

O POTENCIAL DA CIRCULARIDADE PARA A REDE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS: Casos de compartilhamento de energia fotovoltaica

CECILIA EMI YAMANAKA MATSUMURA
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

ADRIANA SANTIAGO SOUZA

RICARDO HUGO BECKER

HEIDY RODRIGUEZ RAMOS

Introdução

Com os efeitos das Mudanças Climáticas, há uma urgência em desenvolver uma maneira sustentável na produção de energia por meio de diferentes tecnologias adequadas o desenvolvimento de mecanismos de compartilhamento de energia, para assim, evitar futuros problemas ecológicos e econômicos. A Economia Circular representa uma tentativa de conceituar a integração da atividade econômica e do bem-estar ambiental de forma sustentável. Compartilhar, consertar e reutilizar são conceitos da EC onde, o que se extrai do meio ambiente volta naturalmente ao final do ciclo, sendo regenerado e reutilizado.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Este artigo traz como questão de pesquisa: Como o setor energético está aplicando o conceito de Economia Circular no compartilhamento de energia fotovoltaica? Como objetivo geral, traz uma análise teórica dos conceitos de Economia Circular e Energias Renováveis, descreve casos de empresas do setor energético que aplicaram o conceito de economia circular através do compartilhamento de energia fotovoltaica explorando a relação de energias renováveis e economia circular, finalmente concluindo com os resultados de implementação e lacunas de pesquisa identificados.

Fundamentação Teórica

Economia Circular tem sido discutido desde a década de 1970 para sistemas econômicos modernos onde os processos industriais tiveram que ser revistos devido a pressão ambiental e aumento nos preços dos commodities, atraindo a atenção de grandes empresas globais e formuladores de políticas. O esgotamento das reservas mundiais de petróleo onde grande parcela dessas reservas estão localizadas em regiões de conflitos políticos e étnicos de difícil solução, trouxe o desafio que é a busca de nova matriz energética por utilização de fontes renováveis, em grande escala, além das questões ambientais.

Metodologia

Esta pesquisa é descritiva baseado em levantamento de revisão teórica da literatura, cujo processo de construção se deu por meio de consulta ao Scientific Electronic Library Online (SciELO), Web of Science e Scopus. Como palavras-chave, foram utilizados os termos: “economia circular” e “energias renováveis”, em português e inglês. O recorte temporal adotado foram publicações a partir de 2017. A partir desses textos, foram mapeados outros artigos, relatórios empresariais, de governos e livros citados nos textos pré-selecionados e que remetiam ao esclarecimento conceitual dos termos em análise.

Análise dos Resultados

Soluções para atender a demandas de energia por meio do uso sustentável na utilização de fontes renováveis, promovem a segurança energética por meio de medidas que busquem a circularidade dos recursos e desenvolvam sistemas econômicos sustentáveis e restaurativos que são fundamentais. No contexto da EC o setor de energia é influenciado pelos biocombustíveis e derivados da biomassa como fonte alternativa de combustíveis e energia em larga escala, porém, este artigo procurou apresentar casos com base no princípio do compartilhamento considerado pouco explorado e de potencial no mercado global.

Conclusão

Ficou evidenciado nesta pesquisa que, a implementação de mecanismos de compartilhamento de energia foi adotada por empresas privadas e start-up nesses últimos anos com resultados promissores e fracassos. Espera-se que o presente artigo possa contribuir para reflexão e difusão de propostas de medidas e ações que promovam EC, transformando os desafios em oportunidades ao nível do setor de energia. EC e ER tem sido abordada cada vez mais devido a geração de benefícios sendo inclusive uma oportunidade de negócio no setor energético, com potencial no mercado global visto o potencial solar do país.

Referências Bibliográficas

Almeida, S. (2017, dezembro 30). Energias Renováveis. Recuperado de <https://knoow.net/ciencterravida/geografia/energias-renovaveis/>. Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards The Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition. Journal of Industrial Ecology 2, 23-44. E-Pop chega ao mercado para atrair pessoa física para GD. (2019, setembro 18). Canal de Energia. Recuperado de <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53112415/epop-chega-ao-mercado-para-atrair-pessoa-fisica-para-gd>. Wautelet, T. (2018). The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evol

Palavras Chave

economia circular, energias renováveis, desenvolvimento sustentável

O POTENCIAL DA CIRCULARIDADE PARA A REDE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS: Casos de compartilhamento de energia fotovoltaica

1 INTRODUÇÃO

Desde o final da 2ª Guerra Mundial com o advento da Revolução Industrial, o modelo de crescimento econômico assumiu o uso de recursos naturais e energéticos disponíveis sem preocupação com o futuro. Esses recursos utilizados para a produção são finitos e estão ameaçados devido ao modelo linear de negócios, resultando no aumento do preço e na volatilidade das commodities e insumos (Leitão, 2015).

Segundo Wautelet (2018), o termo Economia Circular (EC) tem sido discutido desde a década de 1970 para sistemas econômicos modernos onde os processos industriais tiveram que ser revistos devido ao aumento da pressão ambiental e aumento de volatilidade nos preços dos recursos, atraindo a atenção crescente de grandes empresas globais e formuladores de políticas.

