



Desenvolvendo Comunidades de Energia baseadas em Nuvem Computacional: Um Novo Modelo de Diagnóstico e Gestão

Jones Luís Schaefer, Julio Cezar Mairesse, Patrícia Stefan de Carvalho, Caroline Maria de Miranda Mota, José Renes Pinheiro, Pedro Nuno da Silva Faria e Sergio Eduardo Gouvea da Costa

Foto de Vivint Solar na Unsplash

O setor de energia está em processo de transição tecnológica para a inserção massiva de novas tecnologias computacionais voltadas para auxiliar nas tarefas operacionais, de gestão e comercialização, transformando-se em ambientes de energia baseados em nuvem de dados computacionais ou *Energy Cloud*. Os ambientes *Energy*

Cloud caracterizam-se pela flexibilidade, dinamicidade e facilidade proporcionada aos usuários dos sistemas de energia que, a partir deste modelo, podem gerar, armazenar, consumir, comercializar ou trocar energia, executando todas estas tarefas amparados por tecnologias digitais emergentes. Estes ambientes podem ser implementados

em diferentes locais, como cidades, regiões, edifícios, residências e/ou comunidades, o que acaba gerando diversas preocupações sobre as melhores práticas de gestão para empresas que buscam desenvolver e implementar Comunidades *Energy Cloud*.

Assim, uma pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de elaborar um framework

para diagnóstico e gestão do desenvolvimento e da implementação de Comunidades *Energy Cloud*. O framework, que foi elaborado por meio de uma revisão sistemática da literatura e de duas pesquisas com especialistas nas áreas de energia, ciência da computação e gestão, integra variáveis que influenciam os processos de negócio relacionados a *Energy Cloud* e que impactam na sua implementação, como Objetivos de Performance e Fatores Críticos de Sucesso.

As variáveis de entrada do framework são compostas por uma série de desafios e de oportunidades que impactam diretamente no desenvolvimento e na implementação dessas Comunidades *Energy Cloud*. O framework é voltado para organizações que atuam contribuindo para a implantação das Comunidades *Energy Cloud*, mostrando quais são as necessidades e apontando os efeitos dessas deficiências

nos Objetivos de Performance e Fatores Críticos de Sucesso, ação que direciona o foco para o que precisa ser melhorado visando o sucesso da implantação das Comunidades *Energy Cloud*.

A pesquisa desenvolvida tem uma abordagem multinível, utilizando diferentes metodologias de tomada de decisão multicritério, permitindo uma avaliação integrada dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimen-

Os ambientes Energy Cloud caracterizam-se pela flexibilidade, dinamicidade e facilidade proporcionada aos usuários dos sistemas de energia

to e da implementação das Comunidades *Energy Cloud*. Do ponto de vista prático, o estudo preocupou-se em estabelecer uma forma de avaliar e diagnosticar, o mais detalhadamente possível, o nível de desenvolvimento das Comunidades *Energy Cloud*, lançando luz sobre as diferentes variáveis que interferem nesse processo.

Um dos resultados da pesquisa foi a demonstração de que existe um

ecossistema de negócios que se encaixa no conceito de *Energy Cloud* em fase inicial de desenvolvimento, uma vez que a arquitetura de negócios em camadas e blocos de suporte mostrou que podem ser identificados elementos, atividades e requisitos.

Diante deste ecossistema, os players envolvidos estão buscando a melhor posição de negócios frente ao ecossistema em desenvolvimento e, entre os players, as organi-

zações que procuram implementar os ambientes de *Energy*

Cloud são aquelas com maior contribuição para o ecossistema. Desta forma, a pesquisa mostrou que existem diferentes possibilidades para as empresas que atuam nas áreas da *Energy Cloud*, como, por exemplo, a atuação com uma característica integradora, realizando diversos papéis nas diferentes camadas dentro do conceito da *Energy Cloud*. Uma outra possibilidade seria adotar uma posição complementar, em que cada empresa realizaria uma ação ou um conjunto de ações dentro do que é o escopo geral da *Energy Cloud*.

