



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS
SUSTENTÁVEIS

ISABEL JACOBS

ESTUDO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA UMA CIDADE INTELIGENTE

CERRO LARGO
2022

ISABEL JACOBS

ESTUDO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA UMA CIDADE INTELIGENTE

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de Processos e Tecnologias

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Palacios Felix.

CERRO LARGO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Jacobs, Isabel

ESTUDO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA UMA CIDADE INTELIGENTE / Isabel Jacobs. -- 2022.

135 f.:il.

Orientador: Doutor Jorge Luis Palacios Felix

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Cerro Largo,RS, 2022.

1. Cidade inteligente. 2. Energia fotovoltaica. 3. Cidade sustentável. 4. Efeito estufa. 5. Sustentabilidade urbana. I. Felix, Jorge Luis Palacios , orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ISABEL JACOBS

ESTUDO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA UMA CIDADE INTELIGENTE

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Área de Concentração: Monitoramento, Controle e Gestão Ambiental

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de Processos e Tecnologias

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Palacios Felix.

Essa Dissertação foi defendida e aprovada pela banca em:

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Luis Palacios Felix – UFFS

Orientador



Prof. Dr. Bruno München Wenzel - UFFS



Prof. Dr. Márcio Antônio Vendruscolo - UFFS

Dedico aos meus pais, que sempre me apoiaram a buscar os meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Milton e Marlene, pelo apoio e incentivo durante todo o curso do Mestrado, desejando o meu crescimento humano, pessoal e intelectual, também dentro da linha acadêmica.

Ao meu orientador, Professor Dr. Jorge Luis Palacios Felix, pelos aprendizados, incentivos, ensinamentos, apoio, orientações e amizade compartilhada durante o trajeto.

Aos Professores deste Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, pela colaboração junto desta caminhada.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, sua direção, seus servidores, técnicos e docentes, pela assistência prestada e, em especial, pela oportunidade da realização desse sonho, o mestrado.

A todos que de alguma maneira auxiliaram no decorrer desta minha etapa.

RESUMO

O estudo propôs analisar qualitativamente a contribuição de energia fotovoltaica nas cidades, aplicadas nesta pesquisa, como parte de iniciativas na contribuição de tecnologias para uma cidade inteligente. Acredita-se que ainda é possível contribuir com o meio ambiente, por meio da energia solar, uma fonte de energia limpa e sustentável, ao contrário da maioria das fontes de energia que utilizamos nos dias de hoje, retiradas da natureza de formas degradadoras. A energia solar tem demanda predominantemente residencial, mas de uso também no setor comercial, como edifícios públicos, hospitais, restaurantes, hotéis, e outras empresas, sejam de grande ou pequeno porte, porém ainda não atingiu o seu auge, e ainda tem muito por conquistar no mercado de eletricidade. No entanto, ela ganha valor todos os dias, fazendo frente a outras modalidades de geração de energia, como as termelétricas e hidrelétricas. Neste trabalho, objetivou-se estudar a energia fotovoltaica para cidade inteligente, para assim prever o crescimento de energia solar nas cidades através de questionários aplicados. O trabalho procurou demonstrar conceitos de cidades inteligentes e o estudo de energias renováveis, como nesse caso, a energia solar fotovoltaica direcionada às cidades inteligentes e sustentáveis. Serão explanados os diferentes conceitos de vários autores sobre as cidades inteligentes, pois há vários modelos dessas cidades, porém não há um só conceito definido. Como metodologia para formulação das questões do instrumento de pesquisa, foi realizada, em primeiro momento, a pesquisa bibliográfica sobre cidades inteligentes com foco na energia fotovoltaica. O método utilizado partiu da elaboração de um questionário, aplicado sob a forma on-line em um raio de uma distância de 150 km (quilômetros) de Cerro Largo-RS. Por fim, para verificar a eficiência, foi realizado um estudo de caso nesse raio de 150 km (quilômetros), o qual obteve que 45,7% dos entrevistados têm interesse em adquirir a energia fotovoltaica, em longo prazo, desenvolvendo assim um meio urbano em transição para a sustentabilidade. As informações foram coletadas através do questionário semiestruturado, e uma revisão na literatura, na qual buscou-se apresentar um cenário da temática de cidades inteligentes, e apresentar o trajeto do Brasil no contexto do desenvolvimento de tecnologias. A pesquisa possui abordagem qualitativa, objetivo exploratório e foi contemplada por meio de projetos ligados às cidades inteligentes e energia fotovoltaica. Quanto ao método, se mostrou capaz de mensurar a potencialidade da energia solar fotovoltaica nas cidades; todavia, é uma proposta inicial, que pode ainda ser aprimorada por meio de estudos futuros.

Palavras-Chave: Cidade inteligente. Energia fotovoltaica. Cidade sustentável. Efeito estufa. Sustentabilidade urbana.

ABSTRACT

The study proposed to qualitatively analyze the contribution of photovoltaic energy in cities, applied in this research, as part of initiatives in the contribution of technologies to a smart city. It is believed that it is still possible to contribute to the environment, through solar energy, a source of clean and sustainable energy, unlike most of the energy sources we use today, taken from nature in degrading ways. Solar energy has predominantly residential demand, but is also used in the commercial sector, such as public buildings, hospitals, restaurants, hotels, and other companies, whether large or small, but it has not yet reached its peak, and there is still much to be done conquer in the electricity market. However, it gains value every day, standing up to other types of energy generation, such as thermoelectric and hydroelectric plants. In this work, the objective was to study photovoltaic energy for smart cities, in order to predict the growth of solar energy in cities through applied questionnaires. The work sought to demonstrate concepts of smart cities and the study of renewable energies, as in this case, photovoltaic solar energy aimed at smart and sustainable cities. The different concepts of several authors about smart cities will be explained, as there are several models of these cities, but there is not a single defined concept. As a methodology for formulating the questions of the research instrument, a bibliographic research was carried out on smart cities with a focus on photovoltaic energy. The method used was based on the elaboration of a questionnaire, applied in an online form within a radius of a distance of 150 km (kilometers) from Cerro Largo-RS. Finally, to verify the efficiency, a case study was carried out in this radius of 150 km (kilometers), which found that 45.7% of respondents are interested in acquiring photovoltaic energy, in the long term, thus developing an urban environment in transition to sustainability. The information was collected through a semi-structured questionnaire, and a literature review, in which we sought to present a scenario of the theme of smart cities, and to present the trajectory of Brazil in the context of the development of technologies. The research has a qualitative approach, exploratory objective and was contemplated through projects related to smart cities and photovoltaic energy. As for the method, it proved capable of measuring the potential of photovoltaic solar energy in cities; however, it is an initial proposal, which can still be improved through future studies.

Keywords: Smart cities; Photovoltaic energy; Sustainable cities. Greenhouse effect. Urban sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cidade de Fujisawa-Japão	34
Figura 2: Cidade de Fujisawa.....	34
Figura 3: Usina fotovoltaica.....	36
Figura 4: Agroindústria-Cerro Largo/RS.....	36
Figura 5: Exemplo na Região das Missões, São Luiz Gonzaga/RS.....	37
Figura 6: Esquema Smart City	38
Figura 7: Disney constrói usina solar gigante.....	40
Figura 8: Oferta interna de energia elétrica por fonte em 2018	44
Figura 9: Potência instalada de energia solar fotovoltaica entre 2005-2015	45
Figura 10: Mapa irradiação solar do país.....	46
Figura 11: Número de empregos por tecnologia renovável	50
Figura 12: Árvore solar, no Museu do Amanhã, Rio de Janeiro, no Brasil.....	59
Figura 13: Implantação do projeto Pirâmide Solar do Caximba, Curitiba	59
Figura 14: Estações-tubo de ônibus de Curitiba com geração de energia solar.....	60
Figura 15: Estacionamento da UFPR.....	60
Figura 16: Porto Alegre possui ponto de ônibus tecnológico com energia solar.....	61
Figura 17: Projeto Habitacional Smart City Laguna, Croata.....	62
Figura 18: Entrada principal do Projeto Habitacional Smart City Laguna.....	62
Figura 19: Fluxograma da 1ª parte metodológica	64
Figura 20: Fluxograma da 2ª etapa metodológica.....	66
Figura 21: Mapa das cidades do raio de até 150 quilômetros da cidade de Cerro Largo – Rio Grande do Sul.....	67
Figura 22: Mapa geral das cidades do Rio Grande do Sul	69
Figura 23: Mapa das cidades dos entrevistados.....	76

Figura 24: Cidades com monitoramento da energia fotovoltaica pela empresa.....	103
Figura 25: Proposta de residência unifamiliar utilizando placas fotovoltaicas.....	107
Figura 26: Proposta de residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas.....	107
Figura 27: Proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas.....	108
Figura 28: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares fotovoltaicas.....	108
Figura 29: Proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas.....	109
Figura 30: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares.....	109
Figura 31: Proposta de cidade inteligente utilizando placas fotovoltaicas.....	110
Figura 32: Proposta de residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas.....	110
Figura 33: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares fotovoltaicas...	111
Figura 34: Proposta de cidade inteligente.....	111
Figura 35: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares fotovoltaicas...	112
Figura 36: Proposta de cidade inteligente.....	112
Figura 37: Proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Áreas de ação de energia renovável para cidades	57
Tabela 2: População de Cerro Largo-RS e entorno.....	67
Tabela 3: Atividade profissional.....	87
Tabela 4: Valor médio da conta de energia elétrica.....	91
Tabela 5: Cidades da região das Missões - RS.....	102
Tabela 6: Alguns comentários da pesquisa aplicada	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo dos principais estudos sobre energia fotovoltaica.....	26
Quadro 2: Resumo dos principais estudos sobre cidades inteligentes.....	29
Quadro 3: Definições cidades inteligentes.....	52
Quadro 4: Características do estudo da pesquisa.....	53
Quadro 5: Critérios das cidades inteligentes.....	55
Quadro 6: Análise geral dos questionários aplicados	73
Quadro 7: Dados compilados do questionário.....	104

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Faixa etária	74
Gráfico 2: Sexo predominante.....	75
Gráfico 3: Cidades aplicadas.....	76
Gráfico 4: Respostas da pergunta sobre energia fotovoltaica	77
Gráfico 5: Respostas da pergunta sobre energia solar fotovoltaica	78
Gráfico 6: Respostas da pergunta sobre interesse em energia solar	79
Gráfico 7: Questionamento referente à energia solar.....	79
Gráfico 8: Questionamento referente à energia fotovoltaica	80
Gráfico 9: Motivo pelo pouco uso da energia fotovoltaica	81
Gráfico 10: Argumentos da população pelo pouco uso da energia fotovoltaica	81
Gráfico 11: Questionamento sobre empresas no ramo da energia fotovoltaica	82
Gráfico 12: Questionamento sobre simulador energia fotovoltaica	83
Gráfico 13: Questionamento sobre monitoramento de energia elétrica	84
Gráfico 14: Questionamento sobre racionamento de energia	84
Gráfico 15: Questionamento sobre tecnologia fotovoltaica	85
Gráfico 16: Nível socioeconômico	86
Gráfico 17: Grau de escolaridade.....	87
Gráfico 18: Condição legal da moradia	89
Gráfico 19: Quantidade de pessoas por residência.....	89
Gráfico 20: Domicílio residencial x comercial	90
Gráfico 21: Quantidade estimada de climatizadores na residência	91
Gráfico 22: Quantidade estimada de eletrodomésticos das residências	92
Gráfico 23: Escala do valor da conta de energia elétrica	93
Gráfico 24: Benefício da energia solar fotovoltaica	94
Gráfico 25: Benefício da energia fotovoltaica.....	94
Gráfico 26: Questionamento referente sustentabilidade	95
Gráfico 27: Questionamento sobre educação sustentável.....	96
Gráfico 28: Questionamento sobre impacto ambiental.....	97
Gráfico 29: Questionamento sobre cidades inteligentes	98
Gráfico 30: Questionamento sobre cidade inteligente.....	99
Gráfico 31: Questionamento sobre incentivo do governo.....	100
Gráfico 32: Questionamento sobre inserção no contexto da sustentabilidade	101

Gráfico 33: Classificações das diversas áreas que utilizam energia solar.....102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas

COFINS – Contribuição para financiamento da Seguridade Social

ER - Energias renováveis

FV – Sistemas fotovoltaicos

IA - Inteligência artificial

IOT - Internet of things

IPI – Imposto sobre produtos industrializados

IRENA - International Renewable Energy Agency

Km- quilômetro

N/A: não informado

NBR – Norma brasileira

RS – Rio Grande do Sul

TMB - Transporte metropolitano de Barcelona

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 OBJETIVOS	20
1.1.1 Objetivo geral	20
1.1.2 Objetivos Específicos	20
1.2 Justificativa	21
1.3 Estrutura do Trabalho	23
2 ESTADO DA ARTE	24
2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	24
2.2 NOVOS CONCEITOS DE CIDADES INTELIGENTES.....	29
2.3 MODELO DE CIDADE INTELIGENTE.....	37
2.4 GOVERNO PARA CIDADES INTELIGENTES.....	38
3. REFERENCIAL TEÓRICO	40
3.1 ENERGIA RENOVÁVEL: ENERGIA SOLAR.....	40
3.1.1 História da energia solar.....	41
3.1.2 Cenário energético atual	44
3.1.3 Potencial da energia fotovoltaica.....	46
3.1.4 Evolução da energia fotovoltaica no Brasil.....	47
3.1.5 Vantagens e desvantagens da energia solar fotovoltaica.....	48
3.1.5.1 Vantagens Ambientais.....	49
3.1.5.2 Desenvolvimento Socioeconômico.....	50
3.2 CIDADES INTELIGENTES.....	51
3.3 CRITÉRIOS CIDADE INTELIGENTE.....	55
3.4 DEFINIÇÕES ABNT NBR ISO 37122:2020.....	56
3.5 ENERGIA RENOVÁVEL NAS CIDADES.....	57
3.6 CAMINHOS DAS CIDADES BRASILEIRAS INTELIGENTES.....	58

4	METODOLOGIA	63
4.1	PRIMEIRA ETAPA METODOLÓGICA.....	64
4.2	SEGUNDA ETAPA METODOLÓGICA: ESTUDO DE CASO.....	65
4.2.1	Área de Estudo.....	65
4.2.2	Formulário on-line para pesquisa de opinião.....	70
4.3	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS.....	73
5	RESULTADOS DE ANÁLISES	74
5.1	RESPOSTAS AO FORMULÁRIO ON-LINE.....	74
5.1.1	Faixa etária.....	74
5.1.2	Dados da pesquisa.....	75
5.1.3	Cidades identificadas na pesquisa.....	75
5.1.4	Sistema de energia fotovoltaica.....	77
5.1.5	Nível Socioeconômico.....	86
5.1.6	Grau de escolaridade.....	86
5.1.7	Atividade Profissional.....	87
5.1.8	Condição de moradia.....	88
5.1.9	Educação Sustentável.....	95
5.2	Visita técnica.....	101
5.3	ANÁLISE DE DADOS.....	103
5.4	COMENTÁRIOS DA PESQUISA.....	105
5.5	MAQUETE DIGITAL - RESIDÊNCIA/ CIDADE INTELIGENTE.....	106
6	CONCLUSÃO	115
	REFERÊNCIAS	119
	APÊNDICES	129

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se ser bastante comentado um assunto nas mídias, referente às cidades inteligentes e sobre a energia solar, a qual vem conquistando aos poucos o seu espaço, a fim de tornar-se difundido no planejamento urbano sustentável.

