

SMART CITY E SMART GRID NO BRASIL: O PAPEL DO PODER PÚBLICO NA PRODUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

Data de submissão: 20/05/2023

Data de aceite: 02/06/2023

Paula de Castro Brasil

Pós-doutorado em Inovação e tecnologias de materiais para a qualidade do projeto. Professora adjunta na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro (UNILASALLE-RJ) Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/1387556808330533>

Juliana Christiny Mello da Silva

Mestre em Ciências em Arquitetura e Aluna do Curso de Doutorado em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Arquitetura (PROARQ). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Rio de Janeiro — RJ
<http://lattes.cnpq.br/2007045797886151>

Luiz Matheus Defelippe Gouveia

Graduando em Arquitetura e Urbanismo. Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro (UNILASALLE-RJ) Niterói - RJ
<https://lattes.cnpq.br/5815405119226423>

Isabel de Oliveira Nogueira Muzi

Mestre em Ciências em Arquitetura. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Arquitetura (PROARQ). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Rio de Janeiro — RJ
<http://lattes.cnpq.br/4725715120526421>

Louise Land Bittencourt Lomardo

Pós-doutorado em Tecnologia da Arquitetura. Professora da Universidade Federal Fluminense Niterói, RJ
<http://lattes.cnpq.br/0720820790568965>

Gisele Duarte Caboclo Antolin

Doutorado em Ciência dos Materiais no Instituto Militar de Engenharia. Professora na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/0318467707969652>

Maria Iaponeide Fernandes Macêdo

Pós-doutorado em Nanociência e Nanotecnologias e as possibilidades na pesquisa e no ensino. Professora na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/9231122627977891>

Ana Isabel de Carvalho Santana

Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais,
Professora na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/6191230659599935>

Wilma Clemente de Lima Pinto

Doutorado em Química Inorgânica pela Universidade
Federal do Rio de Janeiro. Professora na
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/4475467554540341>

RESUMO: A Cidade Búzios, no Rio de Janeiro, tornou-se conhecida mundialmente pelas suas belezas naturais e pelo projeto Búzios Cidade Inteligente, com práticas sustentáveis e tentativas de conscientização da população. A presente pesquisa tem como objetivo realizar uma análise do referido projeto sob a ótica dos conceitos *smart grid* e *smart city* no Brasil. Para tal, examinou-se o Projeto Cidade Inteligente Búzios (CIB), através da metodologia qualitativa, utilizando-se o instrumento de análise de avaliação pós-ocupacional *walkthrough*, nos anos 2015, 2017, 2018 e 2020. Os estudos foram desenvolvidos a partir das observações técnicas realizadas nos ambientes urbanos visitados, por meio de análise documental e por informações coletadas nos departamentos públicos do município de Búzios. Foi possível observar a importância do investimento do poder público na produção das cidades sustentáveis. Entretanto, mudanças de governo e as dificuldades de investimentos nem sempre permitem dar continuidade aos projetos anteriores. Diante disso, com o fim do período de implantação do projeto, algumas ações realizadas foram desativadas, como a unidade de demonstração de eficiência energética, e poucas tiveram continuidade como: o Projeto da barca solar, as placas fotovoltaicas na APAE e a casa TOP. Vale destacar que as fases de uso e operação das edificações, assim como das cidades, devem manter as ações planejadas visando a sua permanência para alcançar efetivos resultados de sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Búzios. Cidade Sustentável. *Smart City*. *Smart Grid*.

SMART CITY AND SMART GRID IN BRAZIL: THE ROLE OF PUBLIC AUTHORITIES IN THE PRODUCTION OF SUSTAINABLE CITIES

ABSTRACT: Cidade Búzios, in Rio de Janeiro, became known worldwide for its natural beauties and for the Búzios Cidade Inteligente project, with sustainable practices and attempts to raise awareness among the population. This research aims to carry out an analysis of the referred project from the perspective of the smart grid and smart city concepts in Brazil. To this end, the Smart City Project Búzios (CIB) was examined through qualitative methodology, using the walkthrough post-occupational assessment analysis instrument, in the years 2015, 2017, 2018 and 2020. The studies were developed from from the technical observations carried out in the visited urban environments, through document analysis and information collected in the public departments of the municipality of Búzios. It was possible to observe the importance of

government investment in the production of sustainable cities. However, government changes and investment difficulties do not always allow for the continuation of previous projects. In view of this, with the end of the project implementation period, some actions carried out were deactivated, such as the energy efficiency demonstration unit, and few continued, such as: the solar barge project, the photovoltaic panels at APAE and the TOP house. It is worth noting that the phases of use and operation of buildings, as well as cities, must maintain the planned actions aimed at their permanence to achieve effective sustainability results.

KEYWORDS: Búzios. *Sustainable city. Smart City. Smart Grid.*

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um país urbano, em que a maioria da população vive nas cidades. Segundo Etzkowitz (2002), esta concentração caracteriza um grande desafio, porém traz consigo muitas oportunidades para que governos, iniciativa privada e o meio acadêmico colaborem entre si na busca por soluções inovadoras tendo como objetivo articular dinâmicas de desenvolvimento econômico estruturado na busca e compartilhamento de conhecimentos.

As cidades constantemente passam por processos que transformam suas características. As mudanças climáticas e o adensamento populacional dos centros urbanos representam um cenário apreensivo. Diante do cenário mundial, o presente trabalho justifica-se por conta dos impactos do homem, sobre o ambiente, que ameaçam o equilíbrio dos sistemas ambientais. Assim, torna-se necessário repensar o Projeto das cidades brasileiras de modo a alcançar um planejamento urbano mais sustentável e participativo com a finalidade de buscar a segurança do meio ambiente.

