode ser destacada como uma das principais formas de energia e pode ser classificada como energia secundária, visto a necessidade de utilizar outros tipos de energia para produzi-la. As transformações de trabalho gerado por energia mecânica (uso de turbinas hidráulicas e cataventos), transformações diretas de energia solar, transformação de trabalho resultado de aplicação de calor (gerado pelo sol, combustão, fissão nuclear ou energia geotérmica) e transformações de trabalho resultante de reações químicas, são os principais meios de se obter a energia elétrica. Desde o marco da Revolução Industrial, a relação entre consumo de energia elétrica e crescimento econômico é diretamente proporcional.

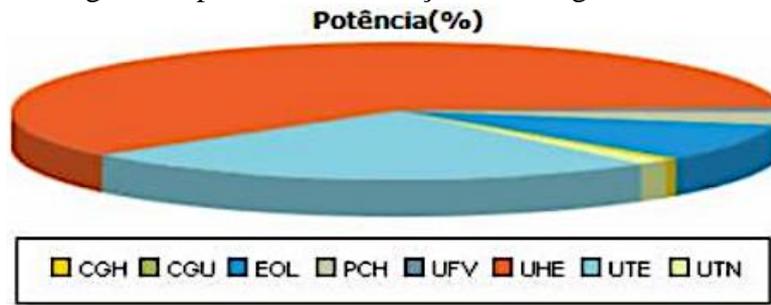
A Primeira Revolução industrial foi um dos pontos marcantes para o avanço do modelo capitalista e o abandono de fontes energéticas provenientes do esforço de seres humanos e/ou animais. Houveram diversas mudanças de produção de energia ao longo da história da sociedade, causadas pela identificação de novas fontes, que por sua vez eram mais eficientes e economicamente rentáveis (Sachs, 2007; Silva, Guimarães, 2017). Em contrapartida ao crescimento energético, também se agravou os problemas ambientais enfrentados em todo o planetas. As revoluções industriais que ocorreram a partir do século XVIII aumentaram a urbanização e, conseqüentemente, o consumo excessivo de recursos (renováveis e não renováveis), concentração populacional, contaminação do meio ambiente, desmatamentos, entre outros.

Um dos maiores desafios do setor de produção de energia é diminuir os impactos causados no meio ambiente e, ao mesmo tempo, suprir toda a demanda. Levando em consideração dados do ano de 2016, o carvão e o gás natural foram os principais componentes utilizados para produzir energia elétrica. As hidrelétricas foram responsáveis por 16,4% da produção mundial de energia. Mais de 22% da produção mundial de energia foi decorrente de energias renováveis (IEA, 2016; Silva, et al, 2018).

A Fig. 1 indica a capacidade de geração de energia no Brasil, onde é possível observar a abundância de recursos hídricos com geração por meio das usinas hidrelétricas em um quantitativo total de 60,41%. Seguida da geração por usinas termelétricas que ocupam o segundo lugar na capacidade de geração de energia produzidos por 2995 usinas. Os outros 14,77% da capacidade de geração ficam por conta das centrais geradoras de energia hidrelétrica, central geradora undi-elétrica, centrais geradoras eólicas, pequenas centrais hidrelétricas, centrais geradoras solares fotovoltaicas e usinas termonucleares (ANEEL, 2019).



Fig. 1 - Capacidade de Geração de Energia no Brasil



Fonte: ANEEL,2019.

Nota: CGH: Central Geradora Hidrelétrica; CGU: Central Geradora Undi-elétrica; EOL: Central Geradora Eolielétrica; UFV: Usina Fotovoltaica; UHE: Usina Hidrelétrica de Energia; UTE: Usina Termelétrica de Energia; UTN: Usina Termonuclear.

Dentre as fontes citadas destacam-se as que vêm ganhando cada vez mais espaço no panorama mundial: energia solar fotovoltaica e energia eólica. Ambas são classificadas como energias renováveis, pois utilizam recursos “não esgotáveis” (provenientes de raios solares e dos ventos, respectivamente). O incentivo às fontes renováveis e a estudos e aplicações de eficiência energética são os principais instrumentos de política energética que contribuem para o desenvolvimento atual, mantendo o equilíbrio entre as necessidades da sociedade atual e as eventuais utilizações desses recursos no futuro (ONU, 1987; Lopes & Taques, 2018).

O princípio de funcionamento da energia solar fotovoltaica baseia-se na conversão da energia solar em energia elétrica através da radiação sobre materiais semicondutores, como por exemplo o silício. Após esta conversão há dois tipos de configuração dos equipamentos: sistema conectado ou sistema isolado da rede elétrica. Nos sistemas isolados, a energia é conduzida para um controlador de carga (para o controle dos níveis de tensão e corrente), logo após para um inversor (para transformar a corrente contínua em corrente alternada) e pode seguir dois caminhos finais: utilização em aparelhos eletroeletrônicos ou armazenamento em baterias para uso posterior (Albuquerque, et al, 2017).