A população do mundo todo cresce constantemente demandando energia elétrica para supri-la, tanto nos grandes centros, como nas áreas rurais. Essa demanda pela utilização da energia faz com que o consumo dos recursos naturais seja grande, assim emanando mais gases, como o dióxido de carbono (CO₂), nos processos de geração de energia (GOLDEMBERG & LUCON, 2007).

O avanço de tecnologias na área de energia permitiu novas concepções inspiradas em cidades inteligentes, através de construções sustentáveis, utilizando energias renováveis, sendo elas empregadas pelos setores industriais, comerciais e domésticos (GOLDEMBERG, 2000; BERMAN, 2008; KANTER E LITOW, 2009; HARRISON E DONNELLY, 2011).

Smart Cities (Cidades Inteligentes) é um conceito dado para as cidades nas quais se buscam melhorias em seu contexto, utilizando tecnologias emergentes. As Smart Cities são um novo tipo de planejamento urbano que tem como objetivo tornar as cidades mais agradáveis, inclusivas, mais verdes e limpas, sendo um ponto crucial para a melhoria da qualidade de vida de bilhões de pessoas que vivem em cidades em todo o mundo (COCCHIA, 2014).

De acordo com o Relatório *World Urbanization Prospects 2018*, da Organização das Nações Unidas, prevê-se que até 2050 cerca de 6,6 bilhões de pessoas estarão vivendo em complexos aglomerados urbanos. Por isso, o planejamento das cidades tem se tornado alvo de debates.

Atualmente, as cidades são cenário de grande parte dos problemas ambientais globais. Perante essa instigação, soluções para as cidades vêm sendo debatidas e comentadas na academia, essas muitas vezes conhecidas como: *smart city*, *sustainable city*, *cognitive city*, *knowledge-based city*, entre outros (ABDALA et al., 2014).

Pesquisas indicam que o termo cidade inteligente apresenta novas tecnologias e suas aplicações nas cidades (KUIKKANIEMI et al., 2011) tal e qual,

aplicabilidade na administração pública também (ODENDAAL, 2003; NAPHADE et al., 2011; LEE; BAIK; LEE, 2011).

As cidades têm necessidades de infraestruturas significativas, exigindo soluções inovadoras para atualizar edifícios antigos, estradas, dutos, bem como o sistema nacional de rede elétrica.

A cidade inteligente é uma oportunidade para a cidade desenvolver materiais avançados sustentáveis, que irão reduzir custos, trazer tecnologia e novos materiais ao transformar centros urbanos em cidades sustentáveis eficientes. Isso, usando sistema integrado de água, como exemplos, economia verde, reuso, inteligente infraestrutura de rede e sistemas de transporte urbano rápido.

Essa pesquisa tem como principal objetivo estudar as bases de uma cidade inteligente, de forma a visualizar algumas das iniciativas para se tornar uma delas e, conseqüentemente, melhorando as cidades para os seus habitantes e turistas. Além disso, serão exemplificadas algumas cidades-modelo, as quais já têm iniciativas e projetos bem consolidados, além de outros futuros e em andamento, para, com isso, observar que já existem iniciativas perto da região.

No início de março do ano de 2020, a vida dos brasileiros mudou radicalmente. As notícias de um vírus de rápida propagação e alta letalidade, que parou a Europa, tornaram-se realidade no Brasil também. O distanciamento social foi recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como forma de conter a disseminação do COVID-19. Os governos estaduais estabeleceram decretos para regulamentar o funcionamento dos serviços essenciais.

Os números de contaminados aumentaram exponencialmente e passaram a ter rostos, nomes e histórias. Nenhum pesquisador vai passar imune por um período de tanta dramaticidade e que vai requerer muitas avaliações e estudos.

Por esses motivos, ou seja, por motivos de pandemia, escolheu-se realizar este estudo sob a forma on-line, através de pesquisa utilizando meios digitais, isto é, tanto via e-mails, como pelas redes sociais, de forma anônima pelos participantes não identificados, a fim de garantir e zelar pela segurança e saúde de todos os envolvidos no desenvolvimento, ao longo deste trabalho.

Para que os objetivos deste estudo sejam contemplados, esta pesquisa está estruturada em seis capítulos. O primeiro capítulo contempla a apresentação, a

justificativa e a relevância do estudo, o contexto atual no qual se desenvolveu a pesquisa, a problemática investigada, além do objetivo geral e dos objetivos específicos. O segundo capítulo é uma revisão da literatura sobre Cidade Inteligente e energia solar fotovoltaica. Em seguida, no capítulo três, são apresentados os cenários, história e algumas vantagens da energia solar além de alguns critérios de cidades inteligentes. No capítulo quatro, constam os procedimentos metodológicos adotados. O capítulo cinco expõe os principais resultados da pesquisa e suas análises. Por fim, no capítulo seis, são salientadas as considerações finais do estudo, além de suas limitações e sugestões para investigações futuras.

As próximas seções descrevem a justificativa e a relevância do estudo, o contexto e a problemática de pesquisa, objetivo geral e os objetivos específicos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Tem-se por objetivo analisar qualitativamente a contribuição de energia fotovoltaica nas cidades aplicadas nesta pesquisa, como parte da contribuição de tecnologias para uma cidade inteligente.

1.1.2 Objetivos Específicos

Na presente dissertação buscou-se o conceito de cidade inteligente para desenvolver e aplicar os questionamentos a seu respeito. Para isso desenvolveram-se os seguintes objetivos específicos:

- Revisar a literatura buscando os principais estudos sobre cidade inteligente e energia solar fotovoltaica;
- Analisar a importância da energia solar;
- Avaliar suas vantagens e desvantagens;
- Entender por que esta fonte de energia ainda é pouco utilizada pelas pessoas, a fim da determinação da coleta de dados, verificando-se através das respostas dos questionários;

- Desenvolver e aplicar questionários de forma anônima para participantes não identificados;
- Identificar a quantidade de pessoas que já fazem o uso dos sistemas de energia solar;
- Avaliar qualitativamente os dados levantados através do questionário, para determinação da coleta de dados;
- Sugerir modelo de proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas através de maquete digital.

1.2 Justificativa

O nosso planeta se encaminha para populações cada vez mais numerosas, necessitando de um planejamento e de uma sustentabilidade urbana. No entanto, para um bom planejamento urbano, precisa-se de ações estratégicas com eficácia do governo, encaminhando as cidades para modelos mais inteligentes e sustentáveis. Diante disso, a busca pela possibilidade de expandir a energia renovável, a solar, nas construções residenciais, comerciais e demais edifícios, de forma a contribuir para o alcance de cidade inteligente sustentável, necessita ser ampliada e difundida (PERBOLI et al., 2014).

De forma geral, a criação das cidades inteligentes sobrevém como resultado das crescentes necessidades das cidades por melhor posicionamento e da sociedade por melhores condições de vida. (WEISS, 2016).

Ultimamente, o termo “cidades inteligentes” é alvo de estudos e discussões em várias partes do mundo e no Brasil; esse tema começa a ocupar a agenda dos governos, das organizações não governamentais, da academia, de empresas e também dos cidadãos (WEISS, 2016). Muitos trabalhos acadêmicos e pesquisas têm sido divulgados nas principais publicações científicas do mundo, buscando alternativas e procurando entender como as tecnologias, como a energia solar fotovoltaica, podem contribuir para alcançar uma cidade inteligente.

No meio acadêmico, Cidade Inteligente é um tema novo, ainda em estudo. O primeiro tema indexado na base de dados *Scopus* em relação ao conteúdo é do ano de 1997, e não há uma interpretação permanente sobre o tema em si. Para a relevância desta pesquisa, buscou-se, nas bases de dados, a contribuição teórica

para avaliar a importância deste contexto, bem como uma revisão de literatura para construção do referencial teórico.

As cidades do Brasil convivem com desafios históricos, não só de segurança, saúde, educação, saneamento, habitação e desigualdade, como também de escassez de recursos hídricos, racionamento de energia elétrica e do efeito estufa, que vem gerando as temperaturas do planeta cada vez mais altas que o normal. Para construir uma cidade inteligente, são necessárias soluções que resolvam esses problemas, enfrentando, simultaneamente, os novos desafios e a dinâmica das cidades modernas. Isso com sustentabilidade, uso de energias renováveis, como a energia fotovoltaica, rumo a um futuro com maior qualidade de vida para as pessoas, através dessas tecnologias (CUNHA et al, 2016).

A energia solar fotovoltaica ainda possui pouca disseminação, com um dos menores percentuais nas matrizes energéticas. Isso devido a diversos fatores, como custo elevado, falta de conhecimento a respeito, falta de políticas públicas e de incentivos e algumas barreiras tecnológicas (IEA, 2010).

Os módulos fotovoltaicos podem ser sobrepostos nas próprias edificações, gerando energia aos elementos construídos, e assim produzindo também grande fluxo aos cofres públicos (IEA, 2010).

Desse modo, a justificativa para a execução deste trabalho é reunir informações do estudo da tecnologia fotovoltaica, para facilitar a integração dos módulos fotovoltaicos nas cidades e eliminar uma das barreiras de disseminação da tecnologia: o desconhecimento por parte da população para se chegar a uma cidade inteligente. Por fim, optou-se por tratar somente da energia fotovoltaica, por ser a realidade das cidades aplicadas nesta pesquisa. A busca por novas fontes de energia, no caso da energia solar fotovoltaica, necessita ser estudada, para diminuir as barreiras de conhecimento que dificultam o crescimento dessa tecnologia. Assim, este trabalho poderá contribuir para diminuir as barreiras de conhecimento sobre a energia solar.

A justificativa também para esta pesquisa encontra-se no capítulo dois desta dissertação, no estado da arte, onde se apresenta uma revisão bibliográfica com o intuito de conhecer o tema cidades inteligente com enfoque na energia solar. Portanto, a divulgação dos resultados esperados desta pesquisa, na comunidade científica, pode contribuir com a maior consolidação e compreensão teórica do tema abordado.

1.3 Estrutura do trabalho

Esta dissertação se inicia com o capítulo de introdução, no qual é abordado sobre o planejamento urbano nas cidades e o avanço das tecnologias. Seguido da contextualização, apontam-se os objetivos a serem alcançados e faz-se a exposição da justificativa.

O segundo capítulo é o Estado da Arte, no qual se expõe a revisão bibliográfica acerca da energia solar fotovoltaica, com alguns dos seus principais estudos. Assim como, traz alguns novos conceitos de cidades inteligentes, modelos e exemplos, inclusive iniciativas e a forma de governo dessas cidades.

O terceiro capítulo descreve o referencial teórico desta pesquisa, como a história da energia solar, sua evolução, seu potencial e o cenário energético atual. Além do mais, nesse capítulo constam marcos regulatório de definição de cidades inteligentes e alguns critérios para elas. O capítulo é finalizado com literaturas sobre energias renováveis, dando ênfase à energia solar fotovoltaica, seguido de alguns caminhos para cidades inteligentes brasileiras.

O quarto capítulo apresenta a metodologia deste estudo, com o delineamento da pesquisa, a abordagem e, por fim, os procedimentos de coleta e a análise dos dados.

No quinto capítulo são representados os resultados obtidos e suas análises em gráficos e tabelas, os quais abordam o tema deste trabalho.

Por fim, apresentam-se as considerações finais e algumas sugestões para serem trabalhadas em futuros trabalhos.

2 ESTADO DA ARTE

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica com o intuito de conhecer o que está sendo produzido em relação ao tema cidades inteligente, com enfoque na energia solar. Este levantamento teve como base artigos completos publicados no portal de Periódico da CAPES. Foram utilizados critérios para a seleção dos trabalhos, destacando artigos entre os anos de 2008 a 2020, nos tópicos nas áreas de energias renováveis, cidades inteligentes, energia solar fotovoltaica, Smart city, conforme apresentado no quadro 1 e no quadro 2.

Além da seleção desses trabalhos, a pesquisa teve embasamento em dissertações de mestrado, teses de doutorado, Google Scholar, E-book, revistas, Webnários, livros, manuais de engenharia para sistemas fotovoltaicos, normas brasileiras, portfólio científico e relatórios de iniciação científica.

2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar é uma tecnologia que está entrando no mercado e tem tudo para se tornar promissora, sendo encontrados estudos a seu respeito em diversas partes do mundo.

Os chamados geradores fotovoltaicos são fontes de energia elétrica bem estabelecidas, com cerca de 21 GW de capacidade mundial instalada em 2010, com taxas de crescimento anuais projetadas de 25-30% para as próximas duas décadas (DENG et al., 2013).

O líder global em utilização de energia elétrica fotovoltaica é a Alemanha. Isso devido a um programa alemão de 1999, destinado a cobrir 100.000 telhados com células solares, de modo que foi considerado o primeiro do mundo a promover a tecnologia fotovoltaica em grande escala. Ainda, o programa previa empréstimos a juro zero, que iniciavam apenas a partir do terceiro ano de implementação do sistema. Em relação à energia fotovoltaica, a Alemanha tem aproximadamente metade da insolação solar disponível em outros lugares mais iluminados, como no Norte da África, o que afasta as desculpas que pregam a inviabilidade dessa matriz em locais com pouca insolação (GONÇALVES et al., 2016).