Uma cidade sustentável é caracterizada por assentamentos humanos constituídos por uma sociedade com consciência de seu papel ativo de agente transformador dos espaços. Neste sentido observa-se que relações entre seres humanos e natureza se dá pelas ações que visam a coesão e disseminação entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial (ROMERO, 2007).

O objetivo deste estudo consiste em analisar a implantação de *smart grids* no Brasil. Para tal, foi analisado o Projeto-piloto Cidade Inteligente Búzios (CIB), com a finalidade de verificar as contribuições do mesmo para a Cidade de Búzios e os reflexos destas contribuições, após o período de implantação do Projeto, e se o mesmo concorda com os princípios dos objetivos sete e onze da Agenda 2030.

Para desenvolver a pesquisa foi empregada a metodologia de análise qualitativa, através do instrumento denominado *Walkthrough*, que visa articular observações de técnicos, como análises de informações e dados coletados de determinado Projeto urbano ou equipamento arquitetônico (RHEINGANTZ et al., 2009). Deste modo, busca-se compreender, ao percorrer o Projeto CIB, quais são os verdadeiros impactos que a implantação de um sistema de *smart grid* pode gerar para uma cidade e a partir destas

constatações verificar a viabilidade de execução de um Projeto deste porte no Brasil.

2 | DESENVOLVIMENTO

A Agenda 2030 da ONU é uma iniciativa em escala global, que busca o desenvolvimento sustentável. A mesma possui dezessete objetivos, dentre os quais são abordados nesta pesquisa o objetivo sete e o objetivo onze.

O Objetivo 7, da Agenda 2030, busca “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos” (ONU, 2021).

De 2000 a 2013, mais de 5% da população mundial obteve acesso à eletricidade (de 79,313% para 84,58%). Para os próximos anos a tendência é aumentar a demanda por energia barata. Contudo, combustíveis fósseis e suas emissões de gases de efeito estufa provocam mudanças drásticas no clima. Atender às necessidades da economia e proteger o meio ambiente é um dos grandes desafios para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o ODS 7 reconhece a importância e traça metas focadas na transição energética, de fontes não renováveis e poluidoras, para fontes renováveis limpas, com especial atenção às necessidades das pessoas e países em situação de maior vulnerabilidade (ONU, 2021).

O 11º objetivo, da Agenda 2030, busca: “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (ONU, 2021).

Em 2014, 54% da população mundial vivia em áreas urbanas, com projeção de crescimento para 66% em 2050. Em 2030, são estimadas 41 megalópoles com mais de 10 milhões de habitantes. Considerando que a pobreza extrema muitas vezes se concentra nestes espaços urbanos, as desigualdades sociais acabam sendo mais acentuadas e a violência se torna uma consequência das discrepâncias no acesso pleno à cidade. Transformar significativamente a construção e a gestão dos espaços urbanos é essencial para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado (ONU, 2021).

Ao observar as mudanças climáticas e os objetivos apontados anteriormente, é possível verificar a necessidade de tornar as cidades mais seguras, sustentáveis e eficientes. Além destas características a preservação do meio ambiente irá assegurar que gerações futuras também possam vivenciar um planeta saudável.

2.1 *Smart City e Smart Grid*

Nesta pesquisa serão abordados os sistemas de *smart city* e *smart grid* como alternativas para se alcançar as metas, apresentadas anteriormente, dos objetivos 7 e 11 da Agenda 2030.

Segundo a Comissão Europeia (2021), *smart city* é uma cidade onde as redes e serviços tradicionais, a partir do uso de tecnologias digitais e de telecomunicações, se tornam mais eficientes para o benefício dos seus cidadãos e empresas. Uma cidade inteligente utiliza as tecnologias de informação e comunicação (TIC) para melhor uso dos recursos e diminuir as emissões, possui redes de transporte urbano mais inteligentes,

melhor abastecimento de água e instalações de eliminação de resíduos e formas mais eficientes de iluminar e aquecer edifícios. Possui ainda, uma administração municipal interativa e ágil, os espaços públicos são mais seguros e atendem às necessidades da população que envelhece.

Smart City é compreendido como um modelo de cidade com seis objetivos: economia inteligente; pessoas inteligentes; governança inteligente; mobilidade inteligente; ambiente inteligente e; vida inteligente. Tais setores buscam o gerenciamento urbano eficiente com a finalidade de garantir alta performance (GIFFINGER et al., 2007).

Zanella, Bui e Castellani (2014), afirmam que a finalidade da *smart city* é o gerenciamento eficiente do dinheiro público, onde ocorre a melhora dos serviços disponibilizados para os cidadãos enquanto os custos administrativos são reduzidos.

Já a *Smart Grid* é um conceito e um sistema que pode ser inserido em uma *Smart City*. A seguir será possível observar os conceitos deste sistema de gerenciamento de energia e suas formas de atuação.

Segundo o Departamento de Energia dos EUA (DOE) (2003), *Smart Grid* (SG) é o próprio sistema de abastecimento elétrico, desde a geração até o consumo, integrado à TIC para obter melhores operações na rede, serviços ao consumidor e benefícios ambientais. As finalidades de uma SG são: produzir condições apropriadas para a utilização dos recursos, tornando os sistemas operacionais mais eficientes; combinar as opções de geração e armazenamento de energia; disponibilizar energia de qualidade para o abastecimento da economia digital; antecipar e reagir a distúrbios no sistema automaticamente; responder assertivamente aos ataques físicos, cibernéticos e desastres naturais; possibilitar a participação ativa dos consumidores no processo; e credenciar novos produtos e serviços.