Na EC os fluxos de materiais são contínuos e os resíduos são transformados em matéria-prima; o sistema é regenerativo, isto é, nada se perde e tudo se transforma, como na natureza: ou seja, o lixo é abolido ou minimizado ao máximo. Compartilhar, consertar e reutilizar são conceitos importantes, e desta forma, o que se extrai do meio ambiente volta naturalmente ao final do ciclo, sendo regenerado e reutilizado (Campello, 2021).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) publicou, no dia 09/08/2021, o relatório do Grupo de Trabalho I ao Sexto Ciclo de Avaliação (AR6), intitulado *Climate Change 2021: the Physical Science Basis*, mostrando que as mudanças climáticas causadas pelos seres humanos são irrefutáveis, irreversíveis e vão se agravar nos próximos anos e décadas se nada for feito para mudar o quadro da crise climática e ambiental (Alves, 2019). Desta forma, é urgente a busca por desenvolver uma maneira sustentável na produção de energia por meio de diferentes tecnologias adequadas para transformar os resíduos em produtos novamente utilizáveis, bem como, o desenvolvimento de mecanismos de compartilhamento de energia, para assim, evitar futuros problemas ecológicos e econômicos.

Diante deste panorama, esse artigo busca responder a seguinte questão de pesquisa: Como o setor energético está aplicando o conceito de Economia Circular no compartilhamento de energia fotovoltaica? Para tanto, o objetivo geral do estudo é, a partir de uma análise teórica dos conceitos de Economia Circular e Energias Renováveis, descrever casos de empresas do setor energético que aplicaram o conceito de EC no compartilhamento de energia fotovoltaica.

Assim, este artigo a partir da fundamentação teórica, explora como as energias renováveis, mais especificamente a energia solar e a economia circular se relacionam, a partir de casos com foco no princípio da economia circular, o compartilhamento de energia fotovoltaica e, finalmente concluindo com os resultados de implementação e lacunas de pesquisa identificadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Economia Circular

A primeira revolução industrial (século XVIII), segunda revolução industrial (século XIX) e terceira revolução industrial (século XX) iniciaram um processo de grandes transformações econômico-sociais onde emergiu a economia linear baseada em extração, produção e descarte utilizando recursos naturais. Os produtos feitos a partir desses recursos foram utilizados até serem descartados como resíduos e, conseqüentemente trouxeram também a desorganização da vida rural, uma vez que as populações se concentram cada vez mais nas cidades, impactando o meio ambiente (Weetman, 2019).

A partir da preocupação com o meio ambiente, muitos movimentos ambientais mundiais começaram a despontar e, uma série de importantes escolas de pensamento liderados por químicos, ambientalistas, sociólogos, economistas e filósofos surgiram apresentando novos conceitos e soluções, incluindo a economia de performance de Walter Stahel; a filosofia de design Cradle to Cradle de William McDonough e Michael Braungart; a ideia de biomimética articulada por Janine Benyus; a economia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel; o capitalismo natural de Amory Lovins, Hunter Lovins e Paul Hawken; e a abordagem blue economy como descrita por Gunter Pauli (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Ellen Patricia MacArthur, é britânica e uma das maiores esportistas do mundo. Ficou conhecida ao ser a velejadora solo que entrou para o Guinness Book, em 2005, ao quebrar o recorde mundial pela navegação mais rápida solitária ao redor do globo. Em outubro de 2009, ela anunciou sua aposentadoria da vela competitiva. Suas solitárias viagens, ao reutilizar nelas todos os poucos recursos disponíveis e ao compreender a importância na preservação dos mesmos por estes não serem ilimitados, fez dela uma das principais vozes da EC (Ellen MacArthur, 2010).

Em 2010 foi fundada a Fundação Ellen MacArthur com a missão de acelerar a transição rumo a uma economia circular, trabalhando com empresas, governos e academia para construir uma economia que seja regenerativa e restaurativa desde o princípio. A Fundação Ellen MacArthur traz como conceito de EC uma alternativa de modelo econômico atraente que busca redefinir a noção de crescimento, com foco em benefícios para toda a sociedade desassociando a atividade econômica do consumo de recursos finitos, e eliminando resíduos do sistema por princípio. Apoiada por uma transição para fontes de energia renovável, o modelo circular constrói capital econômico, natural e social. Ele se baseia em três princípios: eliminar resíduos e poluição desde o princípio; manter produtos e materiais em uso; regenerar sistemas naturais. A EC busca reconstruir capital, seja ele financeiro, manufaturado, humano, social ou natural. Isto garante fluxos aprimorados de bens e serviços (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

O diagrama sistêmico denominado “gráfico borboleta” (Figura 1) ilustra o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do ‘círculo de valor’. O lado esquerdo do gráfico, representa os nutrientes biológicos que são os elementos fornecidos pela natureza, extraídos e renováveis que se decompõem quando devolvidos à natureza (exemplos: madeira, papel, cortiça, algodão etc.). O lado direito do gráfico representa os nutrientes químicos que são os elementos fornecidos pela natureza, porém são finitos e devemos prolongar seu uso até o limite de sua capacidade de circulação (exemplos: alumínio, ferro, plástico, etc.). Também estão contemplados sistema de compartilhamento que podem trazer melhorias significativas de eficiência em como as pessoas vivem e organizam suas acomodações de viagem (por exemplo, aluguel de apartamentos ou quartos de hotel) e como as pessoas viajam (possuir um veículo versus compartilhar seu uso) (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Figura 1: Diagrama Sistêmico de Economia Circular



Fonte: Ideia Circular (2016).