Para alcançar o conhecimento, faz-se necessário explicitar o conceito de energias renováveis e cidades inteligentes e sustentáveis, tornando esta pesquisa mais compreensível e conclusiva.

A Resolução Normativa nº. 482/2012 do setor de energia elétrica e os recursos federais para o financiamento de investimentos em energias renováveis são formas de incentivos disponibilizados à implantação de energias renováveis. Trata-se de uma oportunidade recente no Brasil, sem muita discussão na literatura científica. O incentivo para implantação desse tipo de tecnologia pode vir a gerar resultados benéficos para o país. Essa implantação apresenta-se como uma possível alternativa para promover a sustentabilidade econômica, social e ambiental, alcançando um impacto ambiental e social positivo, apresentando-se como uma tecnologia economicamente viável.

A necessidade de utilizar fontes geradoras de energia renovável já foi defendida por vários autores, como Monzoni et al. (2010), Lucon e Goldemberg (2009), os quais apontaram que as energias renováveis não devem ser consideradas como alternativas, mas sim como prioridades.

No caso brasileiro, a maior parte do território está próximo da linha do Equador, porém a maior parte da população brasileira e das atividades socioeconômicas estão em regiões distantes da linha Equatorial. Um exemplo disso é Porto Alegre (capital brasileira mais ao sul), o que não inviabiliza o aproveitamento da radiação solar pela energia fotovoltaica, pois os painéis podem ser ajustados conforme a latitude local e o período de maior demanda de energia solar, como o verão (GONÇALVES et al., 2016).

Portanto, percebe-se, que os obstáculos para a implantação de painéis fotovoltaicos não estão relacionados ao espaço disponível para a instalação desses painéis, porque podem ser instalados nos telhados das casas, por exemplo.

Alguns países já fazem o uso de sistemas solares de grande porte, com ideias propostas por empresas e pesquisadores da utilização de sistemas fotovoltaicos em larga escala, como é o caso da empresa japonesa Sanyo, cujo projeto GENESIS (Global Energy Network Equipped with Solar Cells and International Superconductor Grids), prevê a instalação, ao redor da terra, de um cinturão de centrais solares interconectados com hipercondutores, para suprir a energia de toda a humanidade (SHAYANI R. A., 2006).

Já na Austrália há o projeto da Torre Solar, apto para projetar 200 MW de energia por meio de uma estrutura de 1.000 metros de altura por 150 metros de diâmetro, com estimativa de aplicação de 800 milhões de dólares (SOLAR MISSION, 2006).

Muitos autores já realizaram pesquisas sobre energia solar fotovoltaica como energia renovável. O quadro 1 a seguir apresenta alguns estudos encontrados na literatura, realizados por diferentes autores. Os nomes dos pesquisadores e os objetivos de trabalhos realizados sobre energia fotovoltaica renovável e suas características são informações apresentadas.

Quadro 1: Resumo dos principais estudos sobre energia fotovoltaica

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
LIMA et al., (2020)	Renewable energy in reducing greenhouse gas emissions: Reaching the goals of the Paris agreement in Brazil	Emissions; Renewable Energy; Greenhouse gases COP21 Agreement	O objetivo deste trabalho é revisar a expansão do uso de fontes renováveis de energia para atender às metas do INDC, dada a vulnerabilidade futura da matriz elétrica brasileira.	Journal Elsevier: Environmental Development
LUNA et al., (2019)	Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012	Distributed Generation; Brazil; Solar Photovoltaic; Regulation; Normative Resolution ANEEL 482/2012.	O objetivo deste artigo é apresentar uma análise da evolução da GD solar fotovoltaica no Brasil, após a NR nº 482/2012 da ANEEL.	Journal Elsevier: Energy Procedia
RIGO et al., (2019)	Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil?	Solar PV power; Distributed micro generation and minigeneration; Critical success factors (CSF); Barriers.	Discutir quais são os fatores críticos de sucesso para o crescimento da energia solar fotovoltaica em pequena escala no Brasil.	Journal of Cleaner Production
MADSEN; HANSEN, (2019)	Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics.	Logistic growth; Solar power; Modelling; Future energy production; Investment and solar power production; Learning curve.	Analisar o desenvolvimento da energia solar na Europa e, para os três países líderes (Alemanha, Itália, Espanha); Propor um modelo baseado em padrões de crescimento logístico.	Journal Elsevier: Renewable and Sustainable Energy Reviews
SILVA et al.,	Agenda 2030 e os	Fontes	Buscar	Open

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
(2019)	desafios para a garantia de acesso à energia limpa e renovável	energéticas, Desenvolvimento Sustentável, Energias renováveis.	mostrar quais os desafios para garantir o acesso às fontes energéticas limpas e sustentáveis.	Journal Systems: Meio Ambiente (Brasil)
CRUZ et al., (2020)	Análise socioambiental e legislativa dos impactos da energia solar fotovoltaica no Brasil	Energia Solar Fotovoltaica, Brasil, Resoluções Normativas.	Buscar informações sobre a situação atual do panorama legislativo, comercial e social em relação ao uso e delimitações das fontes de energias renováveis, tendo a energia solar fotovoltaica como a principal fonte abordada no trabalho.	Brazilian Journal of Development
CRIOLLO et al., (2019)	Design de participação comunidade para projetos energia fotovoltaica	Alumbrado público, Energía fotovoltaica, Energía renovable comunitaria, Participación comunitaria.	O objetivo era desenvolver metodologia participativa para determinar a configuração espacial de um possível projeto fotovoltaico.	Estoa
GONZÁLEZ et al., (2020)	Estudio de viabilidad de sistemas fotovoltaicos como fuentes de energía distribuida en la ciudad de Arica, Chile	Sistemas fotovoltaicos; Energía solar; Sistemas on-grid; Fuentes de Energía distribuida; Evaluación	Analisar as perspectivas de viabilidade econômica da instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede em residências da cidade de Arica, no Chile.	Información Tecnológica
TAKIGAWA et al., (2019)	Analysis of the Financial Viability of a Photovoltaic System to a Consumer Unit in South Brazil.	Brazilian energy scenario; Photovoltaic system; Sizing; Financial viability; Consumer.	Apresenta uma análise da instalação do sistema fotovoltaico em uma unidade comercial de consumo em Florianópolis-Brasil.	Revista chilena de Ingeniería
SEGUEL et al., (2013)	Methodology for the design of a stand-alone photovoltaic power supply	Photovoltaic power systems, DC-DC power converters, energy storage, power electronics, buck.	Apresentar uma metodologia completa para o projeto de um sistema fotovoltaico autônomo para maximizar o uso da energia solar.	Revista chilena de Ingeniería
CARVALHO et al., (2010)	Energia Solar: Um passado, um presente... Um futuro auspicioso	Células fotovoltaicas; energia solar; células solares	Nesta revisão são considerados alguns dos últimos desenvolvimentos	Revista Virtual de Química

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
		corantes.	tecnológicos, enfatizando resultados obtidos na área das Células Solares Sensibilizadas por Corantes (CSSC).	

Fonte: Elaborado pela Autora, 2022

Para Lima et al. (2020), as mudanças recentes no ciclo hidrológico comprometeram a capacidade de geração hidrelétrica, assim, é necessário expandir e diversificar o uso de fontes de energia renováveis. O potencial de geração de energia elétrica no Brasil, por meio de energia solar é imenso, e pode ser maximizado se as políticas do governo forem adequadas às demandas do setor.

Já para Silva et al. (2019), a matriz energética mundial vai passar por momento de mudança para se adaptar a novos paradigmas, principalmente no que diz respeito às utilizações de fontes de energia renováveis.

Carvalho et al. (2010), afirmam que a tecnologia solar utilizada até agora deixa-nos uma garantia de futuro: é uma tecnologia de ponta, em que a ciência está mesmo a serviço da humanidade.

Os estudos desenvolvidos por Cruz et al. (2020) concluíram que a utilização da energia fotovoltaica como fonte de energia renovável se mostra extremamente promissora no Brasil por diversos aspectos, já que o país tem um grau de incidência solar muito elevado devido a sua localização. Ao aplicar o uso dessa energia na forma de captação de energia elétrica não se abrange somente a questão da economia no consumo, mas também a questão ambiental, pois se trata de um recurso renovável, tema que é alvo de discussão como alternativa para geração e consumo de energia elétrica, sendo uma alternativa para a diminuição na emissão de poluentes no meio ambiente.

Criollo et al. (2019) consideram que uma forma de promover o uso da energia fotovoltaica é dando lugar à pesquisa acadêmica, que é uma chave para promover iniciativas de pesquisa-ação em comunidades, por exemplo.

Entre todos os autores e estudos realizados, notou-se que a maioria deles defende a ideia de expandir e diversificar o uso de fontes de energia renováveis, através da energia fotovoltaica. Como fonte de energia renovável, ela vem se mostrando promissora no Brasil, já que o país tem um grau de incidência solar muito

elevado devido a sua localização. Também pode-se verificar que todos os autores citaram a opção de continuar os estudos nessa área, a fim de tornar essa tecnologia mais difundida e conhecida.

2.2 NOVOS CONCEITOS DE CIDADES INTELIGENTES

A origem do conceito de cidade inteligente ocorre com o movimento crescimento inteligente, no final dos anos 90, o qual resguardava que os governos das cidades ampliassem novas políticas de desenvolvimento de área urbana, que incentivassem o aumento da eficiência urbana em relação à energia, transporte, uso da terra, em reação a altos impactos do congestionamento do tráfego e da poluição do ar.

O conceito de cidade inteligente nasceu em 1994 (GONÇALVES et al., 2016). Porém, é usado no mundo todo com diferentes nomenclaturas e significados.

Diversos autores já realizaram estudos com diferentes conceitos sobre cidade inteligente, considerando diferentes formas de pensamento e suas características. O quadro dois, apresenta alguns estudos encontrados na literatura e realizados por diferentes autores e os objetivos de trabalhos realizados sobre cidades inteligentes.

Buscou-se, através desse levantamento teórico, embasar o projeto de pesquisa com diferentes ideias sobre o tema correspondente, ou seja, o conceito de cidades inteligentes.

Quadro 2: Resumo dos principais estudos sobre cidades inteligentes

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
GONÇALVES et al., (2016)	A contribuição das fontes de energia renováveis para a construção de cidades digitais inteligentes: Uma breve análise do contexto brasileiro.	Fontes de energia renováveis; Energia fotovoltaica; Cidade digital inteligente; Edificações.	Contribuir para a reflexão sobre a integração de energias renováveis na construção de cidades digitais inteligentes.	Revista Espacios
ABREU; MARCHIORI, (2020)	Aprimoramentos sugeridos à ISO 37.120 "Cidades e comunidades sustentáveis" advindos do conceito de cidades inteligentes.	Cidades inteligentes; ISO 37.120; Cidades inteligentes sustentáveis; Indicadores; Medição de	Pesquisas por estudos anteriores que pudessem ser referência em indicadores sobre cidades inteligentes, complementares à	Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
		desempenho.	ISO 37.120:2018 “Sustainable cities and communities- Indicators for city services and quality of life”.	
LAZZARETTI et al., (2019)	Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras.	Cidades inteligentes; Redes; UCINET.	Identificar a rede de pesquisadores brasileiros que estudam cidades inteligentes e descrever as principais contribuições para o debate sobre o tema.	Revista Brasileira de Gestão Urbana
ABDALA et al., (2014)	Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis? Uma revisão sistemática de literatura.	Cidade inteligente; Cidade sustentável; Revisão sistemática; Desenvolvimento sustentável; Visão integrada.	Identificar como as cidades inteligentes estão contribuindo para a construção de uma cidade sustentável.	International Journal of Knowledge Engineering and Management
HOLLANDS, (2008)	Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?	—	Fornecer uma polêmica crítica preliminar contra alguns dos aspectos mais retóricos das cidades inteligentes; Problematizar uma série de elementos que caracterizam esta nova forma urbana, bem como questionar algumas das suposições/contradições subjacentes escondidas dentro do conceito.	Taylor & Francis. City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action
SILVA et al, (2020)	CISSA: Intelligent and Safe City Conceptual Model Based on a Self-Adaptive System.	Smart city; Public security; Self-adaptive system; Computational solutions.	Desenvolver um modelo conceitual denominado cidade inteligente e segura baseado em Sistema Auto-adaptativo.	Research, Society and Development
AZEVEDO; OLIVEIRA, (2020)	Smart city e mobilidade: análise do estudo do plano de mobilidade da smart city Cidade de Votuporanga – um estudo de caso.	Smart Cities; Mobilidade; Indicadores; Votuporanga.	Analisar um estudo realizado pela prefeitura da cidade de Votuporanga para implantar o Plano de Mobilidade Urbana; Entender se a cidade se encontra no caminho de se tornar uma Cidade	Brazilian Journal of Development

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
			Inteligente; Entender se a cidade possui bons resultados.	
GOMES; LONGO, (2020)	Cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: Um desafio além da tecnologia.	Cidades inteligentes; Sustentabilidade Inovação; Transformação.	Fornecer o resultado de vasta pesquisa pautada na tecnologia e o fator humano em como impactam o desenvolvimento de cidades inteligentes.	Brazilian Journal of Development
GOMES et al, (2020)	Smart cities: construção sustentável e edifícios inteligentes são tendências para o futuro.	Smart Cities; Smart Buildings; Internet das Coisas; Sustentabilidade Qualidade de vida.	Apresentar os conceitos vinculados aos chamados smart buildings, bem como, a aplicação de soluções sustentáveis, vinculadas a tecnologia nestas edificações; Buscar uma minimização do processo acelerado de urbanização no país.	Brazilian Journal of Development
GUIMARÃES et al, (2020)	A implantação de cidades inteligentes no Nordeste brasileiro: um breve diagnóstico.	Cidades inteligentes; Cidades sustentáveis; Cidades Digitais; Nordeste Brasileiro; Projetos inteligentes.	Analisar o resultado do 'Ranking Connected Smart Cities', do ano de 2018, e as informações referentes à região do Nordeste brasileiro.	Revista de Direito da Cidade
CARNEVALI; ALCANTARA, (2020)	Cidades inteligentes e a sustentabilidade urbana.	Cidade Inteligente; Sustentabilidade Big Data; Internet das Coisas.	Investigar a recente experiência mundial de sistemas digitais inteligentes, com a finalidade de garantir a sustentabilidade das cidades; examinar as concepções públicas, motivações, implementações, características e nível de maturidade.	Caderno Intersaberes
CARVALHO et al, (2020)	Smart Cities: avaliação das características dos Ecossistemas de inovação de duas	Cidade Inteligente; Ambiente de Inovação.	Investigar quais são as características dos ecossistemas de inovação das	Cadernos de Prospecção – Salvador

Autor e ano	Título do artigo	Palavras-chave	Objetivo	Revista
	idades Inteligentes brasileiras.		idades mais inteligentes do mundo para análise e aperfeiçoamento das cidades brasileiras.	