Conforme a Comissão Europeia, Directorate-General for Research & Innovation – DGRI, (2006, tradução), as *Smart Grids* ajudarão alcançar a produção sustentável de eletricidade através da utilização de fontes de energia com emissão zero ou baixa de gases de efeito estufa combinadas com a máxima eficiência de conversão. As redes de eletricidade devem ser: [1] Flexível: atendendo às necessidades dos clientes, respondendo às mudanças e desafios futuros; [2] Acessível: permite o acesso de conexão a todos os usuários da rede, principalmente para fontes renováveis de energia e geração local de alta eficiência com zero ou baixa emissão de carbono; [3] Confiável: garantindo e melhorando a segurança e a qualidade do fornecimento, condizente com as demandas da era digital com resiliência a perigos e incertezas; [4] Econômico: fornecer o melhor valor por meio da inovação, gestão eficiente de energia, concorrência e regulamentação “niveladas”.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (2009), descreve que *Smart Grids/* rede inteligente é uma combinação e integração altamente complexa de várias tecnologias e sistemas digitais e não digitais. Destaca ainda, que os componentes principais de uma rede inteligente são: i) novos e avançados componentes da rede, ii) dispositivos inteligentes e medição inteligente, iii) tecnologias de comunicação

integradas, iv) programas de suporte à decisão e interfaces humanas, v) controle avançado sistemas.

Deste modo, nota-se que cidades inteligentes são caracterizadas por construírem respostas inovadoras e eficientes para diferentes necessidades, incluindo as questões ambientais, a segurança pública, as atividades comerciais, industriais e os serviços básicos. A implementação de *Smart Grids*, sistema de gerenciamento de energia, potencialmente pode ser considerada uma forma de reestruturar o planejamento urbano de uma cidade em busca de um desenvolvimento sustentável. Assim, para compreender na prática os conceitos acima mencionados, foi realizado o estudo de caso do Projeto Cidade Inteligente Búzios, localizado no Estado do Rio de Janeiro.

3 | METODOLOGIA: PESQUISA EXPERIENCIAL

O presente estudo consiste em uma pesquisa qualitativa experiencial empregada para verificar a relação do usuário com o ambiente construído. Segundo Rheingantz et al. (2009), a abordagem experiencial caracteriza a experiência do homem no lugar, ou o modo como a um só tempo cada lugar influencia a ação humana. Analisa ainda, como a presença humana dá sentido e significado a cada lugar. Dessa forma, faz emergir descobertas e significados através da interação dos usuários com os lugares. Dentre os instrumentos inseridos dentro desta abordagem encontra-se a análise *walkthrough*.

A análise *walkthrough* é originária da Psicologia Ambiental, e pode ser definida como um percurso dialogado complementado por fotografias, croquis gerais e gravação de áudio e de vídeo, abrangendo todos os ambientes, no qual os aspectos físicos servem para articular as reações dos participantes em relação ao ambiente. Criado por Kevin Lynch, é um instrumento de grande utilidade tanto na APO quanto na programação arquitetônica, visto que possibilita que os observadores se familiarizem com a edificação em uso, bem como que faça uma identificação descritiva dos aspectos negativos e positivos dos ambientes analisados (RHEIGANTZ et al., 2009, p. 12).

A análise *walkthrough* foi desenvolvida nos anos 2015, 2017, 2018 e 2020 em vários locais da cidade de Búzios que possuíam ou ainda possuem marcas do Projeto Cidade Inteligente Búzios. Em 2015 as informações foram coletadas e os registros iconográficos foram realizados diretamente no Centro de Monitoramento e Pesquisa da Enel, que neste ano funcionava como um lugar de exposição das tecnologias empregadas no CIB. Nos anos 2017, 2018 e 2020 os estudos foram desenvolvidos, pelos autores do presente trabalho, combinando simultaneamente observação, coleta de dados, análise documental e registros fotográficos realizados em vários lugares da cidade que possuíam informações e resquícios do CIB.

4 | ESTUDO DE CASO DO PROJETO CIDADE INTELIGENTE BÚZIOS (CIB): SITUAÇÕES NOS ANOS 2015, 2017, 2018 E 2020, OBSERVADAS DURANTE AS ANÁLISES WALKTHROUGH

Localizada a 176,6 km da capital do Rio de Janeiro, Brasil, Armação de Búzios é um destino turístico importante no Brasil, que recebe muitos turistas estrangeiros. A cidade de Búzios possui cerca de 34 mil habitantes em uma área de 70 mil km² (IBGE, 2020). O município contém a maior rede hoteleira por m² do Estado, oferecendo desde albergues a hotéis boutique luxuosos. No entanto, a cidade sofre com uma série de problemas ligados à infraestrutura básica, sobretudo água, esgoto e fornecimento de energia elétrica (FREITAS, 2014).

Os órgãos e agentes envolvidos neste Projeto foram: A ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica, Ampla e patrocínio em parceria com a Prefeitura de Búzios e com o Governo do Estado do Rio de Janeiro. Segundo Fortes et al., (2015), a concessionária de distribuição de energia elétrica da holding Enel Brasil, Ampla Energia e Serviços S.A., lançou o CIB com a finalidade de tornar o Município um laboratório vivo de cidade inteligente, conforme KPMG, (2012), semelhante aos que existem em Málaga (Espanha) e Masdar (Abu Dhabi).