Este diagrama sistêmico traz ainda os princípios da EC em seis ações práticas de negócio: Regenerar (*Regenerate*); Compartilhar (*Share*); Otimizar (*Optimise*), Circular (*loop*), Virtualizar (*Virtualise*) e Trocar (*Exchange*) denominada estrutura ReSOLVE que, representam inúmeras oportunidades a serem exploradas para o modelo econômico de EC.

2.2 Energias renováveis

Com o surgimento dos movimentos ambientais preocupados com o futuro do planeta e as gerações futuras, aliado a pressão que recai sobre os recursos naturais, surge a necessidade de preservar esses recursos, já que são findáveis. Nesse contexto a economia circular e as energias renováveis ganham importante papel de destaque como medida para reduzir o desperdício dos recursos naturais e a poluição global.

Energias renováveis são todas as energias proveniente de recursos naturais (sol, vento, chuva, marés e energia geotérmica) renováveis no meio ambiente. Todo recurso que utiliza como fonte estas energias consideram-se energia “limpa”, uma vez que têm a capacidade de minimizar os impactos ambientais por meio do uso de instrumentos de inovação tecnológica ou incentivo à regeneração e a reutilização das fontes (Portal Solar, 2015).

Sua maior vantagem é justamente a de gerar energia sem emitir poluentes, descarbonizando o processo e oferecendo energia limpa e sustentável. Porém, várias fontes renováveis para gerar eletricidade não poluente são intermitentes, como a luz solar e os ventos, além do fato de certas tecnologias de energia limpa possuírem menor eficácia se comparadas a alguns tipos de geração por fontes poluentes, como é o caso das usinas nucleares cuja produção é maior do que centenas de usinas solares. Se forem somadas todas as formas de energia (limpa

e suja), em 2017 o Brasil gerou aproximadamente 624,3 TWh de energia elétrica (BlueSol energia solar, n.d.).

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) de 2020, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), houve um aumento da participação das fontes renováveis, que passou de 44,8% em 2010 para 46,3% em 2020, o que manteve, até então, o Brasil como o país de matriz mais limpa no mundo (Tolmasquim, 2012).

A demanda total de energia do país cresceu 5,3% ao ano, chegando a 372 milhões de tep em 2020. A indústria e o setor de transportes continuarão a ser os principais responsáveis por esse consumo, com cerca de 67% do total. A preocupação com o esgotamento das reservas mundiais de petróleo onde grande parcela dessas reservas estão localizadas em regiões de conflitos políticos e étnicos de difícil solução a curto prazo, trouxe um grande desafio mundial do próximo século que é a busca de nova matriz energética por utilização de fontes renováveis, em grande escala, além das questões ambientais. De acordo com o relatório da consultoria KPMG (n.d.), quase três quartos dos Gases de Efeito Estufa (GEEs) globais (73,2%) são provenientes do setor de energia (eletricidade, aquecimento e transporte).

O desenvolvimento da tecnologia fez surgir novas fontes de energia, uma vez que, até então, as que eram utilizadas tornaram-se não renováveis (carvão, petróleo, gás natural). Dentre as fontes de energia, a nuclear e a dos combustíveis fósseis são consideradas não renováveis, pois, seus processos de uso são irreversíveis, além de gerar resíduos que prejudicam o meio ambiente (Almeida, 2017).

A geração de energia é responsável, em 2014, por 60% da emissão dos GEE no mundo. O IPCC Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas concluiu que para estabilizar a concentração de gases emitidos será necessário até 2030 uma redução da mesma ordem de consumo em relação à década de 90. Isso significaria uma necessidade iminente de reformulação das formas de produção e infraestrutura de energia no planeta (Dutra & Marques, 2014).

A crescente urbanização, o crescimento industrial, o uso e o acesso à energia, somado a uma produção mal planejada, têm gerado grande impacto ambiental, que se reflete na economia e na qualidade de vida das pessoas, razão pela qual é preciso minimizar e criar alternativas sustentáveis de fontes de energia renováveis (Vanzin, 2006).

As principais energias renováveis são: Energia Solar; Energia Eólica; Energia Hídrica; Energia dos Oceanos (mares); Energia Geotérmica; Energia de Biomassa. Há, ainda, a energia do hidrogénio (combustão do hidrogénio e do oxigénio originando vapor de água), que já foi aplicada a meios de locomoção (autocarros), porém, ainda demanda estudos, pois apresentou algumas questões com o funcionamento (Almeida, 2017).