Em sistemas conectados à rede, a energia segue para um inversor e a partir disso, há duas alternativas: sua utilização ou mensuração em um segundo relógio para medição de produção de energia para posteriormente ser devolvido à rede elétrica da concessionária de energia. Este método de produção de energia é viável, porém para sua utilização domiciliar, o governo ainda precisa auxiliar os pequenos produtores com políticas públicas de incentivo, visto que o investimento possui retorno somente a médio ou longo prazo. Apesar disso, sua utilização tem crescido exponencialmente nos últimos anos e sua tendência é manter o ritmo de crescimento (Albuquerque, et al, 2017).

A energia eólica é utilizada desde os primórdios da sociedade para moer grãos ou bombear água. Somente em meados de 1970, na Dinamarca, foi implantada a primeira torre de conversão de energia eólica em energia elétrica. Seu princípio de funcionamento é relativamente simples: utiliza-se a força procedente dos ventos para mover as pás, e conseqüentemente as turbinas, que convertem a energia mecânica em energia elétrica. No Brasil a região Nordeste destaca-se pela presença das melhores áreas de implantação de



parques eólicos, com destaque para o estado do Rio Grande do Norte em que apresenta características de baixa sazonalidade e ventos constantes (Araújo, 2017).

METODOLOGIA

A definição dos passos necessários para sintetizar as informações da literatura e então apresentar argumentos válidos para o desenvolvimento da área gestão de energia, necessita de ser organizada segundo os termos técnicos da metodologia científica. Dessa forma, a natureza da pesquisa deste trabalho pode ser classificada como aplicada ou prática, pois, segundo Gil (2002) essa categoria de pesquisa busca gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, que no caso deste trabalho consiste em mapear e categorizar os conhecimentos relacionados a gestão dos sistemas de energia.

Já os procedimentos metodológicos, seguem os princípios de uma abordagem qualitativa, com um método científico indutivo e um objeto de estudo exploratório. Relativamente aos procedimentos técnicos de pesquisa, recorreu-se a pesquisa bibliográfica para o levantamento das informações mais atuais da área. Para isso, o desenvolvimento do método de pesquisa foi baseado segundo as recomendações indicadas para a elaboração de uma revisão integrativa da literatura. De maneira geral, a revisão integrativa pode ser dividida em seis etapas.

A primeira delas consiste na identificação da temática a ser estudada durante o processo de revisão. Em seguida, são estabelecidos os critérios para inclusão e exclusão. A terceira etapa consiste na categorização dos estudos e definição das informações a serem extraídas. Para então ser realizada uma avaliação dos estudos incluídos. Por fim, é realizada a interpretação dos resultados e a apresentação da revisão e síntese do conhecimento (De Vasconcelos, 2018; Gomes, et al, 2018).

A revisão foi conduzida com pesquisas em algumas bases de dados pré-selecionadas, utilizando palavras-chave (em inglês e português) “Empoderamento de Demanda Energética”, “Gestão de Sistemas de Energia”, “Energia”, “Fontes Renováveis”, “Europa”, “Ásia”, “Estados Unidos”, “Brasil” “Leilões de Energia”, “ANEEL”, “HTML”, “CSS”, “*Javascript*” e “medidor de energia” além dos operadores booleanos do tipo “e” e “ou”. Foram pesquisadas as bases de dados eletrônicas *Google Scholar*, *Scielo*, *ResearchGate* e o Portal de Periódicos CAPES, a fim de mapear e sistematizar artigos originais publicados em inglês ou português, além da busca em sites de noticiários nacionais relacionados ao desenvolvimento da área.

Foram também pesquisados anais de congressos, resumos, livros, normas, resoluções, manuais técnicos e leis referentes à inclusão dos veículos elétricos frente ao sistema de transporte. Ao término busca dos elementos importantes para compor a base de análise deste trabalho, os estudos foram submetidos a leitura parcial dos resumos, em seguida a síntese do conhecimento, a categorização dos estudos e, por último, a apresentação dos resultados que serão indicados nos próximos tópicos.