O período estabelecido para a implantação do CIB foi correspondente a três anos, de novembro de 2011 até novembro de 2014. O Projeto tinha como meta abranger quatro linhas de média tensão (15kV) com 67 km de circuitos; quatrocentos e cinquenta transformadores de média/baixa tensão; dez mil 10.000 clientes com medição de consumo inteligente; 36MVA de Potência Total Instalada e 55GWh/ano de consumo. Segundo o projeto-piloto da ENEL (2013), a estrutura do *Smart Grid* baseia-se em oito frentes de atuação: [1] Gerenciamento inteligente de energia, [2] Veículos inteligentes, [3] Sistemas de armazenamento de energia, [4] Geração inteligente de energia, [5] Iluminação Pública inteligente, [6] Cidadão consciente e informado, [7] Prédios inteligentes e [8] Telecomunicações, controle e internet banda larga. A tecnologia e a aplicação das oito frentes de atuação serão observadas a seguir:

[1] Gerenciamento Inteligente de Energia e Medição Eletrônica Inteligente

Destaca-se que o Medidor Eletrônico Inteligente (figura 1) calcula o consumo energético em períodos temporais de maneira programada, possibilitando que os próprios clientes realizem ofertas comerciais da energia gerada em suas residências. Já o concentrador (figura 2), que fica localizado nos transformadores, calcula e coleta as informações transmitidas na rede elétrica pelos medidores eletrônicos implantados nas residências, nas indústrias e nos escritórios, possibilitando um compartilhamento mais eficaz da energia, em que a mesma só é direcionada para as casas quando necessário, tornando o gerenciamento da rede mais eficiente, controlado e qualificado. As informações coletadas são conduzidas ao Sistema Central que interpreta os dados de todos os concentradores Inteligente, por leituras automáticas, para produzir o faturamento mensal das edificações

e controlar a qualidade do serviço. Assim, possibilita-se a realização de tarifas de energia elétrica direcionadas por faixas de horário.



Figura 1: Medidor Inteligente de Energia. Fonte: Autores, 2015.



Figura 2: Concentrador. Fonte: Autores, 2015.

O consumidor paga pela eletricidade conforme as necessidades e os horários que mais utiliza e as distribuidoras têm a possibilidade de ajustar os preços das tarifas conforme os horários. O cliente, no que lhe concerne, pode optar pelas tarifas mais favoráveis moldando os seus próprios hábitos de consumo ao ter consciência que a utilização de energia elétrica é mais cara nos horários de pico, alcançando uma redução de até 30% em sua tarifa mensal (ENEL, 2013).

Durante esta pesquisa não foi possível encontrar locais onde esta tecnologia teria sido implantada para verificar o seu funcionamento.

[2] Veículos Inteligentes

Originalmente o Projeto conta com quatro carros elétricos (figuras 3 e 4), trinta bicicletas elétricas (figuras 5), quatro pontos de recarga lenta e dois pontos de recarga rápida Inteligente. A utilização de veículos elétricos torna o transporte de pessoas e cargas mais limpo e eficiente. Seu principal benefício é a redução da emissão de CO₂ produzida pelos combustíveis fósseis (ENEL, 2013).



Figura 3: Carro elétrico. Fonte: Autores, 2015.



Figura 4: Carro elétrico. Fonte: Autores, 2015.



Figura 5: Bicicletas Elétricas. Fonte: Autores, 2015.

Em relação às bicicletas elétricas: A partir dos fatos observados in loco e informações coletadas na Guarda Municipal de Búzios, em 2017, verificou-se que as bicicletas elétricas destinadas à guarda foram utilizadas pelos funcionários. Porém, em 2017, como demonstra a figura 6, as bicicletas encontravam-se no pátio do posto da guarda sem uso por falta de manutenção. O pátio mencionado fica localizado em frente à praça Santos Dumont, Búzios-RJ.

A população recebeu, de forma positiva, a proposta das bicicletas elétricas, visto que este novo meio de locomoção poderia contribuir para a cidade de Búzios, pois o trânsito na cidade em época de alta temporada é intenso e substituir parte da frota de carros por bicicletas seria uma solução. Contudo, durante a pesquisa foi possível observar que não houve investimento, na cidade, no que se refere a ciclovias. Conforme representado pela figura 7 e 8 as pessoas se ariscam em meio aos carros e utilizam as calçadas de pedestres para transitar de bicicleta.



Figura 6: Bicicleta Elétrica. Fonte: Autores, 2017.



Figura 7: Ausência de Ciclovias. Fonte: Autores, 2017.



Figura 8: Ausência de Ciclovias. Fonte: Autores, 2017.

Segundo informações da Secretaria de Educação, em 2017, houve registro de agentes públicos passando na rua utilizando as bicicletas elétricas, seguindo o objetivo do Projeto, porém nunca foi observado a utilização e circulação dos carros elétricos pela cidade. Durante a pesquisa também não foi possível localizar nem saber o destino que tiveram os carros elétricos.

Em 2020, segundo o setor administrativo da guarda municipal, as bicicletas foram retiradas do pátio da guarda e encaminhadas para o depósito da prefeitura, pois não receberam a manutenção necessária, o que impediu que as mesmas fossem utilizadas pelos funcionários.

A Barca Solar ou Aquatáxi elétrico é um Projeto desenvolvido pela AMPLA (figura 9), com tecnologia nacional, em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em 2017 o Projeto encontrava-se em desenvolvimento e em exposição no Colégio

Municipal Paulo Freire. A barca solar é movida a energia produzida por placas fotovoltaicas instaladas sobre ela. De acordo com a administração do colégio, a barca (Figura 10) estava sendo preparada para o Desafio Solar Brasil 2017, que aconteceria entre os meses de outubro e novembro. Em 2018, verificou-se que a barca solar continuava localizada no C. M. Paulo Freire passava por uma reforma e estava recebendo nova pintura (figura 11).