Fonte: Elaborado pela Autora, 2021

Para Gonçalves et al. (2016), é necessário o entendimento dos conceitos sobre as cidades inteligentes em relação ao uso das energias renováveis, para assim concluir o estudo.

Lazzaretti et al. (2019) afirmam que usaram em suas pesquisas conceitos de cidades inteligentes de autores internacionais, em que poucos autores brasileiros arriscaram em criar o seu próprio conceito.

Os estudos desenvolvidos por Hollands (2008) demonstraram críticas sobre as cidades que têm sido chamadas como *Smart*/inteligente, por apresentarem dificuldade em lidar com o aumento da desigualdade social.

Abdala et al. (2014) consideram que cidade inteligente é sinônimo de cidade resiliente e sustentável, com capacidade de adaptação e construções inteligentes, como criação de ambientes de convivência sustentáveis.

Segundo Azevedo et al. (2020) para se construir uma cidade inteligente é preciso pensar nos fatores que contribuem para que a população possa ter um ambiente eficaz na questão do desenvolvimento e da qualidade. Para tanto, as *Smart Cities* são uma tentativa de responder a esses desafios. Um desses fatores é a mobilidade urbana que, como o próprio nome já diz, é pensar para a cidade ter uma qualidade de mobilidade urbana melhor, fazendo assim um melhor uso dos serviços públicos e do espaço urbano. Outros fatores são acessibilidade a serviços públicos e particulares, educação, acesso à energia solar, saúde e administração pública para as cidades.

Quando o assunto é desenvolvimento sustentável, podemos ter as cidades inteligentes. Elas são projeção do ambiente urbano futuro e são cidades que evoluíram ao longo do tempo (ABREU; MARCHIORI, 2020).

Para considerar uma cidade inteligente é necessário ela estar de acordo com os parâmetros do Acordo de Paris, principalmente com a urbanização das cidades e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Acordo esse que foi assinado por 195 países, inclusive o Brasil, e é um tratado mundial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GOMES; LONGO, 2020).

Especialistas não conseguem fazer uma única classificação de cidade inteligente, devido à variedade de tecnologias envolvidas e aos problemas de sustentabilidade urbana diferente que cada cidade pode ter (CARNEVALI; ALCANTARA, 2020).

Já as pesquisas desenvolvidas por Carvalho et al. (2020) sobre a definição de cidade inteligente levam em consideração o desempenho de nove dimensões fundamentais: capital humano, coesão social, economia, governança, meio ambiente, mobilidade e transporte, planejamento urbano, alcance internacional e tecnologia.

Quando se busca a questão da sustentabilidade, esta permeia a definição de cidade sustentável, porém também compreende o conceito das Smart Cities (GUIMARÃES et al., 2020).

Segundo o *British Standards Institution* (BSI, 2014), cidades inteligentes trazem alguns benefícios, como um sustentável, próspero e inclusivo futuro aos cidadãos e justificam o sinônimo cidades inteligentes sustentáveis (HARA et al., 2016; AHVENNIEMI et al., 2017).

As edificações nas *Smart Cities* devem possuir projetos que reduzem os impactos ambientais, como aproveitamento de águas pluviais, produção de energia solar, através da energia fotovoltaica, e entre outras soluções que não prejudicam o meio ambiente (GOMES et al., 2020).



Figura 1: Cidade de Fujisawa, no Japão, é uma Smart City, localizada a cerca de 50km da capital Tóquio (Adaptado de EXAME, 2014)

Cidade inteligente tornou-se um exemplo a ser seguido pelas cidades, atraindo olhares dos governos, da política, das universidades e dos institutos de pesquisas. A China é um verdadeiro exemplo, uma cidade urbanizada com 120 iniciativas, abrangendo ecos-cidade, cidades de baixo carbono e cidades inteligentes.



Figura 2: Cidade de Fujisawa (Adaptado de EXAME, 2014)

Exemplo que já existe é a cidade de Fujisawa, apresentada na figura 1 e figura 2, no Japão. Trata-se de uma Smart city. Localizada a cerca de 50 km da capital Tóquio, a cidade inteira funciona de forma inteligente. Assim, conta com serviços de compartilhamento de carros e bicicletas elétricas, casas abastecidas por energia solar em que os moradores têm até incentivo financeiro para reduzirem o consumo de energia.

Entre todos os autores e pesquisas realizadas, cada um emprega o conceito internacional de cidade inteligente diferente, de modo que se percebeu uma gama grande de conceitos e definições diferentes. Assim, cabe a cada pesquisador optar pelo conceito que for de melhor entendimento para a sua visão de pensamento, ou então criar o seu, caso não tenha encontrado algum conceito adequado criado recentemente. Também se verificou que as cidades inteligentes possuem bastantes características pelo seu nome, de modo que foi difícil encontrar alguma cidade que já possua todas as características que se enquadram no termo de cidade inteligente.

O termo cidades inteligentes teve sua evolução ao longo dos anos, principalmente entre os anos de 2010 a 2014.

Os autores veem as cidades inteligentes como aquelas capazes de adicionar qualidades, como a infraestrutura digital e a utilização das tecnologias da informação e comunicação (TIC) no meio urbano, liderança em ambiente de negócios, inclusão social, governo eletrônico, eficiência em governança, preocupação com indústrias criativas e de alta tecnologia, aprimoramento constante do capital humano, desenvolvimento urbano e sustentabilidade ambiental e social (KANTER; LITOW, 2009; GIFFINGER; HAINDLMAIER, 2010; TOPPETA, 2010; CANTON, 2011; DUTTA et al., 2011; NAM & PARDO, 2011; THITE, 2011; BARRIONUEVO et al., 2012; KOURTIT; NIJKAMP; ARRIBAS, 2012; LAZAROIU; ROSCIA, 2012; ZYGIARIS, 2013).

Cidades brasileiras vêm se aperfeiçoando para se tornarem “mais inteligentes” e, para isso, elas têm investido em outros projetos. Esses projetos “piloto” costumam ser sustentados por estabelecimentos de telecomunicações. Um exemplo de um projeto piloto custeado pela Telefônica/Vivo é o da cidade de Águas de São Pedro, município de turismo do interior de São Paulo.

Uma grande iniciativa de cidade inteligente é apresentada na imagem da figura três, que estampa uma usina fotovoltaica pela Unimed Missões/RS localizada

na Rua Universidade das Missões, trevo de acesso à Perimetral Norte, em Santo Ângelo. Essa instalação tem uma potência total de 1.366MWp e gerará 45MWh em 25 anos, além de promover a redução de CO² equivalente a cerca de 150 mil árvores plantadas.



Figura 3: Usina fotovoltaica (Adaptado de Unimed Missões/RS)

Como apresentado na figura 3 e na figura 4 a seguir, é possível ter exemplos de iniciativas de cidade inteligente, inclusive aqui na região e perto da cidade de Cerro Largo-RS.



Figura 4: Agroindústria-Cerro Largo/RS (Adaptado de rádio Missioneira)

Entre outros exemplos daqui da região das Missões, destaca-se especialmente em Cerro Largo o da Agroindústria familiar que fez um investimento com a instalação de uma estrutura de 420m² de estacionamento com um sistema fotovoltaico no teto para a produção de energia solar, conforme a figura 4.

Ainda aqui na região, na cidade de São Luiz Gonzaga, tem-se um pergolado para suporte do sistema de energia fotovoltaica na cobertura de estacionamento (figura 5).



Figura 5: Exemplo na Região das Missões, São Luiz Gonzaga/RS (Autora, 2022)

2.3 MODELO DE CIDADE INTELIGENTE

As cidades estão em constante desenvolvimento para progredirem na questão socioeconômica, na eficiência da administração pública e na invenção de canais eletrônicos para participação da sociedade. Isso tudo, apesar das diferenças de infraestrutura e tecnológica entre elas (JORDÃO, 2016). Portanto, aqui visa atender um modelo de cidade inteligente brasileiro.

Existem muitas definições de Smart City, mas nenhuma formal. Smart pode ser usualmente substituída por: inteligente ou digital. A partir das definições já descritas nesta pesquisa, é possível identificar alguns conceitos chave.

A figura 6 traz um esquema de *Smart City* em que, para atender a este modelo, é de suma importância o uso das tecnologias a favor das cidades, com uma boa gestão de governo, para assim a sociedade obter uma melhor qualidade de vida.

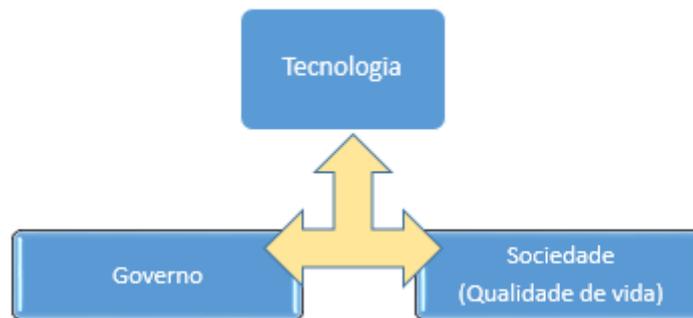


Figura 6: Esquema *Smart City* (Elaborado pela autora, 2021)

2.4 GOVERNO PARA CIDADES INTELIGENTES

As cidades inteligentes demandam a gestão de um governo eficiente que saiba lidar com todas as ações, das quais resultem aprendizados que auxiliem nas resoluções de problemas do cotidiano, de forma a potencializar o seu desempenho (RUHLANDT, 2018).

O importante papel dos gestores públicos influencia nas tomadas de decisões, como nos investimentos em infraestrutura, planejamento urbano adequado, falta de um saneamento básico, moradias adequadas e destino dos resíduos de forma correta. Um planejamento adequado é uma condição fundamental para uma boa gestão e também para a sustentabilidade das cidades.

O saneamento básico e a habitação em cidades médias são alinhados com alguns indicadores entre os quais se destaca a quantidade de residências em precárias condições, as doenças vindas dessa falta de saneamento, a coleta dos resíduos e sua reciclagem, o acesso a tratamento de esgoto e o direito à água potável.

Um governo para cidades inteligentes precisa de ideias para novas aplicações, novos modelos de negócio e uma integração de tecnologias, mas também necessita de tecnologia disponível. Enfim, basta cada gestor saber aplicar e projetar sua cidade para um desenvolvimento urbano adequado.

Os benefícios dessa governança inteligente para as pessoas são muitos, como uma eficiência urbana, sustentabilidade aplicada nas cidades, uma melhor qualidade de vida com ambientes mais verdes e sustentáveis, serviços com tecnologias inovadoras, acesso à mobilidade, acessibilidade, uma maior inclusão. Além disso, destacam-se os benefícios também gerados para as economias das cidades, uma crescente evolução social e cultural e, por fim, a visualização de uma autoimagem positiva dos centros urbanos. Porém, para obter todos esses benefícios, salienta-se que um bom governo precisa ser liderado por um processo contínuo, com um planejamento estratégico contendo sistemas integrados e monitorados com revisões periódicas. Cabe salientar também a importância de uma adesão da comunidade, que deve cooperar conjuntamente, aliada à presença de parcerias público-privadas. Assim, com todos esses fatores será possível governar para cidades inteligentes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo procura expor o embasamento teórico para o desenvolvimento deste estudo. Inicia-se com uma pesquisa sobre a energia solar, vantagens e desvantagens da utilização do sistema de energia fotovoltaico e sobre as cidades inteligentes.

3.1 ENERGIA RENOVÁVEL: ENERGIA SOLAR

A energia, o ar e a água são ingredientes essenciais à vida humana, e a eficiência energética é um recurso capaz de minimizar os impactos ao meio ambiente, locais e globais, dada a limitação imposta aos efeitos nocivos ao ambiente e ao aquecimento da terra (GOLDEMBERG E LUCON, 2007).

Energia solar, um dos assuntos mais comentados do futuro, será o resultado de um conflito com a natureza, de regulamentações e programas, junto com a evolução da tecnologia e do mundo moderno. Os avanços tecnológicos podem ser indispensáveis para o futuro, pois dadas as diferentes características geográficas, econômicas, pessoais, legais, locais, territoriais, ambientais, as análises permitem a possibilidade de desenvolvimento de um sistema unificado de política global energética (WACHTER, 2012; MARTÍNEZ-VAL PIERA, 2015), e cada local, então, define qual a fonte de energia renovável a ser pesquisada (MARTÍNEZ-VAL PIERA, 2015).



Figura 7: Disney constrói usina solar gigante (Adaptado de Isto é, 2019)

A Disney deu um grande passo ao inaugurar uma gigante usina de energia solar com 500 painéis solares e com potência para produzir 50 megawatts de energia, o suficiente para atender à demanda de dois dos seus quatro parques do complexo Walt Disney World, na Flórida. A usina, mostrada na figura sete, foi construída no final de 2018.

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade.

A perspectiva para se chegar a um futuro mais próximo, no qual as cidades trabalhem e se adaptem para se transformarem em cidades inteligentes sustentáveis, o uso da tecnologia da energia solar é um dos primeiros passos.

A aplicação de sistemas fotovoltaicos de energia solar dispensa o uso de grandes áreas de terra que precisam ser alagadas ou desmatadas, como acontece no caso das hidrelétricas. Além disso, a energia solar também resulta em obras com construções sustentáveis, usando tecnologias e projetos inovadores.

3.1.1 História da energia solar

O uso da energia solar é datado lá do século VII a.C. A humanidade já a usava para aquecer, cozinhar, iluminar ou fazendo as fogueiras.