No caso específico da energia solar para a geração de energia elétrica, existem dois tipos diferentes de tecnologia: a fotovoltaica e a heliotérmica. A energia solar fotovoltaica é a transformação da radiação solar diretamente em corrente elétrica por meio das células fotovoltaicas, as quais compõem os módulos (ou placas fotovoltaicas), que ficam expostos sob a luz do sol. No caso da energia solar heliotérmica ou energia solar térmica concentrada trata-se de uma tecnologia restrita ao segmento de geração centralizada em razão do tamanho que o projeto demanda, ou seja, muitos espelhos coletores que refletem a luz do sol, de forma concentrada, a um objetivo específico em uma torre central, que aquece a altas temperaturas onde determinados materiais se expandem ou evaporam, movimentando turbinas que geram a energia elétrica (BlueSol energia solar, n.d.).

No Brasil, quase a metade da energia energética produzida vem de fontes renováveis, de acordo com o Ministério de Minas e Energia. A maior parte é produzida em usinas hidrelétricas, mas nos últimos anos, a geração de energia eólica, produzida pelo vento, e a solar vem ganhando destaques (Brasil, 2021).

A era do petróleo iniciou-se no decorrer do século XIX, quando o encontraram a aproximadamente 20 metros de profundidade, sendo utilizado inicialmente somente para a obtenção de querosene e óleos lubrificantes, sendo a jogada fora nos rios ou queimada ou, ainda, misturada com querosene o que produzia um perigoso explosivo. O uso da gasolina como combustível para carros só teve início com a invenção dos motores de combustão e a produção de automóveis, o que fez com que a demanda energética tivesse um crescimento vertiginoso nos países industrializados (Almeida, 2017).

Nos anos 1970, com a grave crise do petróleo, as fontes alternativas de energia passaram a receber atenção e investimentos. No Brasil o investimento se deu na produção do etanol (cana-de-açúcar), sendo um momento histórico, no qual o Brasil colocou-se à frente dos outros países no que se refere ao uso de fontes renováveis de energia. No contexto global, o Brasil continua sendo um dos destaques na geração de energia de fontes renováveis, superando inúmeros países no quesito eficiência energética sustentável (Brasil, 2021).

“A matriz brasileira é uma das mais renováveis do mundo com uma proporção de 48%, indicador mais de três vezes superior ao mundial”, de acordo com André Osório, diretor do Departamento de Informações e Estudos Energéticos do Ministério de Minas e Energia (MME) (Brasil, 2021).

No intervalo entre 2011 e 2020, as perdas totais mantiveram-se superior a 90% nas centrais de transmissão e distribuição eletricidade e nas carvoarias, sendo que de 2011 a 2020 acentuou-se em 94%, em razão das perdas nas centrais elétricas (Brasil, 2021). De acordo com o relatório da SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa), em 2016, a geração elétrica foi responsável pela emissão de 423,5 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

Porém, a partir de 2012, ocorrem mudanças e a cada ano houve adesão de mais consumidores ao segmento de geração distribuída de energia, por meio de micro e minigeradores geradores que utilizem fontes limpas de energia, ficando livres da inflação energética e economizando na conta de luz e todas as organizações públicas ou privadas devem apoiar a aplicação das energias renováveis em todos os setores da economia e no uso residencial, sempre baseado nos princípios da economia circular (Brasil, 2021).

3 METODOLOGIA

O presente estudo é descritivo baseado em levantamento de revisão teórica da literatura. O processo de construção desta pesquisa se deu por meio de consulta ao Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Web of Science* e Scopus. Como palavras-chave da pesquisa foram utilizados os termos: “economia circular” e “energias renováveis”, em português e inglês. O recorte temporal adotado foram as publicações a partir de 2017. A partir desses textos, iniciou-se a leitura e mapeamento de outros artigos, relatórios empresariais e governamentais e livros citados nos textos pré-selecionados e que remetiam ao esclarecimento conceitual dos termos em análise.