HISTÓRICO DA GESTÃO BRASILEIRA

A industrialização brasileira foi um processo tardio quando comparado a outros países. O sistema elétrico brasileiro também é recente, iniciou-se por estrangeiros e manteve-se sobre



controle deste grupo até a crise de 29. O início da regulamentação e participação do governo brasileiro neste setor estabeleceu-se em 1934 com o decreto conhecido como “Código de Águas”. Houve o crescimento estatal neste setor e em 1990 as companhias à nível federal e estadual possuíam papéis fundamentais de geração e distribuição de eletricidade. Em 1996, durante o governo do ex-presidente Fernando Henrique Cardoso, iniciou-se o processo de privatização de algumas empresas, diminuindo a influência estatal soberana no setor e a criação de importantes órgãos, como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Atualmente, pode-se dividir a gestão elétrica brasileira basicamente em 7 órgãos subordinados ao governo federal. O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) são os órgãos responsáveis por atividades que necessitam de maior atuação do estado, como por exemplo, promover o uso eficiente de energia, indicar medidas de planejamento setorial e formular políticas para o sistema elétrico brasileiro. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), apesar de estar ligado ao MME, presta serviços na área de estudos e pesquisas. Já a ANEEL, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) são responsáveis por atividades regulatórias e de controle além de assegurar a comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) (Barbosa, 2017).

O modelo de gestão do sistema elétrico utilizado atualmente é o chamado “Novo Modelo” que foi iniciado em 2004, promulgado pelas Leis nº 10.847 e nº 10.848, que determina o sistema de leilões para fornecimento de energia. Este sistema garante segurança para o suprimento de energia elétrica no país e a modicidade tarifária, ou seja, garantir o acesso de todos os consumidores à energia com tarifas acessíveis. Os valores MWh (megawatt hora) vendidos devem ser atendidos em 100% e os vencedores dos leilões são os que possuem as menores tarifas (Oliveira, 2017).

No sistema de leilões, além dos aspectos citados, garante-se a expansão da geração de energia do país visto os diferentes tipos de leilão promulgados. Divide-se em três tipos: leilões de energia nova (prazo de implantação de 3 e 5 anos), leilões de energia existente (contratação de energia produzida por usinas em funcionamento) e leilões de energia de reserva (formação de reserva de energia devido a riscos hidrológicos) (Thomaz, 2017).

Além do sistema de leilões citados, há também os leilões de Geração Distribuída (GD). Estes leilões têm seus aspectos, como preço, prazos, dentre outros, definidos pelas distribuidoras de energia e disponibilizadas através de ofertas públicas. Um dos mais importantes, de ponto de vista ambiental, são os leilões de Fontes Alternativas. Estes possuem prazos que variam de um a cinco anos e são totalmente voltados para contratação de empreendimentos novos ou recontração de empreendimentos de fontes alternativas, ou seja, que utilizam fontes de biomassa, eólica e/ou pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) para produzir energia (Andrade et al., 2018). Incentivos de produção de energia renovável não é exclusividade do Brasil. Diversos países como China, Estados Unidos, Japão, países europeus e Austrália, são alguns exemplos de países que possuem políticas específicas nesta área.



GESTÃO ENERGÉTICA EM OUTROS PAÍSES

A maioria dos países utilizam estratégias conhecidas como *feed-in tariffs*. Esta é uma das mais utilizadas políticas de encorajamento da produção de energia renovável, através da utilização de incentivos financeiros. Utiliza-se a remuneração dos produtores de energia através de contratos longos e com base no custo da geração. Na China, o governo chinês determinou diversas metas no âmbito das energias renováveis. Seu principal objetivo com estas medidas é a diminuição drástica da emissão de dióxido de carbono e possível resolução para os problemas como congestionamentos e atrasos na rede. Programas como o “*Renewable Energy Law*” permitiram que, em 2014, 22,16% da produção nacional de energia chinesa fosse proveniente de energia renovável. Estimativas preveem que em 2030 a China será o maior país consumidor de energia renovável, contabilizando entre 20 a 40% de todo o seu consumo. Em 2009 o governo chinês lançou o programa “*Golden Sun*” juntamente com projetos no modelo *feed-in tariffs*, onde o governo oferece garantia do retorno do investimento através dos fundos de desenvolvimento estratégico. Outras duas estratégias utilizadas foram: a diferenciação das tarifas residenciais (são mais baixas do que os setores comerciais e industriais) e empréstimos a juros reduzidos para os investidores. Com essas ações a China incentivou suas empresas a produzirem painéis fotovoltaicos, representando um marco de 72% do total de módulos instalados no mundo em 2017 (Yongxiu, et al., 2016).

Os Estados Unidos destacam-se pela diversidade de políticas adotadas em seu território, pois cada estado possui diferentes modelos regulatórios e políticas públicas. Desde 2006 a indústria voltada para a energia solar, por exemplo, recebe diversos incentivos fiscais (como descontos, incentivos de desempenho, créditos de energia, dentre outras ações) resultando em uma queda de aproximadamente 75% do custo de produção de energia renovável. Apesar de políticas desfavoráveis do atual governo do presidente Donald Trump, como a retirada do país do Acordo de Paris, formou-se ao longo dos anos uma indústria de energia renovável, principalmente fotovoltaica, muito forte nos EUA. As empresas americanas entenderam que este setor, além de uma ótima escolha ecológica, é também economicamente viável, mostrando que é possível produção barata em larga escala (Llewelyn & Meckling, 2017).