O pesquisador associado da *Global Energy Network Institute* traz um histórico sobre a energia solar, com alguns acontecimentos de quando e como surgiu, até os dias atuais. O seu histórico encontra-se a seguir, em ordem cronológica:

- Os antigos gregos e romanos foram os primeiros a fazer suas residências com aquecimento solar e benefícios da luz solar;
- Século II a.C.: O cientista grego Arquimedes fez o uso da radiação solar refletida do sol e focou por meio de um escudo de bronze;
- Século III a.C.: Romanos e gregos utilizavam espelhos para iluminar suas tochas;
- Século VII a.C.: Os antigos utilizavam a lupa para focar a luz do sol e acender fogueiras;
- Século IV d.C.: Os banhos romanos eram aquecidos usando a água através da luz solar, inclusive isso é comprovado nos filmes romanos;
- Século XIII: Os índios Pueblos da América do Norte fizeram suas casas no penhasco, no sentido para o Sul para prover do calor do sol durante o inverno;

- Em 1767: Cientistas suíços projetaram o primeiro coletor solar;
- Em 1816: O ministro escocês Robert Stirling patenteou seu projeto para pré-aquecer o aquecedor do motor. Após, esta invenção foi utilizada na geração de eletricidade por aquecimento solar;
- Em 1837: Willoughby Smith descobriu a fotocondutividade do selênio;
- Em 1839: O cientista francês Edmund Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico. No momento em que estava trabalhando com célula de eletrólise com dois eletrodos de metal na diluição do eletrólito, ao posicioná-lo no sol, a taxa de geração de eletricidade teve um crescimento;
- Em 1860: O matemático francês August Mouchet começou a operar na máquina solar a vapor. Passados 20 anos, ele e seu assistente Abel Pire fizeram um protótipo de motores modernos que hoje são utilizados em coletores lineares parabólicos;
- Em 1876: William Grylls Adams e Richard Evans Day descobriram que o selênio causa eletricidade quando é exposto ao sol;
- Em 1880: Samuel P. Langley criou um bolômetro, um dispositivo para medir a potência da radiação térmica solar;
- Em 1883: O americano Charles Fritts produziu células solares originadas das bolachas de selênio;
- Em 1888: Heinrich Hertz constatou que a radiação ultravioleta oferece a tensão mínima necessária para faíscas entre dois eletrodos;
- Em 1891: Foi o ano em que foi patenteado, o primeiro aquecedor solar de água, pelo americano Clarence Kemp;
- Em 1904: Wilhelm Hallwachs deduziu que o cobre e os seus óxidos são fotossensíveis juntos;
- Em 1905: O cientista Albert Einstein, com sua teoria da relatividade, delineou os efeitos fotoelétricos;
- Em 1908: William J. Bailey engendrou um colecionador com bobinas de cobre e uma caixa isolada;
- Em 1916: ano em que os efeitos fotoelétricos foram experimentados por cientistas;
- Em 1918: o cientista polonês Jan Czochralski aprendeu como cultivar silício de cristal único;

- Em 1921: novamente o cientista Albert Einstein recebeu o prêmio Nobel por sua teoria do efeito fotoelétrico;
- Em 1932: descoberto o efeito fotovoltaico no sulfeto de cádmio;
- Em meados da década de 1950: primeiro edifício comercial do mundo com aquecedor solar de água;
- Em 1954: três cientistas americanos criaram a primeira célula fotovoltaica de silício;
- Em 1963: Japão instalou um painel de 24 watts em um farol;
- Em 1964: lançado no espaço o primeiro satélite da NASA com capacidade de 470 MW alimentado por células fotovoltaicas;
- Em 1969: forno solar com oito espelhos parabólicos construído em Odeillo, na França;
- Em 1970: surgem as células solares mais baratas criadas pelo Elliot Berman. Então a utilização da energia fotovoltaica torna-se ainda mais possível;
- Em 1976: NASA Lewis Research Center pela primeira vez instalou 83 sistemas fotovoltaicos em todo o mundo para fornecer luz em clínicas e o bombeamento de água;
- Em 1981: primeiro avião solar voou da França para a Inglaterra;
- Em 1986: maior usina solar térmica desse período foi lançada na Califórnia;
- Em 1999: o líder global em utilização de energia elétrica fotovoltaica é a Alemanha, pois teve um programa alemão de 1999;
- Em 2001: projetada a fotovoltaica de filme fino;
- Em 2002: começam a ser instalados os maiores sistemas solares de telhado na Califórnia;
- Em 2008: maior parque solar com sistemas de película fina foi estabelecido na Alemanha;
- Em 2013: 930 megawatts de sistemas fotovoltaicos (FV) foram instalados nos Estados Unidos, o que representa o maior trimestre de sempre para instalações fotovoltaicas residenciais;
- Em 2017, a energia solar ultrapassou qualquer tecnologia de geração de eletricidade e de energias renováveis, atingindo altos níveis no mundo inteiro.

3.1.2 Cenário energético atual

O Brasil apresenta-se entre os que mundialmente mais produzem e consomem energia, sendo que em 2018 ficou na décima classificação.

A energia elétrica no Brasil tem tido uma crescente demanda, fazendo com que ocorram questionamentos a respeito das fontes geradoras e seus impactos na sociedade e no meio ambiente. Assim, cada vez mais se fala na necessidade de utilizar fontes renováveis para gerar energia.

O planeta demanda soluções sustentáveis. Segundo fonte do G1 de novembro de 2021, os bebês de hoje enfrentarão sete vezes mais ondas de calor no mundo que os seus avôs.

A cada cinco anos o país sofre impactos com a falta de oferta de energia e a importação de energia cresce 63% com a crise hídrica no país, segundo dado de novembro de 2021, da fonte Valor Econômico.

O Brasil é conhecido mundialmente por sua multiplicidade de recursos naturais: recursos hídricos, petróleo, florestas, gás, alto nível de radiação solar e vento.

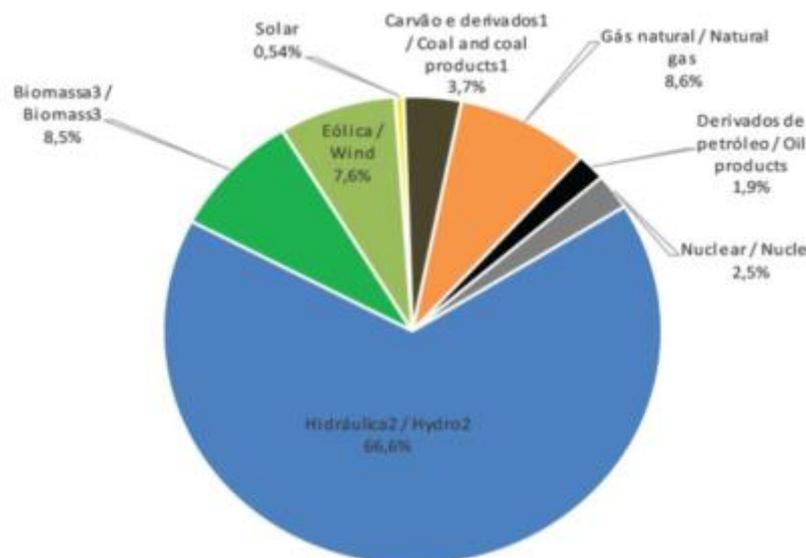


Figura 8: Oferta interna de energia elétrica por fonte em 2018 (Adaptado de EPE, 2019)

Em um cenário no qual a cada dia estão mais presentes em nosso cotidiano as preocupações com o aquecimento global, salienta-se a constante necessidade da

busca por fontes de geração de energia renováveis. Muitos países ainda possuem a maior parte de sua energia gerada a partir do petróleo. O gráfico da figura oito, acima, apresenta a oferta interna de energia elétrica por fonte no ano de 2018, quando o índice de energia solar era de apenas 0,54%.

As energias renováveis (ER) já são conhecidas como fontes de energia reconhecidas no mercado mundial de energia. As melhorias identificadas, como a relação custo-benefício, as oportunidades crescentes de financiamento, as políticas de incentivo e o crescimento das necessidades energéticas globais foram cruciais para o crescimento das tecnologias renováveis, como mostrado na figura nove (Kristin Seyboth et al., 2016).



Figura 9: Potência instalada de energia solar fotovoltaica entre 2005-2015. (Adaptado de Kristin Seyboth et al., 2016)

Entre 2005 a 2015, a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica teve um notável crescimento, pois no ano de 2015 obteve-se uma potência adicionada de 50 GW, ou seja, dez vezes superior a toda a potência instalada em uma década (5.1 GW), totalizando 227 GW instalados no mundo inteiro. O aumento de competitividade da energia solar fotovoltaica e a busca pela tecnologia são marcos que levaram ao perfil expansionista do mercado global de energia solar fotovoltaica (International Energy Agency IEA, 2014; KRISTIN SEYBOTH et al., 2016).

3.1.3 Potencial da energia fotovoltaica

O nosso país tem um grande potencial para a geração de energia fotovoltaica, pois quase todo o seu território está localizado entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio, onde ocorre incidência mais vertical dos raios solares e originam-se altos índices solarimétricos.

A irradiação global horizontal anual do Brasil está entre 1.500 a 2.200kWh/m², o que viabiliza o aproveitamento solar para geração de energia fotovoltaica na maior área do território nacional (EPE 2014; 2018). A figura 10 determina o potencial de geração solar, o rendimento energético anual, onde nas partes avermelhadas indicam o maior índice de radiação solar.

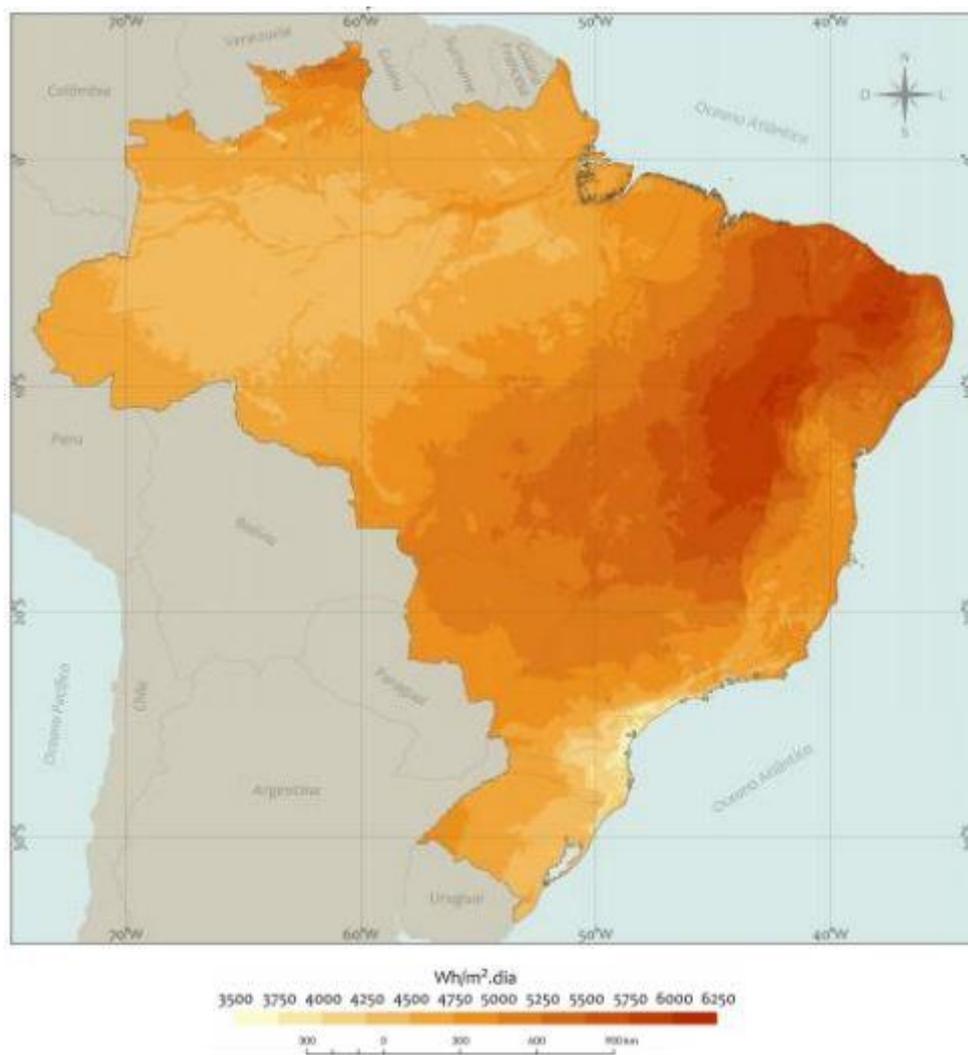


Figura 10: Mapa irradiação solar do país. (Adaptado de Pereira et al., 2017, p.36)

A figura 10 mostra a irradiação anual à qual o Brasil está exposto. Pode-se verificar que os tons mais avermelhados estão na região nordeste do país. O Estado da Bahia, por exemplo, apresenta o maior índice de radiação, seguido por outros Estados da mesma região.

O potencial para a geração de energia fotovoltaica no Brasil, somente no segmento residencial, seria de 287.505 GWh/ano, e todo território nacional teria condições de utilizá-la (EPE, 2014).

3.1.4 Evolução da energia fotovoltaica no Brasil

A tecnologia solar fotovoltaica não é recente no Brasil, ela vem lá dos anos 50, quando já era estudada. No ano de 1958, aconteceu o primeiro simpósio brasileiro de energia solar. No país, até o início do século XXI, a tecnologia solar mais empregada era para aquecimento de água abaixo de 100°C, usada em residências, como uma opção aos chuveiros elétricos ou a gás, e em processos industriais; mas o seu uso para a geração de eletricidade era limitado. Os primeiros sistemas fotovoltaicos ligados à rede elétrica no Brasil foram instalados em concessionárias de energia elétrica, universidades, e centros de pesquisas, como um exemplo, na Hidroelétrica do São Francisco, na Universidade de São Paulo, e no Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (Pereira et al., 2017; Pinho & Galdino, 2014).

Aqui no Brasil, os leilões são o principal meio de promoção da geração de energia fotovoltaica centralizada em grande escala (EPE, 2018). No ano de 2013, aconteceu o primeiro leilão para a aquisição de energia para novos negócios, onde previa a geração de energia fotovoltaica.