4 CASOS

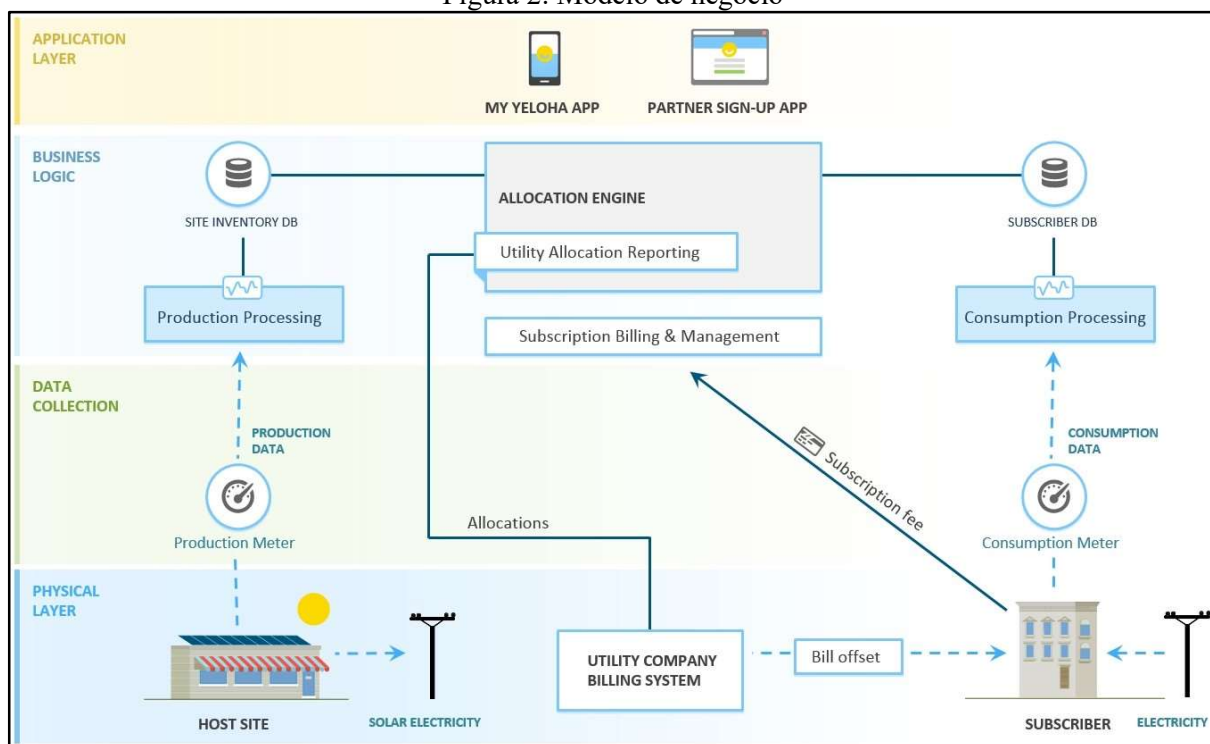
O paradigma circular descrito pela Enel Green Power se baseia em 5 pilares, que podem existir individualmente ou em conjunto, sendo eles: Recursos sustentáveis, Produto como serviço, Plataformas de compartilhamento, Aumento da vida útil, e Novos ciclos de vida (Enel Green Power, n.d.).

Para este artigo buscou-se projetos que possuíam como objetivo o desenvolvimento de mecanismos de compartilhamento de energia, que são ferramentas de compartilhamento e

colaboração entre usuários e proprietários, utilizados para otimizar os custos e os recursos utilizados para produzi-los (Enel Green Power, n.d.).

O projeto da Startup Yeloha, a qual criou uma plataforma de economia compartilhada que tornava a energia solar acessível e transferível online, disponível inicialmente para o estado de Massachusetts, nos Estados Unidos (“Startup”, 2015). A startup foi criada em 2012 com a ideia de construir uma rede de assinatura solar digital, ou seja, em uma ponta temos o fornecimento de energia suplementar por meio de assinatura, energia está vinda daqueles que produzem energia solar em excesso, e na outra ponta temos os proprietários que poderiam ser compensados pela coleta de energia solar, por intermédio da plataforma conforme ilustrado na Figura 2 - modelo de negócio (Crunchbase, 2016).

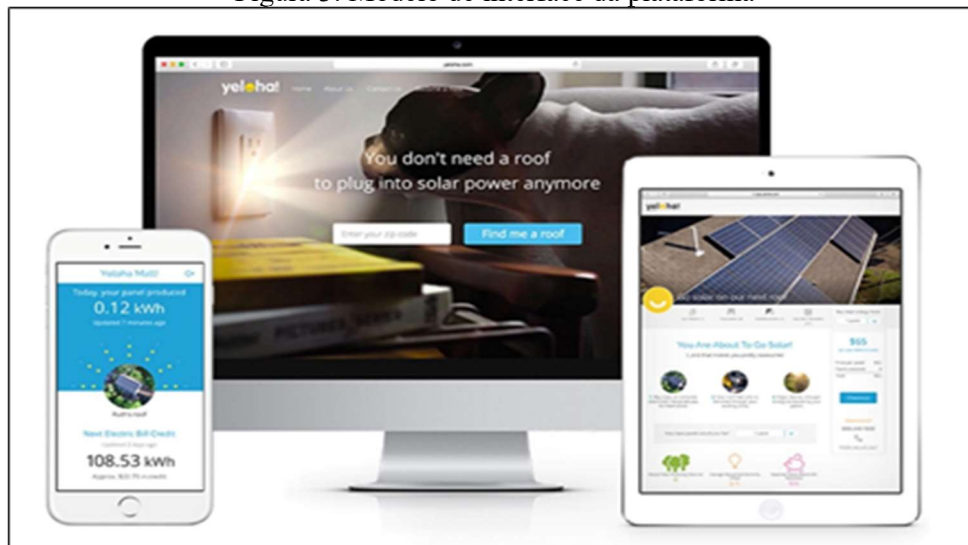
Figura 2: Modelo de negócio



Fonte: Yeloha (2012).