O governo japonês atua no incentivo da geração de energia renovável desde as crises do petróleo de 1970 e 1979. Desde então diversos programas de incentivo do governo principalmente na área de pesquisa foram instituídos. Em 2009 o Japão começou a comprar pelo dobro da tarifa da energia convencional o excedente produzido por energias renováveis. Após a recuperação do desastre dos tsunamis de 2011 que atingiram a usina nuclear de Fukushima, o governo instituiu programas de larga escala voltado para construção de novas usinas solares. Posteriormente estes incentivos, a capacidade instalada japonesa cresceu 11 GW, além do governo lançar outra série de medidas, a qual determina que órgãos públicos comprem 100% de energia gerada por instalações solares durante 20 anos (a partir de 2012) e concessão de empréstimos para que empresas possam alugar telhados de residências para expandir as instalações de painéis (Maia, 2018).

A Europa é composta por diversos países que já alcançaram a marca de 1 GW ou mais de capacidade instalada em energia renovável. Pode-se destacar a Alemanha, Itália, Bélgica e



Grécia. O acordo Europa 2020, assinado em 2010, que prevê a diminuição da emissão dos gases do efeito estufa e aumento da cota de utilização de energia renovável, foi um dos principais impulsionadores dos incentivos empregados pela União Europeia. A expansão da utilização da energia fotovoltaica fora encorajada por políticas governamentais e também a diminuição dos preços dos equipamentos, resultando em representação de 75% da produção mundial de energia fotovoltaica. Um país europeu de destaque nesta área é a Alemanha. Desde 1990 o governo adere políticas de incentivo às energias renováveis, adotando a remuneração para geração distribuída e diminuindo tarifas sobre equipamentos, por exemplo. De 2012 em diante o governo passou a ajustar mensalmente *feed-in tariffs*, de acordo com a capacidade instalada dos meses anteriores. Neste sistema enquadram-se os sistemas com menos de 100 KWp. Os que possuem capacidade além devem comercializar diretamente ou através do sistema de leilões de energia (Maia, 2018).

A região territorial da Austrália possui alto índice de radiação solar, com níveis médios de irradiação solar de 2300 a 1700 kWh/m², entre os anos de 2007 e 2012. Este fator, associado com diversos tratados políticos, fez com que 17,2% da matriz energética australiana fosse composta por energias limpas. O governo australiano adotou, desde 2001, diferentes tipos de políticas baseados no tratado *Renewable Energy Target* (RET). A política implantada incentivava a indústria a ter como objetivo acelerar os novos projetos, além da instalação de fontes geradoras de energia renovável em residências e a construção de usinas solares. O governo tem papel fundamental na atratividade de investimentos nessa área, através de descontos sobre os investimentos feitos (tornando a energia solar igualmente competitiva com a energia eólica e ambas mais competitivas que o gás e o carvão) e tendo o modelo de certificados para cada MWh produzido (HUA, et al., 2016).

EMPODERAMENTO DE DEMANDA NO ÂMBITO BRASILEIRO

O plano brasileiro de gestão de energia elétrica baseia-se na geração centralizada de energia. Este sistema é caracterizado por centros de geração de energia localizados distantes dos consumidores ligados por extensas linhas de transmissão, que ocasionam diversas perdas. Este modelo vem se tornando inviável, pois a geração brasileira é centralizada e este sistema é limitado pelo seu custo e o grau de complexidade de gestão (Barbosa Filho & Azevedo, 2016).

A descentralização da gestão energética é importante para o empoderamento da demanda de energia elétrica, visto que há maior transparência desde o processo de geração até a utilização pelo consumidor final. Este modelo permite que temas como a proteção ao meio ambiente, a qualidade de vida, o aumento da eficiência energética e os padrões de consumo, sejam melhores tratados. Países como a Alemanha, Dinamarca, França, Portugal, dentre outros países da Europa, adotam este modelo de gestão. No caso da Dinamarca, por exemplo, o objetivo do governo é tornar-se independente das fontes fósseis de energia (Camargos, 2016).