Alguns estímulos à energia solar são compreendidos em leis de desoneração de contribuições obrigatórias ou isenção de impostos, que recaem sobre a venda, importação e compra de produtos da cadeia solar, tais como: a desoneração da contribuição para financiamento da Seguridade Social (COFINS), e as isenções do imposto sobre produtos industrializados (IPI) e do ICMS, para produtos do ramo da energia fotovoltaica.

Ainda há no Brasil linhas de financiamento públicas e privadas para sistemas de energia fotovoltaicos. Segundo dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) e Clean Energy Latin America, em março de

2019 havia mais de 70 linhas de financiamento para geração de energia fotovoltaica no Brasil. No entanto, grande parte dessas linhas de financiamento eram efetuadas por bancos ou por agentes públicos; sendo sete linhas destinadas para as pessoas físicas, 29 para as empresas e 29 linhas para ambos.

3.1.5 Vantagens e desvantagens da energia solar fotovoltaica

O nosso país é beneficiado quanto ao potencial para a geração de energia fotovoltaica e, embora sendo algo novo no Brasil, o fato de ela ser ligada à rede elétrica fez com que fosse registrado um desenvolvimento significativo nos últimos anos.

A energia solar fotovoltaica traz tanto vantagens, como desvantagens no seu uso.

Algumas vantagens são listadas a seguir:

- É renovável, ou seja, nunca acaba;
- É uma energia limpa, não gerando poluentes ao ambiente;
- Possui baixo custo de manutenção;
- Permite fornecimento de maior eletricidade nos momentos de maior demanda;
- Pode levar eletricidade e sustentabilidade até em locais bem isolados;
- Demanda agilidade e facilidade na instalação;
- Possui boa vida útil do sistema (mais de 25 anos);
- Apresenta mais de 95% de economia;
- Placas fotovoltaicas reduzem o consumo de energia em até 80% na taxa do condomínio;
- Uso dessa energia em revestimentos de fachadas de prédios, além de obter o benefício de gerar energia elétrica, está ao mesmo tempo embelezando e dando forma às fachadas;
- Permite aplicação em grandes áreas;
- O seu uso não resulta em escassez de recursos e não gera danos ambientais significativos;
- Sistemas fotovoltaicos usam menos água do que outras tecnologias de geração, como as movidas a combustíveis fósseis, centrais heliotérmicas, usinas nucleares e de biomassa;

- O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica está diretamente ligado à geração de empregos e ao aparecimento de novos empreendimentos.

Porém, além de todas essas vantagens, ela também tem algumas desvantagens, como:

- Um painel solar consome bastante energia para ser fabricado;
- Reduz a geração de energia em dias chuvosos;
- Possui custo de implementação elevado;
- Pode-se configurar a dificuldade da manutenção; se há técnicos disponíveis no mercado.

3.1.5.1 Vantagens Ambientais

As vantagens da geração de energia fotovoltaica, sob o ponto de vista ambiental, são muitas. A energia é abundante, de graça e acessíveis para a maior parte das localidades habitáveis da Terra. O seu uso não resulta em escassez de recursos, não fabrica sedimentos líquidos ou sólidos e nem danos ambientais significativos.

Outro benefício ambiental da geração de energia fotovoltaica é referente ao consumo de água. Sistemas fotovoltaicos usam menos água do que outras tecnologias de geração, como as movidas a combustíveis fósseis, centrais heliotérmicas, usinas nucleares e de biomassa. Assim, esse é um fator interessante, que chama atenção para os lugares em que há pouca disponibilidade de água, e para aqueles que vêm vivenciando estiagens, o que aqui no Brasil ocorre em muitas regiões (MACDONALD et al., 2016).

O caráter modular de um sistema de energia fotovoltaica aceita sua implantação em diversas escalas, sendo de quilowatts até centenas de megawatts. Também pode ser implementado em diferentes lugares, como em grandes áreas em terra, na água, em terrenos urbanos, nas coberturas de telhados e em fachadas de prédios, onde, além de gerar energia, serve para embelezar a fachada. Essa variedade de opções de instalação proporciona a escolha pelo menor impacto ambiental e uso do solo (PEREIRA et al., 2017). Porém, é bom lembrar que danos ambientais há em todos os tipos de gerações de energia disponíveis hoje no mercado (TSOUTSOS et al., 2005).

Uma maior aplicação implantada de geração fotovoltaica diminui as emissões de centrais fósseis. Essa é uma vantagem importante em meio a uma escassez hídrica e mitigação das variações do clima.

3.1.5.2 Desenvolvimento Socioeconômico

O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica está diretamente ligado à geração de empregos e ao aparecimento de novos empreendimentos. Segundo a International Renewable Energy Agency (IRENA, 2016), a energia solar fotovoltaica é a maior geradora de postos de trabalho renováveis no mundo todo, gerando postos para mais de 3,6 milhões de trabalhadores (figura 11).

Observando-se o exemplo de outros países que já possuem indústria solar própria e um mercado interno com aumento de capacidade instalada, percebe-se que a geração de empregos dentro da energia fotovoltaica é superior às demais. Entre os países nesse patamar destacam-se: China, Índia e outros países asiáticos.

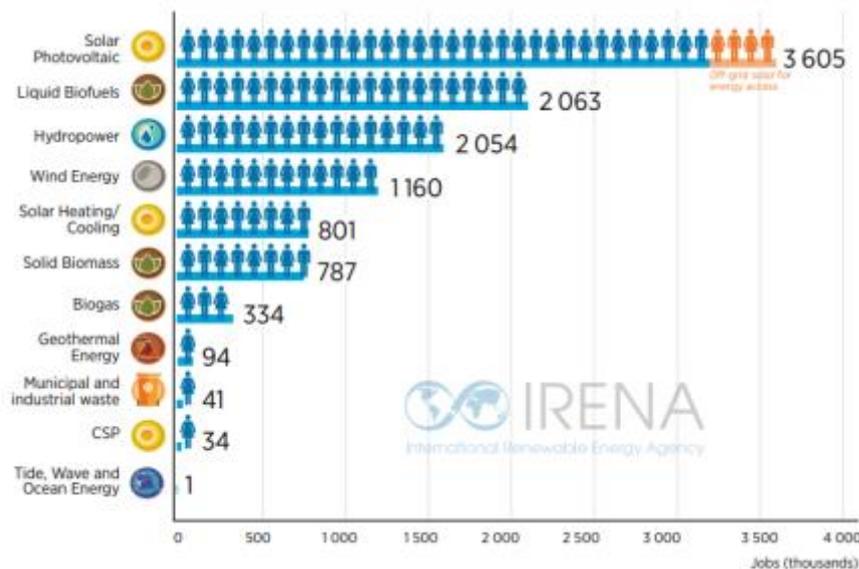


Figura 11: Número de empregos por tecnologia renovável (Adaptado de Irena, 2019, p 14)

Uma vantagem socioeconômica da geração fotovoltaica é promover a empregabilidade. A cadeia solar fotovoltaica é considerada ramificada e o seu desenvolvimento, além de afetar a empregabilidade, concluiria progredindo em outros ramos das indústrias no Brasil. Isso considerando que o país possui uma

parte dos insumos para a fabricação da energia solar fotovoltaica, conforme notado na figura 11. Já no mercado norte-americano a eletricidade fotovoltaica gera duas vezes mais empregos que o ramo de carvão, e próximo de cinco vezes mais que a indústria nuclear. Na Europa, no ano de 2016, nos setores de engenharia, administração, instalação, operação e manutenção e vendas de energia fotovoltaica foram 75% dos empregos originados, e as instalações em coberturas de telhados empregaram três vezes mais do que as de larga escala no solo (ERNST & YOUNG e SPE, 2017). No Brasil, no entanto, grande parte dos empregos encontra-se nas fases de construção e instalação (IRENA, 2016).

No país, o valor da eletricidade fotovoltaica no comércio apresentou consecutivos declínios, tanto que no ano de 2019 esse valor alcançou recorde negativo no mundo, o que veio a aumentar a competitividade dessa tecnologia (EPE, 2019).

Os aparelhos correspondem a aproximadamente 70% da despesa total de capital financeiro que foi investido, ainda que o valor médio de um painel solar no Brasil caiu 47% dos anos de 2013 a 2018, até este momento equivale ao maior preço entre os equipamentos (EPE, 2018a).

3.2 CIDADES INTELIGENTES

O primeiro artigo da academia referente a “*smart cities*” é do ano de 1992 (KOMNINOS, 2014; GIBSON et al., 1992). Nesse contexto, dois anos após a primeira publicação surgiram as “*intelligent cities*” (KOMNINOS, 2014; BATTY, 1990). As *Smart cities* estão relacionadas ao desenvolvimento das cidades através da evolução tecnológica, inovação e integração econômica globalizada (KOMNINOS, 2014).

As *Smart Cities*, também chamadas de cidades inteligentes, são o futuro das cidades, com o desenvolvimento de tecnologias como as redes 5G, a internet das coisas, conhecida como *internet of things* (IoT), a inteligência artificial (IA) e o processo de automatização dos serviços. É certo que todas essas opções podem ser usadas no planejamento da cidade, a fim de obter um crescimento sustentável dos grandes centros urbanos.

Conforme já visto no estado da arte, os conceitos de cidades inteligentes são diversos, aspecto apresentado no quadro três, que traz algumas definições discutidas por autores dessas cidades.

Quadro 3: Definições cidades inteligentes

Autor	Definição
Abdala et al., (2014)	Cidade inteligente é sinônimo de cidade resiliente e sustentável, com flexibilidade e capacidade de adaptação, composta por construções inteligentes, cujas premissas de elaboração tenham por objetivo a harmonia entre arquitetura, pessoas, ambientes, tecnologias avançadas e regionalidades – circunstâncias que promovem a criação de ambientes de convivência sustentáveis, projetos ecológicos e sistemas de tecnologias com características adaptativas e reativas.
Giffinger et al., (2007)	Cidade inteligente é uma combinação ‘inteligente’ de seis áreas-chave, que correspondem a: economia, mobilidade, ambiente, pessoas, vida e governança, para propiciar um desenvolvimento urbano e sustentável.
Hollands (2008)	Relaciona a abordagem de cidades inteligentes com definições de cidade digital, cidade conectada, cidade do conhecimento e cidade verde, sendo utilizadas cada vez mais por políticos, governos locais e empresas, para referir-se a uma cidade ideal que atende às necessidades da sociedade.
Komninos (2002)	São territórios caracterizados pela alta capacidade de aprendizagem e orientados à inovação, visam soluções dos problemas por meio da inteligência coletiva produzida pelas relações de colaboração entre os atores locais.
Nam e Pardo (2011)	Relacionam o surgimento das cidades inteligentes como uma nova abordagem para o desenvolvimento urbano em resposta à crescente urbanização do planeta.
Thite (2011)	Cidades inteligentes são aquelas destinadas a incentivar a economia criativa através do investimento em qualidade de vida que por sua vez atrai trabalhadores do conhecimento para viver e trabalhar em cidades inteligentes.
Barrinuevo et al., (2012)	Ser uma cidade inteligente significa usar toda tecnologia e os recursos disponíveis de forma inteligente e coordenados para desenvolver centros urbanos que são ao mesmo tempo integrados, habitáveis e sustentáveis.
Kourtit e Nijkamp (2012)	Cidades inteligentes correspondem ao resultado de estratégias de conhecimento-intensivos e criativos que visam melhorar o desempenho socioeconômico, ecológico, logístico e competitivo das cidades.
Lazaroiu e Roscia (2012)	Corresponde a uma comunidade de tamanho mediano utilizando a tecnologia de maneira interligada e sustentável, confortável, atraente e segura.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2022

Com o suporte da contextualização dos autores, o estudo proposto tem por objetivo contribuir com o avanço da literatura sobre os temas vinculados à pesquisa. Além disso, a pesquisa proporcionou o aprofundamento e o nivelamento no contexto

acadêmico sobre a interação entre os temas cidade inteligente, sustentabilidade e energia solar fotovoltaica.

Os autores Nam e Pardo buscaram motivos que levaram as cidades a necessitar de mudanças para crescerem de forma ordenada com base na urbanização do planeta. Esses autores determinaram que o conceito de inteligência de uma cidade está em fazer a integração entre o ambiente em que se vive e a população, de tal maneira que se possa fazer com que a comunidade esteja conectada para sugerir mudanças.

Ademais, a divulgação, na comunidade científica, dos resultados apurados nesta pesquisa pode contribuir com a maior consolidação teórica do tema abordado.

Em meio ao material do referencial teórico desta pesquisa foram também encontradas pesquisas referentes a iniciativas de cidades inteligentes com enfoque em energia renovável e energia solar, conforme demonstra o quadro 4.

Quadro 4: Características do estudo da pesquisa

Autor e ano	Periódico	Características	Integração entre Cidade Inteligente, Sustentabilidade, energia solar
GONÇALVES et al., (2016)	Revista Espacios	Caracterização das energias renováveis, a identificação dos conceitos existentes de cidade digital e de cidade inteligente, e, por final, a análise sobre a possibilidade de implementação de energias renováveis nas construções e edificações das cidades digitais e inteligentes.	Contribuir para a reflexão sobre a integração de energias renováveis na construção de cidades digitais inteligentes.
ROSCIA, M., LONGO, M., LAZAROIU, G.C. (2013)	International Conference on Renewable Energy Research and Applications	O estudo é de origem teórica e discute como as cidades inteligentes são formadas por um alto nível de Tecnologia da Informação e Comunicação- TIC-estruturas capazes de transmitir energia, fluxos de informação multidirecionais e conectar um setor diferente que inclui mobilidade, energia,	O estudo apresenta uma forma de pensar no espaço urbano ao moldar um modelo que integra os Sistemas e Fontes de Energia Verdes (GESSs), eficiência energética, mobilidade sustentável, proteção do meio ambiente e de sustentabilidade econômica no contexto das cidades.

Autor e ano	Periódico	Características	Integração entre Cidade Inteligente, Sustentabilidade, energia solar
		social e economia.	
AHVENNIEMI, HUOVILA, PINTO-SEPPÄ, AIRAKSINEN, (2017)	Cities	O estudo apresenta as diferenças e características entre <i>sustainable</i> e <i>smart Cities</i> .	Os sistemas da cidade inteligente enfatizam o ambiente humano e virtual em vez do físico. (...) tais como Ambiente natural, Ambiente construído, Gestão de água e resíduos e Energia são de fato abordados de forma mais abrangente pelos sistemas de avaliação de sustentabilidade urbana, enquanto as questões econômicas são mais bem abordadas pelos quadros de cidades inteligentes.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2022

Ao longo deste estudo, encontraram-se referências de cidades inteligentes com enfoque ao uso de energia renovável, como a energia fotovoltaica, mobilidade urbana e a tecnologia referente também ao uso de redes de internet para manter as cidades conectadas, urbanizadas e modernas.