A figura 2 indica o sistema que opera em 4 camadas: 1) Camada de aplicação (Application Layer) onde o aplicativo mantém os usuários em dia com sua produção e economia; 2) Lógica de Negócio (business logic) no mercado clássico, onde a curva de oferta / demanda precisa ser mantida em equilíbrio portanto, para gerir e garantir o abastecimento, o sistema é de rede aberta a quem quisesse partilhar o excesso de energia; 3) Coleta de dados (Data Collection) onde os algoritmos alocariam capacidade solar para os assinantes e gerenciam seus créditos de contas mensais; 4) Camada física (Physical Layer) onde a oferta solar ponto a ponto e vários ciclos rápidos de testes a / b de experiência do usuário (Crunchbase, 2016). A empresa lançou a primeira plataforma web nomeada como Generaytor, e através desta conectou fluxos de dados de produção de energia em tempo real, resultando em uma comunidade social onde os proprietários de sistemas solares puderam evidenciar sua produção. Posteriormente foi lançada a plataforma Virtual Solar (Figura 3), onde o usuário realizava uma simulação de quanto poderia economizar utilizando o compartilhamento de energia solar, buscando assim ser uma rede inteligente e democratizada (Yeloha, 2012).

Figura 3: Modelo de interface da plataforma



Fonte: Yeloha (2012).

Logo de início a empresa informa que mais mil clientes se cadastraram, porém a startup se deparou com problemas como o de clientes que moravam em casa alugada, ou possuíam uma casa com telhado sombreado, e também a parte financeira destes para acesso a crédito. Também havia a questão de como as concessionárias de energia elétrica se encaixavam no sistema proposto, pois a capacidade de redirecionar créditos de painéis solares para as contas de eletricidade de assinantes requer uma interação com os serviços públicos locais, e havia instabilidade regulatória neste setor. Por fim, a empresa se deparou com a incredulidade do mercado e de financiadores de projetos, os quais eram necessários para que dividissem o custo de grandes instalações entre vários assinantes, com isso o que a princípio deveria diversificar e reduzir o risco de crédito não se mostrou atrativo para os investidores (Yeloha, 2012).

Com a falta de financiamento a empresa iniciou o projeto através de autofinanciamento, mas o recurso não se mostrou suficiente, e devido a este entrave foi necessário abrir a rede para desenvolvedores de projetos de energia solar comercial. Todavia mesmo após a abertura da rede a empresa teve suas atividades encerradas em 2016 devido à falta de financiamento para expandir a rede, o que foi crucial para o insucesso do modelo de negócio (Crunchbase, 2016).

Continuando a análise sobre o modelo de negócio para compartilhamento de energia solar, quanto ao âmbito nacional a regulamentação foi criada originalmente em 2012 pela Resolução 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), possibilita que interessados instalem um micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas. Porém, a RN 687, da Agência, mostra-se mais abrangente com a inclusão de 03 novas modalidades para geração distribuída, sendo elas a geração remota, o empreendimento com múltiplas unidades consumidoras, e por fim a geração compartilhada (ANEEL, 2015).

Quanto à geração compartilhada, os dados mostram que existem apenas 168 sistemas operando desta forma, mas é uma tendência em crescimento. “Em 2016 foi regulamentado o compartilhamento e nasceram vinte sistemas. Estamos acompanhando o amadurecimento e o crescimento desta modalidade. A energia compartilhada é diferente da tradicional e tem tudo para crescer nos próximos anos”, revela com otimismo o presidente executivo da ABSOLAR, Rodrigo Lopes Sawaia (Pupulin, 2019 p. 36).

Um sinal desta tendência é a empresa e-Pop, sediada em São Paulo, com a ideia do compartilhamento de energia solar a fim de atender o consumidor que não tem recursos financeiros, ou não dispõem de local de instalação. Funciona através da conexão de uma unidade consumidora a uma usina solar, após o fornecimento a distribuidora reconhece a energia recebida e deduz o valor na fatura da unidade consumidora. A plataforma está

A e-Pop informa que trabalha com as usinas de UFV DIMAG - Aparecida de Goiânia GO, UFV LAGO SUL - Brasília DF, UFV ATLAS I - Uberaba MG, UFV ATLAS II - Uberaba MG, UFV ITABIRITO - Itabirito MG, com isso a empresa produz energia nas usinas solares e “injeta” na rede da CEMIG que reconhece que a energia e desconta no valor da fatura do consumidor cadastrada (e-Pop, 2021).

Figura 4: Desconto na fatura de energia

[illegible]

Fonte: “Economia” (2020).

A empresa e-Pop se mostra promissora apesar de não mencionar a quantidade de cooperados em seu site. Trata-se de uma plataforma nova lançada em 2019, desenvolvida na Califórnia, nos Estados Unidos, porém, é importante ressaltar que a mesma está vinculada ao grupo Pacto Energia, o qual faz parte do conglomerado de empresas de propriedade da Holding Pacto Energia S/A, os quais possuem larga experiência no setor (Pacto Energia, n.d.).