Figura 9: Maquete da Barca Solar. Fonte: Autores, 2015.



Figura 10: Barca Solar. Fonte: Autores, 2017.



Figura 11: Barca Solar. Fonte: Autores, 2018.

[3] Sistemas de Armazenamento de Energia

Um conjunto de baterias possibilita a armazenagem de grande quantidade de energia elétrica produzida por fontes renováveis, como solar e eólica, que pode ser consumida nos horários de pico, por exemplo. É possível acumular a energia gerada pelas centrais geradoras renováveis que não é consumida no mesmo instante pelos clientes (ENEL, 2013).

Em 2017, foi possível verificar, nos lugares visitados durante a pesquisa como: o Colégio Municipal Paulo Freire, a Escola Municipal Nicomedes Theotônio Vieira e Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) Búzios que nestes lugares, nos quais foram instaladas as placas fotovoltaicas para produção de energia, não foram instalados sistemas de armazenamento de energia.

Segundo dados coletados, em 2018, com o departamento financeiro da APAE Búzios, durante uma reunião com a Enel a presente concessionária de energia afirmou que a APAE que deve comprar as baterias para armazenar a energia produzida pelas placas fotovoltaicas. Contudo, como a APAE Búzios, até o mês/ ano da realização da pesquisa in loco, não possuía verba disponível para adquirir as baterias, consequentemente também não utilizava o sistema de armazenamento.

[4] Geração Inteligente de Energia

A distribuição de eletricidade sempre foi feita com um esquema único: a energia sai das centrais de distribuição e é direcionada para as casas dos cidadãos. Com o Sistema de Geração Inteligente de Energia, o cliente pode produzir, consumir e reintroduzir energia no sistema, conforme as suas necessidades usando tecnologias de geração renováveis, como a solar e a eólica (ENEL, 2013).

O sistema elétrico brasileiro é baseado na utilização de grandes usinas hidrelétricas, nucleares e termelétricas, porém as redes inteligentes garantem maior flexibilidade com a possibilidade de acumular energia, permitindo que as fontes renováveis sejam totalmente

incorporadas ao sistema inteligente. Além disso, com a geração distribuída, o uso dos painéis fotovoltaicos (figuras 12 e 13), dos geradores eólicos (figuras 14) e dos minigeradores eólicos, é possível ter uma rede elétrica flexível que pode atender as necessidades de consumo da população. Assim, são reduzidos os investimentos na rede de distribuição e o consumo de combustíveis fósseis (ENEL, 2013).



Figura 12: Placa Solar. Fonte: Autores, 2015.



Figura 13: Placa Solar. Fonte: Autores, 2015.

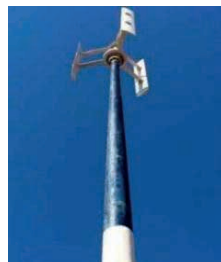


Figura 14: Gerador Eólico. Fonte: Autores, 2015.

De acordo com informações coletadas, em 2017, com a administração da APAE Búzios, as placas fotovoltaicas (figuras 15 e 16), efetivamente funcionavam e grande foi a redução da conta de energia da unidade. A tarifa mensal de energia elétrica que girava em torno de cinco mil reais foi reduzida para cerca de oitocentos reais.



Figura 15: Placas Fotovoltaicas- APAE. Fonte: Autores, 2017.



Figura 16: Placas Fotovoltaicas- APAE. Fonte: Autores, 2017.

Por meio de observações in loco, em 2018, realizadas na APAE Búzios, foi possível observar que as placas fotovoltaicas continuavam funcionando e contribuindo para a redução da tarifa mensal de energia elétrica da unidade.

Segundo o Projeto Búzios Cidade Inteligente escolas teriam sido beneficiadas pela implantação de placas fotovoltaicas, para a produção de energia. No presente estudo foi possível visitar duas unidades de ensino.

A primeira instituição visitada foi o Colégio Municipal Paulo Freire. Mediante as informações coletadas, em 2017, com a administração do Colégio, verificou-se que as placas fotovoltaicas (figura 17) aguardam manutenção e que até a data da realização da

pesquisa nunca haviam funcionado e produzido energia. Tais informações contradizem a afirmativa escrita em uma placa que se encontra instalada na parede da entrada da escola (figura 18), prejudica a disseminação da educação ambiental e afeta a percepção da comunidade escolar em relação aos reais benefícios da implantação de uma cidade inteligente.

Em 2018, a partir de análise in loco e informações coletadas com o setor administrativo do colégio, foi possível verificar que as placas permaneciam sem funcionar e produzir energia.



Figura 17: Placa Fotovoltaica instalada no telhado do Colégio Municipal Paulo Freire. Fonte: Autores, 2017.



Figura 18: Placa de aviso de geração própria de energia solar. Fonte: Autores, 2017

A segunda escola visitada foi a Escola Municipal Nicomedes Theotônio Vieira. Durante análises in loco e informações coletadas, em 2017, com o setor administrativo da escola, observou-se a inexistência de informações a respeito das placas solares. Durante a análise de documentos como, por exemplo, as tarifas de energia elétrica da referida unidade, verificou-se que não existia desconto ou alguma informação na conta que indicasse uma possível produção própria de energia, indicando que as placas fotovoltaicas não estavam funcionando. O setor administrativo informou que não tinha nenhuma informação a respeito do sistema de placas fotovoltaicas e de seu possível funcionamento (figura 19). A informação obtida é que na época em que foram instaladas as placas, sobre o telhado da escola, aconteceram palestras na unidade de ensino falando de seus benefícios. Porém, a escola não foi informada como funcionaria o processo de geração de energia e como aconteceriam as possíveis reduções das tarifas mensais da Enel.