Do ponto de vista social, a utili-



Foto de Zbynek Burival na Unsplash



zação do framework mostra a necessidade de uma atuação integrada de diversos atores para superar os desafios técnicos, econômicos e

Como se pode ver, o tema é de grande relevância, pois representa o que há de mais inovador com relação à forma como os usuários se relacio-

desafios e das oportunidades de mercado a serem exploradas pelos players que desejam atuar no setor. O framework propicia um

A pesquisa desenvolvida tem uma abordagem multinível, utilizando diferentes metodologias de tomada de decisão multicritério, permitindo uma avaliação integrada dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento e da implementação das Comunidades *Energy Cloud*

organizacionais, bem como a indispensabilidade de procurar atender aos Objetivos de Performance para o desenvolvimento e a implantação das Comunidades *Energy Cloud*. Além disso, também foram destacadas algumas necessidades regulatórias, para possibilitar e motivar os usuários residenciais a fazerem parte dessas comunidades, contribuindo para a transição em direção a um modelo de gestão de energia baseado em soluções sustentáveis e de mobilidade.

nam com a energia elétrica, evidenciando que não somos mais meros consumidores de energia, mas que também passamos para o papel de players de geração (por meio da geração distribuída), comercializadores de energia atuantes no mercado e armazenadores de energia (por meio das baterias dos veículos elétricos), além de outras formas de relação que ainda estão em desenvolvimento.

Por fim, a aplicabilidade prática da pesquisa é visível em sua demonstração dos

diagnóstico detalhado sobre diversos pontos que devem ser observados pelas empresas e pelas comunidades nas quais os ambientes de energia inteligentes estão sendo implementados, bem como para aqueles usuários que desejam evoluir para estes sistemas inteligentes e integrados.



Jones Luís Schaefer **Julio Cezar Mairesse** **Patrícia Stefan de Carvalho** **Caroline Maria de Mota** **José Renes Pinheiro** **Pedro Nuno da S. Faria** **Sergio Eduardo G. da Costa**

Os Pesquisadores

Jones Luís Schaefer

Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

Julio Cezar Mairesse

Professor Associado da UFSM no Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, pesquisador permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP/UFSM) e coordenador do NIC / UFSM ((Núcleo de Inovação e Competitividade).

Patrícia Stefan de Carvalho

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), integrante do Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC).

Caroline Maria de Miranda Mota

Caroline Maria de Miranda Mota, Bolsista CNPq PQ-1C, é professora associada da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), membro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP/UFPE), coordenadora do Grupo de Pesquisa para o Desenvolvimento e Gestão de Projetos (PMD). Atua em sociedades científicas nacionais e internacionais, é vice-presidente da SOBRAPO, membro do comitê executivo da MCDM Society e da MCDM section do INFORMS. Tem coordenado projetos de pesquisa Caroline Maria de Miranda Mota na área de apoio a decisão multicritério, gestão de projetos, segurança pública e sistemas de produção de serviços.

José Renes Pinheiro

Professor Voluntário junto ao Departamento de Processamento de Energia Elétrica e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria. Atua também como Professor Visitante do PPGE da Universidade Federal da Bahia.

Pedro Nuno da Silva Faria

Obteve os graus de Bacharel e Mestre em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Politécnico do Porto, Portugal, em 2008 e 2011, respectivamente, e o grau de Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, em 2016. Atualmente é Investigador do GECAD, Instituto Politécnico do Porto. É membro do LASI, o Laboratório Associado

Português de IA. Os seus interesses de investigação incluem resposta à procura, redes inteligentes, mercados de eletricidade e simulação em tempo real.

Sergio Eduardo Gouvea da Costa

Graduação em Engenharia Industrial Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-1989), com Mestrado em Engenharia Elétrica (Automação) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-1993) e Doutorado em Engenharia (Produção) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP-2003). Fez o Doutorado Sanduíche no Institute for Manufacturing da Universidade de Cambridge, Inglaterra (2000-2001). Realizou Pós-Doutorado no Edward P. Fitts Department of Industrial and Systems Engineering da North Carolina State University, EUA (2009-2010). É Professor Titular (Gestão de Operações) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e Professor Associado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq desde 2006.

Contato

carolinemota@cidsid.org.br

Referência

SCHAEFER, J. L.; SILUK, J. C. M.; DE CARVALHO, P. S.; MOTA, C. M. M.; PINHEIRO, J. R.; FARIA, P. N. S.; COSTA, S. E. G. A framework for diagnosis and management of development and implementation of cloud-based energy communities - Energy cloud communities. ENERGY, v. 276, p. 127420, 2023.