A adoção de um modelo de geração distribuída seria uma das soluções para a implementação da descentralização de energia. Neste sistema há a alocação de sistemas de geração de energia próximas ao consumo, reduzindo perdas na transmissão e em sua distribuição, visto que cerca de 13,5% da energia injetada na rede é perdida devido perdas técnicas e não técnicas



(ANEEL, 2015). Também há a diminuição do impacto ambiental causado em todo o processo de gestão de energia, a melhora no nível de tensão da rede e a diversificação da matriz energética. A alocação de sistemas produtores de energia próximo ao consumo faz emergir um novo conceito, o prossumidor, onde o consumidor não somente consome, como, também produz energia através desse sistema descentralizado com fontes renováveis, garantindo, assim, uma geração distribuída mais eficiente e sustentável, com baixas perdas e altos níveis de qualidade e segurança (Kroin, 2018).

Um dos principais pontos de destaque neste sistema são as fontes renováveis de energia, que além dos benefícios ambientais, haveria mudanças benéficas ao sistema elétrico brasileiro, e conseqüentemente, a economia. A expansão da demanda de geração de energia solar em comércios e indústrias, por exemplo, ajudariam na redução dos custos de energia solar devido a utilização de mais painéis do que nos sistemas residenciais. Este aumento implica no estímulo das empresas produtoras de painéis solares, impulsionadas pela grande reserva mineral de quartzo presente no território brasileiro e a capacitação e geração de novos empregos na área. A utilização desta matriz energética provocaria o aumento da segurança energética do Brasil, devido a diversificação da matriz, e os consumidores finais teriam seus gastos com energia diminuídos, gerando uma possível vantagem competitiva para as empresas (Vidal, 2017).

Outro ponto a ser analisado é a gestão dos sistemas de energia. Em nada adianta a descentralização planejada e adoção de novas fontes de energia se a gestão destes recursos não for feita de maneira eficiente. Fatores como o aumento da procura de energia, o crescimento da população, falhas nos equipamentos e limitações de produção são alguns dos aspectos que podem resultar na perda de continuidade dos serviços. A utilização de redes inteligentes, ou *smart grids*, auxiliaria no controle destes novos padrões de utilização de energia, pois são redes que compõem uma infraestrutura de energia elétrica que permite a melhora na eficiência, integridade e segurança através do uso do controle automatizado com modernas tecnologias de comunicação. Uma das características mais importantes do *smart grid* é o *self-healing*, que é a capacidade de restaurar automaticamente e eficientemente a distribuição de energia, através de operações e reconfigurações da rede quando ocorrer qualquer interrupção (Miranda, et al., 2017).

Corroborando, tais características, pode-se destacar a mudança das cidades brasileiras frente à questão energética e amoldando-se no conceito de *smart cities*. Tal denominação é usada na caracterização das cidades que utilizam as *smart grids* para melhora de diversos serviços oferecidos à população. O Brasil possui a primeira *smart city* do mundo com lotes à preço popular. A *Smart City Laguna* possui meios de transporte compartilhados, reaproveitamento de água da chuva, medidores inteligentes para consumos hídricos e elétricos e painéis fotovoltaicos. Cidades como Barueri (São Paulo), Santos (São Paulo), e Vinhedo (São Paulo) também são consideradas inteligentes devido ao aumento na qualidade de vida associada ao desenvolvimento econômico propiciado pelo uso da tecnologia (Kroin & Natalia; 2018):

- Cidade de Barueri: por ser um pólo de serviços e indústrias, a implementação de *smart grids* prevê o aumento na economia da energia consumida. Além disso, foram implantados um



Citação (APA): Souza, C.M., Pereira, A.L., Baggieri, B.R. & Magioni, M.G.L.K. (2019). Gestão de Sistemas de Energia. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(4), 135-147.

sistema integrado de saúde que possibilita a consulta do histórico médico de um paciente em qualquer hospital. Na área da segurança foi criado um sistema de alarmes comandado por uma equipe específica no Estado (Kroin & Natalia, 2018; Prefeitura de Barueri, 2018).

- Cidade de Santos: um dos principais recursos disponíveis ao governo é o sistema de mapeamento da cidade, o qual apresenta os dados atuais e permite que os governantes estudem possíveis melhorias. Há sistemas de monitoramento com câmeras espalhadas pela cidade, implantação do Veículo Leve sobre Trilho (VLT) e a expansão das ciclovias (Kroin & Natalia, 2018; Prefeitura de Santos, 2018).
- Cidade de Vinhedo: possui um sistema de segurança com câmeras, que podem identificar carros furtados e os autores do crime, e o sistema de Soluções Integradas Municipais (SIM), responsável pelo atendimento ao público (Kroin & Natalia, 2018; Prefeitura de Vinhedo, 2018).

AÇÕES QUE PODEM SER TOMADAS PELO GOVERNO BRASILEIRO

A ANEEL estabelece a medição como o processo realizado por equipamentos capazes de quantificar e registrar as grandezas elétricas relacionadas ao consumo ou geração de energia elétrica, para fins de quantificação. Os medidores mais utilizados são os eletromecânicos e os eletrônicos. O primeiro equipamento tem seu funcionamento por meio da interação entre o campo magnético da bobina e a tensão, movimentando um disco interno ao aparelho. O segundo tipo é mais confiável e exato, possuindo diversos tipos de leitura, como a medição de energia ativa, reativa, tensão, corrente, dentre outras grandezas (Linhares, 2017).