Durante coletas de dados, em setembro de 2018, o setor administrativo confirmou que as placas solares permaneciam sem funcionamento. Tais evidências comprometem o desenvolvimento de cidadãos conscientes, pois ao se deparar com estes fatos toda a comunidade escolar desacredita do projeto e de seus objetivos.



Figura 19: Placa Fotovoltaica da Escola Municipal Nicomedes Theotônio Vieira. Fonte: Autores, 2018.

Em relação aos geradores eólicos de energia foi possível obter algumas informações sobre a localização dos aparelhos e o destino da energia produzida por eles. Conforme informação coletada, em 2017, na Secretaria de educação de Búzios, os geradores eólicos (figura 20), estavam localizados no Porto da Barra para produzir energia e abastecer o condomínio e o complexo gastronômico ali existente. O que demonstra a aplicação do investimento para uma determinada parcela da sociedade.



Figura 20: Gerador Eólico em manutenção no Porto da Barra. Fonte: Autores, 2018.

Em 2018, segundo observações realizadas in loco e informações coletadas no setor de serviços do condomínio do Porto da Barra, foi possível verificar que os geradores eólicos estavam com defeito, sem funcionamento e aguardando manutenção. Já em 2020, durante visita ao local, verificou-se que os geradores eólicos foram retirados do Porto da Barra, deixando o respectivo condomínio sem este serviço de geração de energia.

[5] Iluminação Pública Inteligente

As redes inteligentes tornam o gerenciamento da iluminação pública das cidades mais eficiente, possibilitando regular os níveis de luminosidade em função do horário e o fluxo de pessoas e variar a potência evitando desperdícios. O Projeto conta com 150 LED *technology luminaries* integradas à rede inteligente, cinco luminárias com microgeração eólica e noventa pontos com comando remoto. O que permite reduzir o consumo em até 60%, já que as luminárias de LED Inteligente (figura 21) têm maior vida útil e proporcionam redução significativa no custo de manutenção em relação às lâmpadas convencionais. A partir da tecnologia torna-se factível produzir energia menor que 1MW nas unidades consumidoras de baixa tensão. As redes inteligentes oferecem todo o suporte necessário

para que redes elétricas flexíveis sejam implementadas (ENEL, 2013). Quanto à iluminação inteligente, durante a análise realizada *in loco*, só foi possível encontrar as Luminárias de LED nas ruas da Lagoa da Usina de Búzios (figura 22).



Figura 21: Luminária de LED. Fonte: Autores, 2015.



Figura 22 - Luminárias de LED que ficam localizadas em frente a Lagoa da Usina de Búzio. Fonte: Autores, 2018.

Conforme o observado *in loco* e por meio de informações coletadas, em 2020, com a Secretaria de educação de Búzios, as luminárias da Rua da Lagoa da Usina de Búzios estão funcionando corretamente, cumprindo o objetivo do CIB.

[6] Cidadão consciente e informado

O Centro de Monitoramento e Pesquisa é o núcleo de informações do Projeto. Neste local a população tinha acesso ao processo de implantação, as propostas e as metas. O Centro possuía ainda, a função de monitorar as informações e dados, além de disponibilizar espaços para pesquisadores e exposições de tecnologias.

Nota-se que somente o emprego da tecnologia não irá proporcionar os resultados necessários para alcançar a sustentabilidade, mas a conscientização dos cidadãos é o ponto-chave. Assim, o programa Consciência Ampla, através da integração social, estimula o consumo consciente e o uso eficiente da energia. O objetivo é mostrar a necessidade de minimizar os impactos ambientais, de praticar o consumo consciente da energia elétrica e dos recursos naturais (ENEL, 2013).

Como parte do objetivo de promover o descarte adequado de resíduos foi implantado o projeto Consciência Ecoampla, que incentiva os cidadãos a prática de reciclagem de resíduos e óleos.

Em análise *in loco*, realizada em 2017 no endereço do Centro de Monitoramento e Pesquisa da Enel, foi possível verificar que o Centro encontrava-se desativado. Tal fato é demonstrado nas figuras 23 e 24. Ao retornar à localidade, em 2020, verificou-se a realidade representada na figura 25, sendo possível observar a instalação de um comércio de serviço de banda larga no local onde anteriormente localizava-se o Centro de Monitoramento e

Pesquisa.



Figura 23: Abandono do Centro de Monitoramento e Pesquisa.
Fonte: Autores, 2017.



Figura 24: Abandono do Centro de Monitoramento e Pesquisa.
Fonte: Autores, 2017.



Figura 25: Comércio de internet instalado no local onde antes era localizado o Centro de Monitoramento e Pesquisa.
Fonte: Autores, 2020.

Quanto ao Consciência Ecoampla, segundo a Enel (2013), no período de abril de 2012 a abril de 2013 mais de 20.460 kg de resíduos e 18.638 litros de óleo foram coletados (ENEL, 2013). Porém, apesar dos bons resultados, segundo os dados coletados com a Secretaria de Educação, existiam informações que o ponto de coleta, que os cidadãos utilizavam para descartar seus resíduos de maneira mais adequada, iria fechar. Tal informação foi confirmada em observação in loco e dados coletados, em 2020, com a Secretaria de educação de Búzios. Segundo a Secretaria mencionada, o Ecoampla de Búzios fechou e os serviços que eram oferecidos ali foram transferidos para a Secretaria de Ciências de Cabo Frio. Destaca-se que esta transferência deixou a população de Búzios sem o ponto de coleta de resíduos, uma ação que além de prejudicar a formação da consciência ecológica prejudica diretamente o meio ambiente por conta dos descartes inadequados destes resíduos.