5 DISCUSSÃO

O Relatório de Status Global de Renewables 2021, destaca que as instalações anuais de energia solar fotovoltaica no Brasil em 2020 foram 31 GW 68,6% acima do que em 2019, ocupando o terceiro lugar mundial em adições de energia eólica em 2020. Isto mostra o potencial brasileiro para produção de energias renováveis (REN21, 2020).

Questões energéticas estão diretamente ligadas à EC. As tecnologias verdes de fazendas eólicas a painéis solares, dependem de nutrientes tecnológicos que são muito difíceis de reciclar. No entanto, as estruturas que contêm esses nutrientes tecnológicos necessitam de

manutenção e substituição de alto custo energético, já que nada dura para sempre em um universo entrópico. Portanto, soluções para atender a demandas de energia por meio do uso sustentável, na utilização de fontes renováveis de energia e da utilização de energia solar fotovoltaica com sistemas de compartilhamento apresentados através dos casos, promovem a segurança energética por meio de medidas que busquem a circularidade dos recursos e desenvolvam sistemas econômicos mais sustentáveis e restaurativos e são cada vez mais fundamentais.

A cultura de consumo é uma parte crítica da EC em seu esforço para reduzir o fluxo de produção linear de materiais natureza-sociedade-natureza e energia. No contexto da EC o setor de energia pode ser influenciado pelos biocombustíveis e derivados da biomassa como fonte alternativa de combustíveis e energia em larga escala, porém, este artigo procurou apresentar casos com base no princípio do compartilhamento considerado pouco explorado e de grande potencial no mercado global.

De acordo com o relatório da empresa de consultoria PwC (PricewaterhouseCoopers-2021), as empresas nos setores de energia, serviços públicos e recursos naturais podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento de uma economia circular. Muitos dos avanços tecnológicos capazes de acelerar a circularidade estão dentro de sua esfera de operação. Isso inclui inovações na composição e eficiência de materiais, eletrificação, produção de hidrogênio, bioquímica e química sintética e captura e uso de carbono.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou responder à questão: *O que o setor energético está produzindo em termos de Economia Circular?* trazendo os conceitos de EC e ER e, “casos” do setor energético que desenvolveram soluções para contribuir na redução dos resíduos, otimizando e desenvolvendo a produção de energia.

Ficou evidenciado por meio desta pesquisa que estímulos na implementação de desenvolvimento de mecanismos de compartilhamento de energia foram adotados por empresas privadas e startup nesses últimos anos com resultados promissores e fracassos.

Espera-se que o presente artigo possa contribuir com uma reflexão e com difusão de propostas de medidas e ações que promovam e agilizem a transição para EC, transformando os desafios em oportunidades ao nível do setor de energia para o desenvolvimento sustentável.

Conclui-se que a EC e ER são conceitos que se relacionam fortemente e vem sendo abordadas cada vez mais devido a geração de benefícios econômicos, sociais e ambientais. Sendo inclusive uma oportunidade de negócio no setor energético, com potencial no mercado brasileiro visto as regulamentações e potencial solar do país.

O Brasil possui inúmeras possibilidades, a exemplo, o agronegócio, com grandes extensões de terras rurais, que poderiam ser facilmente utilizados na implantação de matrizes energéticas, aplicando os princípios da economia circular, com menor dependência de matéria-prima, com ênfase nos insumos duráveis, recicláveis, e renováveis, aumentando a competitividade econômica e a eficiência energética em relação aos demais países do mundo.

Como lacuna de pesquisa, verificou-se ausência de dados referente a integração da cadeia produtiva do setor energético. Como sugestão para próximas pesquisas relacionadas ao tema a busca e exploração e profundidade nos estudos referente ao desenvolvimento de soluções multissetoriais que viabilizem a EC no setor energético e nas cidades, portanto, sugere-se que possíveis pesquisas futuras busquem se aprofundar estudos neste sentido.

7 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2015, setembro 28). *Geração distribuída*. Recuperado de https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14461914&_101_type=content&_101_groupId=656827&_101_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&inheritRedirect=true.

Almeida, S. (2017, dezembro 30). *Energias Renováveis*. Recuperado de <https://knoow.net/ciencterravida/geografia/energias-renovaveis/>.

Alves, J. (2019, dezembro). A dinâmica demográfica global em uma “Terra inabitável”. *Revista Latinoamericana de Población*, 14(26), 1-8. Recuperado de <https://revistarelap.org/index.php/relap/article/view/239>.

BlueSol energia solar. (n.d.). *O informativo definitivo da energia limpa: Entenda tudo de forma simples e direta*. Recuperado de <https://blog.bluesol.com.br/energia-limpa-conceitos/>.