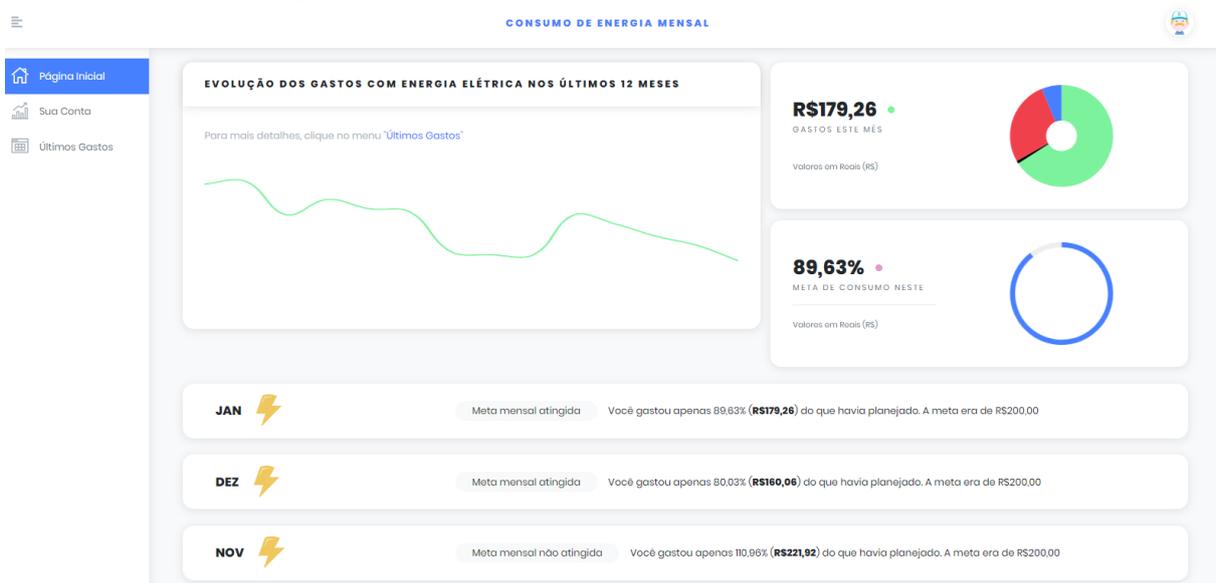
Desde a década de 70, estuda-se a introdução de medidores eletrônicos, com o intuito de informar o consumo, a qualidade e a disponibilidade de energia. Tais informações são imprescindíveis parâmetros para as *smart grids*. No Brasil, os projetos ainda se limitam à projetos pilotos, aprofundando junto aos órgãos responsáveis a possibilidade de alteração regulatória para viabilizar os projetos. Alguns projetos podem ser feitos também por métodos caseiros, por meio do auxílio de plataformas de prototipação eletrônica de hardware livre, como o Arduino, por exemplo. Através de sensores de corrente e tensão, o microcontrolador consegue calcular o consumo de energia. Devido à capacidade de expansão da plataforma, é possível salvar tais leituras em bancos de dados mais robustos e permitir um melhor controle de informações. A utilização destas ferramentas dispensaria ainda a leitura manual de medidores, como é feito atualmente (Neves, & De Menezes, 2018).

Portanto, a mudança dos atuais relógios eletromecânicos de energia auxiliaria as concessionárias, governos e usuários do sistema elétrico nacional no uso consciente de energia. Ao evitar gastos com o contingente humano responsável pela leitura de “casa-em-casa”, os próprios medidores, conectados à internet, poderiam enviar informações para uma central de dados, evitando erros de leitura. Essa leitura, identificada por localidade, estaria à disposição dos consumidores e das concessionárias, onde ambos possuiriam controle de parâmetros como meta de consumo e qualidade dos serviços prestados. Informações relevantes como a formação da conta de energia, como a tributação cobrada, por exemplo, também são informações válidas de exposição neste sistema.