[7] Prédios inteligentes

Os medidores eletrônicos e as redes inteligentes propiciam o consumo consciente de energia. Os medidores eletrônicos e as redes inteligentes propiciam o consumo consciente de energia elétrica, através da interação da rede elétrica e com os aparelhos existentes nas residências.

A “*miniwind*” (figura 26) devido sua pequena dimensão, pode ser instalada nos telhados e/ou nos jardins das residências para produzir energia elétrica com a força do vento (ENEL, 2013).

A Energy@home, desenvolvida pela Enel distribuidora, a Electrolux, a Indesit e a Telecom Itália, é uma plataforma que comunica os eletrodomésticos, possibilitando o controle do consumo das casas para evitar sobrecargas de rede. O dispositivo Enel *Smart Info* permite que o cliente acesse de sua residência as informações registradas pelo medidor eletrônico de energia, garantindo ao consumidor a alternativa de monitorar e adaptar os seus hábitos de modo a economizar.



Figura 26: *Miniwind*. Fonte: Autores, 2015.

No ano de 2015, durante visita a Búzios, foi possível observar o sistema de residências inteligentes em algumas casas de um condomínio. Porém, ao retornar, em 2017, não foi possível ter acesso a essas residências para verificar se o sistema ainda estava em funcionamento. Assim, não foram encontrados registros nem residências onde o sistema foi implantado. O que deixa claro que, possivelmente, foram implantadas em um número restrito de residências.

Contudo, foi encontrado o TOB, que é uma construção modular em forma de triângulo pré-fabricada e desenvolvida para ser uma construção operativa autossustentável em energia, podendo ser instalado em áreas isoladas. Os materiais utilizados são madeira reciclada de baixo peso, telhas com isolante térmico, preparadas para fixação dos painéis solares, e paredes duplas em policarbonato, onde passa a iluminação externa e serve como isolante térmico. A edificação é de fácil montagem e em Búzios foi montada em duas semanas por quatro profissionais. O Projeto original conta com baterias, para o armazenamento da energia, recarregadas pelos painéis fotovoltaicos. Contudo, o exemplar visitado em Búzios possui uma instalação feita aos moldes da Geração Distribuída, onde o sistema de geração de energia é conectado à rede de distribuição.

Segundo informações coletadas em 2017, com a Secretaria de educação de Búzios, a casa modular Triangular *Operative Building* (TOB) (figura 27) foi cedida pela Enel para a Secretaria de Educação por um sistema de comodato e encontrava-se, até a data da pesquisa, sobre responsabilidade da Secretaria. Segundo a Secretaria a concessionária era a responsável pela manutenção da casa e quando as manutenções eram necessárias a secretaria entrava em contato com o Centro de Monitoramento e Pesquisa da Enel. Contudo, como o Centro havia fechado, os funcionários relataram não saber a quem recorrer quando em casos de reparo e manutenção. Na Secretaria de educação, o TOB foi destinado a resguardar uma exposição de estudos sobre as praias do respectivo município.

Em 2018, durante estudo in loco foi possível verificar que a casa TOB continuava sendo utilizada para abrigar a exposição chamada Espaço da Geodiversidade, figura 28. Em visita realizada em 2020 verificou-se que a casa TOB ainda se encontra a serviço da

Secretaria.



Figura 27: Triangular *Operative Building*. Fonte: Autores, 2017.



Figura 28: Triangular *Operative Building*. Fonte: Autores, 2018.

[8] Telecomunicações, controle e *internet* banda larga

O CIB possui o objetivo de oferecer *internet wifi* gratuita inteligente em áreas da cidade para os cidadãos e turistas (figura 29). Os pontos de instalação da *internet* são a praça Santos Dumont e a rua das Pedras.



Figura 29: Aparelho e cabos de Internet. Fonte: Autores, 2015.

Segundo dados coletados com a Guarda Municipal de Búzios, em 2017 existia a rede *wifi* aberta na praça Santos Dumont, Búzios- RJ, mas a rede foi desligada e a placa que ficava localizada no centro da cidade que descrevia o Projeto-piloto foi retirada.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender, as problemáticas urbanas, as particularidades e necessidades de cada local é essencial para a criação de um planejamento urbano sustentável, que relacione o desenvolvimento e a preservação ambiental.

A partir das análises, é possível verificar que o Projeto Cidade Inteligente Búzios (CIB) atende aos objetivos sete e onze da Agenda 2030, no que se refere ao planejamento, organização e tecnologia do Projeto-piloto estudado. Esta congruência demonstra a qualidade de muitas das ações desenvolvidas na cidade de Búzios. Contudo, o projeto CIB

não executou todos os objetivos planejados. Consta-se ainda, que no final do seu período de implantação não há continuidade nas boas medidas e programas implantados, sendo esta, a maior problemática do estudo de caso apresentado.

O Projeto alcançou destaque internacional e levou o nome de Cidade Inteligente Búzios para as discussões a respeito das cidades sustentáveis. Porém, verifica-se que o mesmo só foi implantado nos bairros litorâneos, caracterizados pela abrangência turística e por consequência os mais valorizados financeiramente, não abrangendo as áreas mais periféricas e menos valorizadas.