Nesse cenário, os governos cada vez mais investigam e procuram se inteirar do assunto no que tange às cidades inteligentes, atentando aos modelos existentes dessas cidades, em locais como na Europa e na Ásia (GOMES et al., 2020).

As cidades inteligentes requerem infraestrutura sustentável. Porém, como? A resposta para tal questionamento indica a transformação de centros urbanos em cidades sustentáveis, eficientes, usando sistema de água integrado, economia verde, reuso, inteligente infraestrutura de rede, sistemas de transporte urbano rápido, energias renováveis, como a energia solar fotovoltaica, por exemplo. Então, seguindo esse entendimento, uma cidade inteligente também é uma cidade sustentável.

As *smart cities* auxiliam as cidades sustentáveis quando a tecnologia é utilizada de forma inteligente, ou seja, nas relações entre as pessoas, entre essas e o meio ambiente, sob um ponto de vista mais participativo (ABDALA et al., 2014).

3.3 CRITÉRIOS CIDADE INTELIGENTE

Definido pela IESE Business School (Espanha), são nove os critérios que definem uma cidade inteligente, o que pode ser verificado no quadro cinco.

Quadro 5: Critérios das cidades inteligentes

Critério	Desafios	Indicadores
Capital humano	Atrair e reter talentos em diferentes áreas deve ser um dos objetivos de uma cidade inteligente	Número de Universidades, Escolas, Museus, Galerias de Arte, Gastos com lazer.
Coesão social	Grau de coexistência entre grupos de pessoas com diferentes rendas, culturas, idades e profissões.	Criminalidade; saúde; taxa de desemprego e distribuição de renda.
Economia	Avaliação da promoção do desenvolvimento econômico do território, como planos locais para indústria, inovação e iniciativas empreendedoras.	PIB da cidade; produtividade e o tempo necessário para iniciar um negócio.
Governança	Verificação da eficiência, qualidade e estabilidade das intervenções estatais.	Reservas econômicas das cidades; certificações de qualidade de serviços; percepção da corrupção.
Meio Ambiente	Crescimento de forma sustentável (tripé da sustentabilidade).	Índice de poluição e de emissão de CO ² e Metano; acesso da população à água potável.
Mobilidade e Transporte	Dois desafios principais: facilitar a movimentação nas cidades e ampliar o acesso aos serviços públicos.	Cobertura dos sistemas de metrô, sistemas de compartilhamento de bicicletas; tempo médio de deslocamento.
Planejamento Urbano	Sustentabilidade é palavra-chave.	Porcentagem da população com acesso a saneamento básico; número de pessoas por moradia; número de edifícios construídos na cidade.
Conexões Internacionais	Medição do impacto global da cidade (marca e reconhecimento); capacidade de atração de investimentos estrangeiros.	Número de aeroportos, hotéis, conferências e congressos sediados na cidade
Tecnologia	Avaliação do acesso à tecnologia (Cities Motion Index)	Porcentagem de casas com acesso à internet, à banda larga e à telefonia móvel; nível de inovação da cidade via <i>Innovation Cities Program</i> .

Fonte: Elaborado pela Autora, 2021

As cidades inteligentes são enquadradas em diversos critérios, embasadas com desafios e com exemplos de indicadores a seguir. Porém, de nada adianta as cidades inteligentes sem que o cerne da mudança contemple as questões de sustentabilidade.

3.4 DEFINIÇÕES ABNT NBR ISO 37.122:2.020

A norma brasileira ABNT NBR ISO 37.122:2.020 - Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes, estabelece indicadores com definições e metodologias para medir e considerar aspectos e práticas que aumentem drasticamente o ritmo em que as cidades melhoram os seus resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental. Ela define cidade inteligente como:

- Cidade inteligente: cidade que aumenta o ritmo em que proporciona resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental e que responde a desafios como mudanças climáticas, rápido crescimento populacional e instabilidades de ordem política e econômica, melhorando fundamentalmente a forma como engaja a sociedade, aplica métodos de liderança colaborativa, trabalha por meio de disciplinas e sistemas municipais, e usa informações de dados e tecnologias modernas, para fornecer melhores serviços e qualidade de vida para os que nela habitam (residentes, empresas, visitantes), agora e no futuro previsível, sem desvantagens injustas ou degradação do ambiente natural.

Esta norma, auxilia as cidades a identificarem indicadores para a aplicação de sistemas de gestão urbana e a implementarem políticas, programas e projetos de cidades inteligentes que:

- Respondam a desafios como as mudanças climáticas, o rápido crescimento populacional e a instabilidade política e econômica, melhorando fundamentalmente a forma como envolvem a sociedade;

- Apliquem métodos de liderança colaborativa e trabalhem entre disciplinas e sistemas urbanos;

- Usem informações de dados e tecnologias modernas para oferecerem melhores serviços e qualidade de vida para aqueles que estão na cidade (moradores, empresas, visitantes);

- Proporcionem um melhor ambiente de vida, em que políticas, práticas e tecnologias inteligentes sejam colocadas a serviço dos cidadãos;

- Alcancem os seus objetivos ambientais e de sustentabilidade de forma mais inovadora;

- Identifiquem a necessidade e os benefícios das infraestruturas inteligentes;

- Facilitem a inovação e o crescimento;

- Construam uma economia dinâmica e inovadora, pronta para os desafios do futuro.

A interpretação dessa norma diz respeito a que os indicadores se relacionam com as ferramentas para digitalização, porém é importante considerar o progresso tecnológico em outras áreas, como planejamento, construção e renovação de redes. Convém que o objetivo final de uma cidade “inteligente” seja atingir metas de sustentabilidade, não somente a utilização desnecessária de ferramentas de digitalização.

3.5 ENERGIA RENOVÁVEL NAS CIDADES

As cidades ao redor do planeta estão fazendo seus próprios trajetos voltados para a sustentabilidade, implementando tecnologias de energia renovável, sistema de transporte, entre outros. Os gestores estão desenvolvendo suas ações municipais, através de planejamento, regulamentação, compras públicas, investimento direto, prestação de serviços e conscientização.

Cada vez o número de cidades cresce em relação àquelas que vêm implantando objetivos ambiciosos de energia renovável. Algumas, inclusive, com 100% de energia renovável e com zero emissão líquidas de carbono. No entanto, sabe-se que é um caminho desafiador e árduo.

A paisagem energética das cidades é pensada toda vez que se fala em energias renováveis, pois desde edifícios, transportes e indústrias, a energia precisa ser debatida em conjunto.

Tabela 1: Áreas de ação de energia renovável para cidades

ÁREAS
1) Energia renovável em edifícios;
2) Opções sustentáveis de transporte;
3) Criação de sistemas de energia urbana integrada e inteligente.

Fonte: Adaptado de IRENA, 2016

A energia solar fotovoltaica em telhados, o armazenamento de energia distribuída e a mobilidade elétrica estão se tornando parte integrante dos sistemas

de energia da cidade. Com isso, os edifícios são consumidores e produtores ao mesmo tempo (IRENA, 2016).

3.6 CAMINHO DAS CIDADES BRASILEIRAS INTELIGENTES

O Brasil conta com uma população de 207 milhões de pessoas e uma extensão de 8.515.767.049 km² de território, sendo o país com a maior população e o maior território da América Latina (IBGE, 2017). O país possui 26 unidades federativas e a cidade de Brasília, Distrito Federal, a capital do país. Com uma taxa de urbanização de 85%, as principais áreas urbanas estão nos estados de São Paulo, Minas Gerais e no Rio de Janeiro. O país tem fronteira com dez países: Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela (CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY, 2018).

O país possui uma diversidade de ecossistemas, contando com a Floresta Amazônica, a maior em diversidade biológica do mundo, e com o Rio Amazonas, o segundo rio mais longo do mundo (WWF, 2018). A Mata Atlântica e o Cerrado compreendem uma grande biodiversidade, além da Caatinga e, no Sul, a Floresta de Araucárias de clima temperado.

As cidades do Rio de Janeiro, de Porto Alegre e de Curitiba, possuem iniciativas e avanços de desenvolvimento de cidades inteligentes, as quais vêm se transformando como cidades inovadoras, conforme disposto no decorrer deste trabalho, citadas nas figuras 12, 13, 14, 15 e 16.



Figura 12: Árvore solar, no Museu do Amanhã, Rio de Janeiro, no Brasil (Adaptado de O Globo, 2022)

Um exemplo, no Brasil, mais especificamente no Rio de Janeiro é a energia limpa através de árvores solares, no Museu do Amanhã, apresentado na figura 12, em que a própria energia solar alimenta as lâmpadas e é capaz de carregar baterias de celular.



Figura 13: Implantação do projeto Pirâmide Solar do Caximba, Curitiba (Adaptado de Tribuna, Paraná, 2022)

Um dos maiores símbolos da inovação de Curitiba é a implantação da Pirâmide Solar do Caximba. A Pirâmide faz parte de um conjunto de iniciativas do Curitiba Mais Energia, uma das estratégias da cidade para combater e mitigar as mudanças climáticas.



Figura 14: Estações-tubo de ônibus de Curitiba com geração de energia solar (Adaptado de Tribuna, Paraná, 2021)

Curitiba também gera energia solar nas estações-tubo de ônibus. A estação-tubo Itajubá de Curitiba, no Paraná, foi a primeira da cidade a testar a geração de energia a partir de células fotovoltaicas.



Figura 15: Estacionamento da UFPR (Adaptado de Gazeta do Povo, 2020)

Outro exemplo da cidade de Curitiba é um estacionamento da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o qual é a maior usina pública de energia solar do Paraná.



Figura 16: Porto Alegre possui ponto de ônibus tecnológico com energia solar (Adaptado de Gaúcha Zero Hora, Porto Alegre, 2018)

Porto Alegre conta com ponto de ônibus tecnológico com energia solar, o qual produz energia elétrica a partir da luz do sol e, com isso, possibilita que os seus passageiros carreguem os aparelhos eletrônicos por entradas USB.

O primeiro projeto do Brasil de cidade inteligente é o Projeto *Smart City* Laguna projetada do zero, conforme apresentado na figura 17 e na figura 18 (COSTA, 2017).



Figura 17: Projeto Habitacional Smart City Laguna, Croatá (WERNECK, 2018)

Projeto *Smart City* Laguna, como pode ser visto nas figuras 17 e 18, originou-se no município de Croatá, distrito de São Gonçalo do Amarante, localizado a 60 quilômetros do estado de Fortaleza. O projeto habitacional pretende ser reconhecido como a primeira habitação social no mundo, por ser um projeto piloto de cidade social do Instituto *Planet Smart City* para 25 mil pessoas. Essa ideia veio de investidores italianos para a população de baixa renda com infraestrutura tecnológica avançada.



Figura 18: Entrada principal do Projeto Habitacional Smart City Laguna (LEITE, 2019)

A figura 18 ilustra a entrada principal do projeto habitacional Smart City Laguna, na cidade de Croátá, onde observou-se, o loteamento em fase inicial com arborizações na entrada e no canteiro principal.

O primeiro projeto do Brasil de cidade inteligente é o Projeto Smart City Laguna, o qual foi projetado desde de o zero, está localizado no Ceará e possui grande potencial de desenvolvimento. Em suma, é a primeira cidade inteligente a oferecer lotes a preço popular, abarcando até o programa governamental Minha Casa, Minha Vida.

A frente nacional de Prefeitos possibilita intercâmbios internacionais a gestores das cidades, com o objetivo de se aprofundarem em casos e modelos de cidades inteligentes, para adaptá-los no país. Em um desses intercâmbios realizados, os gestores públicos acompanharam visitas na cidade de Barcelona, para conhecer o projeto *Ecoparc* (equipamento ambiental que trata os resíduos sólidos urbanos) e o transporte metropolitano de Barcelona (TMB), referência no transporte público da Europa (FNP, 2015). Um ambiente democrático e um governo eficiente são fundamentais para moldar as cidades em cidades inteligentes.

4 METODOLOGIA

Por meio do tema proposto, buscou-se descrever os métodos utilizados para esta pesquisa e, após isso, as análises dos resultados e observações propostas. Neste capítulo apresentam-se as características metodológicas que norteiam o estudo, como a abordagem da pesquisa; as estratégias de pesquisa; o objeto de estudo; a coleta e análise dos dados qualitativa/ discursiva.

A metodologia se deu com a finalidade de desenvolver um estudo sobre as cidades apontadas nessa pesquisa a respeito do tema proposto. A pesquisa qualitativa versa sobre o conhecimento, a cultura e a consciência da energia fotovoltaica para uma cidade inteligente e se essa energia irá se disseminar.

De forma geral, escolheu-se o Brasil para aplicar este estudo por ele apresentar um grande potencial solar, falta de políticas públicas e administrativas para tratar da implantação da energia solar e um aumento na demanda por eletricidade, o que fez com que o setor energético ampliasse a sua oferta na geração de energia.

O desenvolvimento da metodologia desta pesquisa apresenta-se dividido em duas grandes etapas: uma pesquisa bibliográfica e a coleta/ análise dos dados qualitativa/ discursiva. A pesquisa teórica foi elaborada primeiramente, sendo apresentada na revisão bibliográfica e no decorrer deste trabalho, servindo de apoio às etapas de coleta e da análise dos dados.

4.1 PRIMEIRA ETAPA METODOLÓGICA

A primeira etapa metodológica compreende a pesquisa teórica, encontrada na revisão bibliográfica sobre os assuntos relacionados ao tema, os quais serviram de base para o desenvolvimento do trabalho.

O presente estudo foi realizado em nove etapas do projeto de pesquisa da primeira parte, conforme disposto na figura 19.



Figura 19: Fluxograma da primeira parte metodológica (Elaborado pela autora, 2021)

O fluxograma da figura 19 ilustra as etapas da metodologia, baseada em uma revisão teórica da literatura, compreendendo um questionário semiestruturado para ser aplicado e um estudo de caso, o qual pode atingir um raio de até 150 quilômetros da cidade de Cerro Largo, Rio Grande do Sul. A área desta pesquisa é altamente interdisciplinar, pois a literatura possui bastantes materiais, artigos de periódicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, relatórios, anais de

conferências e documentos de políticas públicas voltadas à energia fotovoltaica e às cidades inteligentes.