Como exemplificação do exposto, apresenta-se na Fig. 02, um protótipo do procedimento proposto. Marcado abaixo como o número 1, pode-se observar a evolução dos gastos do usuário logado no sistema. No gráfico à esquerda há a representação da evolução dos gastos nos últimos 12 meses de utilização. No gráfico à direita pode-se analisar um diagrama do consumo atual de energia, mostrando os valores cobrados pelo consumo e os encargos extras cobrados (tarifas, bandeiras vigentes e iluminação pública, por exemplo). Marcado como o número 2, tem-se a funcionalidade meta de consumo, definida pelo usuário, que auxilia no equilíbrio dos gastos. No tópico 3 é possível verificar a representação mensal do consumo, possuindo informações de metas definidas usando o consumo total como parâmetro. Para informações mais detalhadas sobre a conta, o usuário possui o menu “Sua Conta”, representado pelo número 4, onde o sistema redireciona o usuário para uma nova página onde apresenta com detalhes a conta de energia.

Figura 2. Protótipo de Sistema de Controle de Energia



Fonte: Autores, 2019

O governo dispõe de alguns planos nacionais com a intenção de se aprimorar a gestão do sistema elétrico. Pode-se citar o Plano Nacional de 2030, em que se é definido atingir entre 4,4% e 8,7%, com relação aos dados coletados em 2010, o potencial autônomo de eficiência energética através da promoção do uso consciente de energia em todo o país. O Programa Nacional de Etiquetagem também se destacou nos últimos anos por meio da avaliação de diversos produtos que consomem energia, esclarecendo à população a eficiência energética dos mesmos. Faz-se necessário a adoção de programas em grande escala que aprimorem os instrumentos legais de incentivo racional de energia no país, com ações de longo prazo. Consonantemente, a diversificação da matriz energética é fundamental para reduzir os riscos de escassez. É necessário vencer aspectos como o menor incentivo à energia renovável quando comparados a outros meios de produção, o desconhecimento da população, os custos de investimento elevados e as dificuldades de acesso a financiamentos (Altoé, et al., 2017).

CONCLUSÃO



Citação (APA): Souza, C.M., Pereira, A.L., Baggieri, B.R. & Magioni, M.G.L.K. (2019). Gestão de Sistemas de Energia. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(4), 135-147.

Este trabalho possibilitou entender a importância do empoderamento da demanda de energia elétrica. Com isso, pôde-se perceber a necessidade de desenvolver estudos na área de *smart grids* e de apoio à população na instalação de sistemas de produção de energia sustentável, além de deixar claro a composição da conta de energia.

Para se atingir uma compreensão desta realidade, definiram-se dois objetivos específicos. O primeiro, de entender como é feita a gestão do setor elétrico no Brasil e em outros países tido como destaques na produção sustentável de energia. O segundo, de expor os conceitos englobados por meio do empoderamento de demanda.

Após as pesquisas, verificou-se que o governo possui um papel fundamental com relação ao escopo deste trabalho. Verificando-se em países como a Alemanha, por exemplo, onde o governo possui papel indispensável como agente de incentivo ao uso de fontes renováveis para a produção de energia elétrica. Conseqüentemente, com o aumento deste tipo de produção em grandes cidades, a distribuição de energia passa a ser descentralizada, diminuindo as perdas de energia na transmissão e permitindo que os próprios cidadãos possam ter mais controle sobre o seu consumo.

Como já esmiuçado no tópico de exemplificação de ações já existentes, tem-se, de maneira geral, a melhora de diversos setores da sociedade. Pautas públicas como a saúde, segurança e eficiência do poder público tornam-se melhores através do uso de ferramentas que compõem o conceito de *smart cities*. As *smart grids* também são ferramentas importantíssimas, visto o aumento da eficiência econômica e energética da rede, além de aumentar também sua confiabilidade e sustentabilidade.

Em consonância com os estudos elencados neste artigo percebe-se um potencial na implementação de todos os conceitos que englobam o tema do empoderamento energético, ficando explícito a necessidade do incentivo e da real necessidade de descentralizar um conceito de produção até então praticado nos países, como no Brasil, solidificando cada vez mais esse conceito de produção sustentável e rentável para o consumidor e para o mundo.

REFERÊNCIAS

Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/24215/1/Estrat%C3%A9giaForcasCompetitivas_Araujo_2017.pdf

Altoé, L., et al. (2017). Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. *Estudos Avançados*, 31(89), 285-297.

doi: 10.1590/s0103-40142017.31890022.

Araujo, I.R. de. (2017). *Estratégias e Forças Competitivas no Mercado de Energia Eólica: Um Estudo de Caso com Agente Local no Rio Grande do Norte*. 61 f. Dissertação (Mestrado).

Barbosa, J.M.R. (2017). *Leilões de energia renovável: uma discussão do Ambiente de Comercialização Regulado (ACR do Setor Elétrico Brasileiro)*. 2017. 66 f. Monografia



Citação (APA): Souza, C.M., Pereira, A.L., Baggieri, B.R. & Magioni, M.G.L.K. (2019). Gestão de Sistemas de Energia. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(4), 135-147.