Através do CIB é possível observar as possibilidades e tecnologias que podem ser integradas ao planejamento urbano. Mas, as falhas ocorridas durante a execução de algumas medidas não permitiram que o Projeto alcançasse todos os seus objetivos. As informações verificadas a respeito da Escola Municipal Nicomedes Theotônio Vieira e do Colégio Municipal Paulo Freire representam o déficit ocorrido durante o gerenciamento do sistema de geração de energia implantado. Destaca-se que, o pleno funcionamento das placas solares teria sido um elemento incentivador de boas práticas para toda a comunidade escolar. Contudo, a falta de informações, acerca da funcionalidade das placas fotovoltaicas, criou no corpo docente e discente da escola uma descrença no Projeto proposto.

Em contraposição, observa-se que ficou um legado dos conceitos do Projeto para a iniciativa privada da cidade. Segundo observações realizadas *in loco* e dados coletados em um comércio local, localizado no Porto da Barra, verificou-se que o estabelecimento que já tinha uma pegada ecológica, foi motivado a implantar um conjunto de placas fotovoltaicas para produzir energia. A energia produzida no comércio é direcionada para a concessionária de energia local, que aplica descontos na tarifa mensal de energia, conforme a quantidade de energia produzida.

Assim, questiona-se a interrupção ocorrida no Projeto Cidade Inteligente Búzios após o fim do prazo de sua implantação. É compreensível que o CIB tivesse um período determinado de execução, porém uma cidade inteligente não funciona somente no período de sua implantação, ao contrário, deveria funcionar em melhores condições após o fim de sua implantação, pois estaria tecnicamente em completo funcionamento.

Com o fechamento do Centro de Monitoramento e Pesquisa a população, turistas e pesquisadores não tiveram mais acesso às informações relativas ao Projeto e as ações desenvolvidas durante o período de implantação do CIB.

Deste modo, foi possível observar as inúmeras contribuições que o sistema de *smart grid* pode proporcionar para a população de uma cidade. Os maiores objetivos de uma *smart city* devem ser atender as necessidades existentes da população e diminuir os impactos ambientais e a degradação do meio ambiente. Desta forma, destaca-se que, com o fim do prazo de implantação do Projeto Cidade Inteligente Búzios, o mesmo não deveria ter sido desativado, pois, desta forma foi perdido grande parte do investimento realizado e poucas contribuições positivas perduraram na localidade para a população, não havendo

continuidade nos ensinamentos acerca da educação ambiental.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO, Europeia. Smart cities Cities using technological solutions to improve the management and efficiency of the urban environment. 2021. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en. Acesso em: Abril de 2021.

Department of Energy, United States – DOE. “The Smart Grid: An Introduction”, Washington, DC., 2003.

EUROPEAN COMMISSION. Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems. European Technology Platform Smart Grids, Vision and Strategy for Europe’s Electricity Networks of the Future. European Communities, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261556414_Vision_and_Strategy_for_Europe’s_Electricity_Networks_of_the_Future. Acesso em abril de 2021.

ETZKOWITZ, H. The triple helix of university-industry-government: implications for policy and evaluation. Science Policy Institute, Working Paper, 2002-11.

ENEL, Grupo. Cidade Inteligente Búzios. 2013. Disponível em: < <http://www.cidadeinteligentebuzios.com.br>. Acessado em: 07/07/2017.

FORTES, Marcio Zamboti. et al. Power quality analysis for dg in smart city búzios. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION, 23., 2015, Lyon. Proceedings... Lyon: Cired, 2015. Disponível em: http://cired.net/publications/cired2015/papers/CIRE2015_1582_final.pdf. Acesso em: Abril de 2021.

FREITAS, João Alcantara de. Cidade inteligente Búzios: entre paradigmas e percepções. 131 f. Dissertação (mestrado) – Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, Programa de Pós-Graduação em História, Política e Bens Culturais. 2014. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/11802>. Acesso em: 04.02.2021.

GIFFINGER, R., FERTNER, C., KRAMAR, H., KALASEK, R., PICHLER-MILANOVIC, N., & MEIJERS, E. (2007). Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology. Retrieved september 25, 2016. Disponível em: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Acesso em 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Armação dos Búzios. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/armacao-dos-buzios.html>. Acesso em: 31.05.2021.

KPMG. Infrastructure 100: world cities edition. Amstelveen: KPMG, 2012.

ONU. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivo 11, Cidades e Comunidades Sustentáveis. Link: <http://www.agenda2030.org.br/ods/11/>. Acesso em: 05.04.21.

OECD – Organisation for Economic Co-Operation and Development. Smart Sensor Networks: Technologies and Applications for Green Growth. OECD Digital Economy Papers, No. 167, OECD Publishing, Paris. 2009. <http://dx.doi.org/10.1787/5kml6x0m5vkh-en>. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/smart-sensor-networks_5kml6x0m5vkh-en. Acesso em: Abril de 2021.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M.. Observando a Qualidade do Lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ (Coleção PROARQ), 2009. Disponível em: www.fau.ufrj.br/prolugar acesso em janeiro de 2021.

ROMERO, Marta A. B. Frentes do urbano para a construção de indicadores de sustentabilidade intra urbana. In: Paranoá: cadernos de arquitetura e Urbanismo da FAU-UnB. Ano 6, n. 4 (novembro/2007). – Brasília: FAU UnB, 2007.

ZANELLA, A., BUI, N., & CASTELLANI, A. (2014). Internet of things for smart cities. *Ieee Internet Of Things Journal*, 1(1), 22-32. Retrieved July 1, 2016 from <http://ieeexplore.ieee.org/document/6740844/> authors.