Brasil. (2021, agosto 10). *Energia renovável chega a quase 50% da matriz energética brasileira*. 2021. Recuperado de <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira-1#:~:text=Quase%20metade%20da%20energia%20energ%C3%A9tica,a%20solar%20vem%20ganhando%20destaques>.

Campello, M. (2021, maio 2-5). Economia circular: afinal, o que é isso? In *Netlog International Conference on Network enterprise & logistic Management*, São Paulo, SP, Brasil, 2. Recuperado de http://www.netlogconference.com/proceedings/papers/NETLOG_2020_paper_57.pdf.

Crunchbase, (2016, dezembro 19). Plataforma de informações comerciais sobre empresas privadas e públicas. Recuperado de <https://www.crunchbase.com/organization/yeloha>.

Dutra, A. S., & Marques, F. V. M. S. (2014, agosto 8-9). O Uso de energias renováveis como mecanismo de sustentabilidade. In *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, X. Recuperado de <https://www.inovarse.org/filebrowser/download/7560#:~:text=A%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20%C3%A9,rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20d%C3%A9cada%20de%2090>.

Economia: sistema permite desconto de até 15% em contas de energia para consumidores mineiros. (2020, abril 24). *GI*. Recuperado de <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/especial-publicitario/epop/noticia/2020/04/24/economia-sistema-permite-desconto-de-ate-15percent-em-contas-de-energia-para-consumidores-mineiros.ghtml>.

Ellen MacArthur. (2010, outubro 26). *Full Circle my life and journey*. ISBN-13:978-0718148638, Michael Joseph.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards The Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition*. *Journal of Industrial Ecology* 2, 23-44

Empresa de Pesquisa Energética. *Relatório Síntese 2021 – Ano base 2020*. Recuperado de <https://www.epe.gov.br/pt>. Acesso em: 15 set. 2021.

Enel Green Power. (n.d.). *Economia Circular*. Recuperado de <https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/desenvolvimento-sustentavel/economia-circular>.

E-Pop chega ao mercado para atrair pessoa física para GD. (2019, setembro 18). *Canal de Energia*. Recuperado de <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53112415/epop-chega-ao-mercado-para-atrair-pessoa-fisica-para-gd>.

Ideia Circular. (2016, outubro 5). *Economia Circular – Diagrama Borboleta*. Recuperado de <https://www.ideiacircular.com/economia-circular-diagrama-borboleta/>.

KPMG. (n.d.). *A importância geopolítica da economia circular para impulsionar a energia sustentável*. Recuperado de <https://home.kpmg/br/pt/home/insights/2021/04/energia-sustentavel-economia-circular.html>.

Leitão, A. (2015, setembro). Economia Circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, Vol. 1, N. 2.

Pacto Energia (n.d.). *Pacto Geração & Transmissão*. Recuperado de <https://pactoenergia.com.br/pacto-geracao/>.

Pacto Energia. Recuperado de <https://www.epop.net.br/>. Recuperado de <https://www.canalbioenergia.com.br/fotovoltaica-geracao-compartilhada-e-alternativa-para-consumidor/>

Portal Solar. (2015, abril 18). *Fontes de energia renováveis: Tudo o que você precisa saber*. Recuperado de <https://www.portalsolar.com.br/fontes-de-energia-renovaveis.html>.

PwC (2021, agosto 30) *Economia circular como alavanca de eficiência e valor* Recuperado de https://www.pwc.com.br/pt/assets/pdf/economia_circular-16_mar2021-VF.pdf

Pupulin, C. (2019, dezembro 2). Geração solar compartilhada é alternativa para consumidor. *Canal – Jornal da Bioenergia*. Recuperado de <https://www.canalbioenergia.com.br/fotovoltaica-geracao-compartilhada-e-alternativa-para-consumidor/>.

Rosner, A. (2016, maio 12). *Lights Out for Yeloha – Why we shut down the solar sharing network*. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/lights-out-yeloha-why-we-shut-down-solar-sharing-network-rosner>.

Renewables Global Status Report. REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). 2020 Recuperado de <http://www.ren21.net/reports/global-status-report/>.

Startup cria rede de compartilhamento de energia solar. (2015, abril 15). *Revista Projeto*. Recuperado de revistaprojeto.com.br/noticias/startup-cria-rede-compartilhamento-energia-solar/.

Tolmasquim, M. T. (2012). Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. *Estudos Avancados*, 26(74), 249-260. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ea/a/jt7HSqtLSBMhyTgGYQgzqpn/?lang=pt#>.

Vanzin, E. (2006). Procedimento para análise da viabilidade econômica do uso do biogás de aterros sanitários para geração de energia elétrica: aplicação no Aterro Santa Tecla (Dissertação de Mestrado). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. Recuperado de http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=152504.

Wautelet, T. (2018). *The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution*. [S.l.: s.n.].

Weetman, C. (Ed.). (2019) *Economia circular: Conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa* (A. C. C. Serra, Trad.). São Paulo: Autêntica Business.

Yeloha. <https://www.linkedin.com/company/yeloha/>. Recuperado de <https://www.yeloha.com/about/>.