(Bacharelado) - Curso de Ciências Econômicas, Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://monografias.ufrn.br/handle/123456789/4593>

Brasil. ANEEL (Agência Nacional De Energia Elétrica). *Metodologia De Cálculo Tarifário Da Distribuição: Perdas de Energia*. Retrieved Julho 27, 2019 from

http://www.aneel.gov.br/metodologia-distribuicao/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/perdas/654800?inheritRedirect=false

Congresso Brasileiro de Energia Solar (2018). Gramado. *Mecanismos de Incentivo e Aspectos Regulatórios para a Inserção da Energia Solar Concentrada no Brasil*. Gramado: Abens. 10 p. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/515>

De Vasconcelos, W., et al. (2018). Benefícios da tecnologia da informação para as estratégias empresariais: uma revisão integrativa. *Revista Ciência & Saberes-Facema*, 3(4), 732- 739.

Gil, A. (2002). *Como elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.

Gomes, R.S.P., et al. (2018). A modelagem matemática no Brasil: resultados de uma revisão integrativa de teses e dissertações. *Revista Thema*, 15(1), 156-167.

He, Y., et al. (2015). A regulatory policy to promote renewable energy consumption in China: Review and future evolutionary path. *Renewable Energy, Amsterdam*, 89, 695-705. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.047>

Hua, Y., Oliphant, M. & Hu, E.J. (2015). Development of renewable energy in Australia and China: A comparison of policies and status. *Elsevier*, 85, 1044-1051.

doi: 10.1016/j.renene.2015.07.060

Hughes, L. & Meckling, J. (2017). The politics of renewable energy trade: The US-China solar dispute. *Elsevier*, 105, p.256-262.

doi: 10.1016/j.enpol.2017.02.044

Kroin, N. (2018). *Estudo da Tecnologia Smart Grid*. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Telecomunicações, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9930/1/CT_COTEL_2018_1_02.pdf

Linhares, M.S. (2017). *Desenvolvimento de multimetedor eletrônico de energia elétrica*. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul. Retrieved Janeiro 17, 2019 from <https://repositorio.ucs.br/handle/11338/2263>

Lopes, V.A. (2017). *Energia solar no Brasil: Geração distribuída nos setores comercial e industrial*. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Instituto de Economia,



Citação (APA): Souza, C.M., Pereira, A.L., Baggieri, B.R. & Magioni, M.G.L.K. (2019). Gestão de Sistemas de Energia. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(4), 135-147.

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Retrieved Janeiro 17, 2019 from <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/4710>

Lopes, M.C. & Taques, F.H. (2016). O Desafio da Energia Sustentável no Brasil. *Revista Cadernos de Economia*, 20(36), 71-96. Retrieved Janeiro 17, 2019 from <http://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rce/article/view/4478>

Miranda, M.H.R.L.N.de. (2017). *Operação de uma Rede de Distribuição num Contexto de Smart Grid*. 239 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Unidade Curricular de Dsee, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2017. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/11674>

Neves, P.R.P. (2016). Projeto e Implementação de um Protótipo de Medidor E Analisador De Energia Elétrica Com Controle De Demanda. *Revista Uningá Review*, 28(3), 92-100. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1890/1488>

Oliveira, O.G., Oliveira, R.H. & Gomes, R.O. (2017). Energia solar: um passo para o crescimento. *Regrad - Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM*, 10(01), 377-389 Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://www.revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/2081>

Oliveira, Y.M.de. (2017). *O Mercado livre de Energia no Brasil: Aprimoramento para sua Expansão*. 38 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Economia, Universidade de Brasília. Retrieved Janeiro 17, 2019 from http://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/18148/1/2017_YasminMartinsDeOliveira_tcc.pdf.

São Paulo. Prefeitura de Barueri. (2018). *Barueri é 1º lugar em economia no ranking de Smart Cities*. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://portal.barueri.sp.gov.br/noticia/06092018-barueri-e-1-lugar-em-economia-no-ranking-de-smart-cities>

São Paulo. Prefeitura de Vinhedo. (2018). *Prefeitura segue com ampliação dos serviços de Cidade Digital e se consolida como uma das mais avançadas do Brasil no setor*. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<http://www.vinhedo.sp.gov.br/2018/10/16/prefeitura-segue-com-ampliacao-dos-servicos-de-cidade-digital-e-se-consolida-como-uma-das-mais-avancadas-do-brasil-no-setor/>

Silva, V.B.da & Crispim, J.de Q. (2011) Um Breve Relato Sobre A Questão Ambiental. *Revista Geomae - Geografia, Meio Ambiente e Ensino*, 2(1), 163-175.

Thomaz, R.A. (2017). *Demanda de Energia Elétrica no Brasil: 1995-2015*. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Economia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Retrieved Janeiro 17, 2019 from

<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/47291>