Ao buscar na literatura os recursos importantes para este estudo, métodos foram empregados para encontrar artigos e estudos sobre cidades inteligentes e energia fotovoltaica. Também, essas buscas foram realizadas em diferentes bancos de dados eletrônicos presentes no Elsevier, Science Direct, Scopus, *Sustainability*, *Taylor & Francis*, entre outros.

Além disso, esta pesquisa apresentou projetos de cidades consideradas cidades inteligentes.

4.2 SEGUNDA ETAPA METODOLÓGICA: ESTUDO DE CASO

4.2.1 Área de Estudo

O Brasil é o maior país da América Latina, a oitava maior economia do mundo e o sétimo em número emissor mundial de gases de efeito estufa. A população do país é de aproximadamente 210 milhões de habitantes (IBGE, 2020), distribuídos em 5.570 cidades, em 27 unidades da federação, agrupadas em cinco regiões, sendo elas: Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul.

Para esta pesquisa, optou-se por atingir um raio de até 150 quilômetros da cidade de Cerro Largo – Rio Grande do Sul, que é a cidade de residência da autora e também a sede do campus da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), onde cursou-se o mestrado.

A figura 20, a seguir, apresenta uma sequência da segunda etapa metodológica aplicada nesta pesquisa.

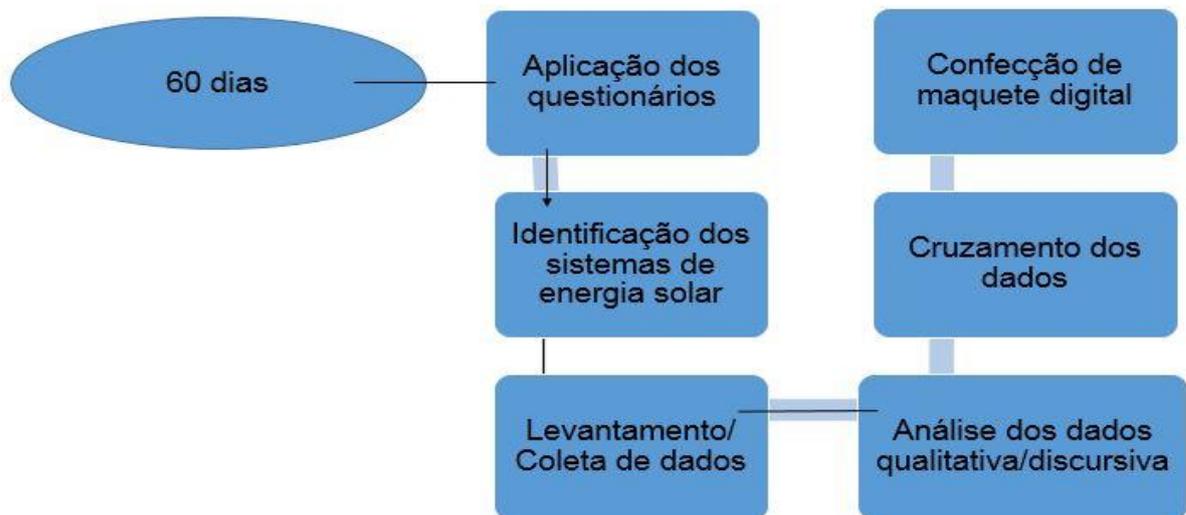


Figura 20: Fluxograma da segunda etapa metodológica (Elaborado pela autora, 2021)

O objetivo de limitar a aplicação do questionário em um público alvo que atingisse um raio de 150 km (quilômetros) de Cerro Largo-RS, foi o de avaliar se a energia fotovoltaica se dissipará nas cidades localizadas dentro desse raio. Pretendeu-se, também, observar se elas têm potencial de serem vistas como cidades inteligentes. Isso, através do levantamento de dados, análise e cruzamento dos dados levantados, para então chegar a uma conclusão, conforme a sequência demonstrada na figura 20.

Inicialmente, os questionários foram enviados por e-mails e pelas redes sociais, podendo ser respondidos de forma on-line com envio de respostas através do Google Forms, de forma anônima pelos participantes não identificados.

Para a confecção de planilhas e gráficos, utilizou-se o Software Microsoft Excel, em que se usou gráficos em formatos de colunas agrupadas e de pizzas.

No fluxograma exposto (figura 20), é possível verificar em sua sequência a confecção de maquete digital. Para a proposta/modelo de maquete residência/cidade inteligente, adotou-se o Software SketchUp, que permitiu a criação de modelos de projeto em 3D no computador, que corresponde ao item 5.4 deste trabalho.

Na figura 21 é possível observar um mapa geral mostrando até onde vai o raio de 150 km (quilômetros) de Cerro Largo-RS, estipulado como limite.

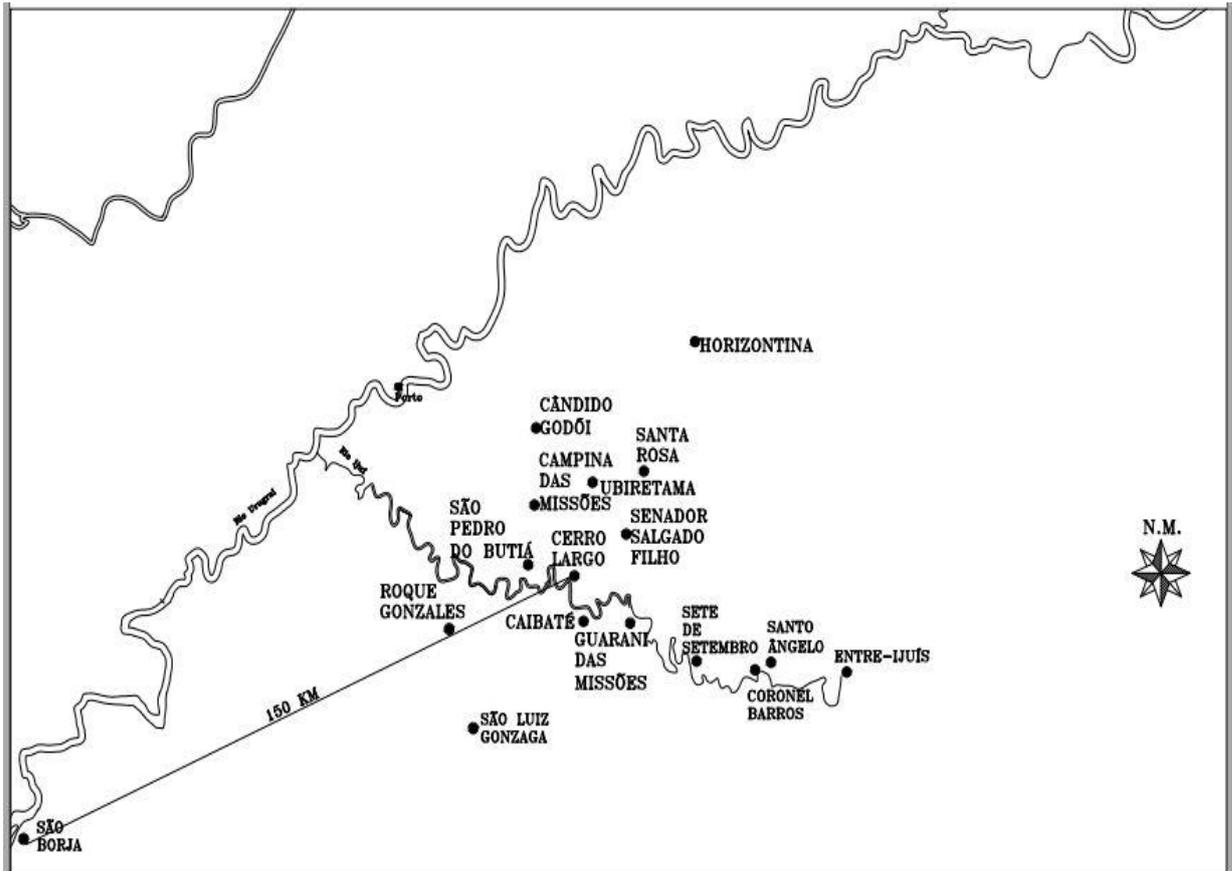


Figura 21: Mapa das cidades do raio de até 150 quilômetros da cidade de Cerro Largo – Rio Grande do Sul (Elaborado pela autora, 2021)

Assim, considerando a distância estabelecida, a cidade mais distante de Cerro Largo, por parte dos entrevistados, foi a cidade de São Borja, como pode ser visualizado na figura 21.

Planeja-se, com os resultados obtidos, ter ciência de ações que possam ser aplicadas e servidas de exemplo futuramente por trazerem sustentabilidade e inteligência. É preciso inspirar para que essas ações sejam pensadas e posteriormente adotadas por essas cidades, estimulando, também, outras cidades do mesmo porte. Trata-se de uma forma de abranger uma perspectiva urbana brasileira para uma melhor qualidade para a população e para o meio ambiente.

Tabela 2: População de Cerro Largo-RS e entorno

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO
Caibaté	5.080 habitantes
Campina das Missões	6.345 habitantes
Cândido Godói	6.341 habitantes
Cerro Largo	12.487 habitantes

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO
Entre-Ijuis	9.126 habitantes
Guarani das Missões	8.331 habitantes
Roque Gonzales	7.304 habitantes
Santa Rosa	64.113 habitantes
Santo Ângelo	73.800 habitantes
São Luiz Gonzaga	34.487 habitantes
São Pedro do Butiá	2.744 habitantes
Senador Salgado Filho	2.861 habitantes
Sete de Setembro	2.131 habitantes
Ubiretama	2.440 habitantes

Fonte: Adaptado de IBGE, 2010

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Cerro Largo-RS, os municípios da mesorregião grande fronteira do MERCOSUL abrangem o Norte do Rio Grande do Sul. Localizam-se na fronteira com a Argentina e compreendem 381 municípios, com a área total de 139 mil quilômetros quadrados e uma população indicada pelo censo do IBGE do ano de 2010 de 3,7 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

A figura 22 apresenta algumas das cidades que serviram de base para a aplicação desta pesquisa. Tais cidades podem ser observadas de forma mais discriminada e o seu entorno.

Os questionários abrangeram as seguintes cidades com os respectivos quantitativos por município:

- Cerro Largo: 58 questionários respondidos;
- São Luiz Gonzaga: 17 questionários respondidos;
- Santo Ângelo: 11 questionários respondidos;
- Guarani das Missões: 05 questionários respondidos;
- Roque Gonzales: 03 questionários respondidos;
- Santa Rosa: 04 questionários respondidos;
- Campina das Missões: 02 questionários respondidos;
- Caibaté: 03 questionários respondidos;
- São Pedro do Butiá: 03 questionários respondidos;
- Entre-Ijuís: 01 questionário respondido;
- Sete de Setembro: 01 questionário respondido;
- Cândido-Godói: 01 questionário respondido;
- Ubiretama: 01 questionário respondido;

- Senador Salgado Filho: 01 questionário respondido;
- São Borja: 01 questionário respondido;
- Horizontina: 01 questionário respondido;
- Coronel Barros: 01 questionário respondido;
- Júlio de Castilhos: 01 questionário respondido;
- São Paulo das Missões: 01 questionário respondido.



Figura 22: Mapa geral das cidades do Rio Grande do Sul (Elaborado pela autora, 2022)

Esta pesquisa pode servir de suporte às ações dos gestores no enfrentamento das problemáticas vivenciadas em suas cidades para que sejam mais inteligentes e sustentáveis. Com levantamentos concretos e a utilização de indicadores apropriados, os governos podem alcançar projetos mais eficientes para a cidade e para toda a sociedade também. Dessa forma, esta pesquisa contribui no sentido de delimitar ideias à gestão pública para a implementação de cidades inteligentes.

4.2.2 Formulário on-line para pesquisa de opinião

Como segunda parte, elaborou-se e aplicou-se um formulário on-line para coletar as percepções de diferentes cidadãos com formações variadas. Inicialmente buscou-se apurar o que cada um sabe sobre energia solar fotovoltaica, se já a utilizam, ou se possuem interesse em utilizar. Enfim, o questionário levantou os conhecimentos que o público detém a respeito da utilização dessa tecnologia.

O formulário cujos questionamentos foram respondidos pelos entrevistados para se obter o levantamento de dados pode ser acessado através do endereço: < questionamentos do formulário utilizado na pesquisa. Vale lembrar também que a participação dos entrevistados para responder o questionário foi voluntária.

Os questionários são comumente utilizados em pesquisas nas ciências sociais, buscando fazer a caracterização de uma amostra da população a ser estudada. Segundo Günther (2003), o questionário é usado para identificar a opinião e o interesse da população, e não para tentar medir a sua habilidade. Nesse contexto, o formulário aplicado teve, nesta pesquisa, também o objetivo de sondar e identificar o interesse e as opiniões da população sobre a tecnologia fotovoltaica. A própria elaboração do questionário considerou alguns fatores para aumentar as taxas de respostas, inclusive estimulando mais participantes a responderem ao instrumento de coleta de informações para esta pesquisa. Entre os fatores considerados na aplicação do formulário destacam-se a busca pela impessoalidade nas respostas, a divulgação, a afiliação e a identificação da pesquisadora e a apresentação do contexto e dos objetivos da pesquisa.

Buscando atingir o maior índice de respostas, estruturou-se o questionário com perguntas, no qual deixou-se bem claro que ele é procedente de uma pesquisa de pós-graduação da UFFS (afiliação da pesquisadora), sendo que trata de um tema atual (sustentabilidade). Algumas informações sobre a tecnologia fotovoltaica constaram no questionário. Outro elemento trabalhado foi a minimização do custo de resposta: assim os questionários foram enviados por e-mails e redes sociais, podendo ser respondidos de forma on-line com envio de respostas através do *Google Forms*. Desse modo, o questionário em si atuou como um instrumento de divulgação da tecnologia fotovoltaica, fornecendo um conhecimento básico àqueles que responderam a esse levantamento.

O questionário foi aplicado a discentes e a docentes do programa de pós-graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da UFFS, abrangendo este grupo os pertencentes aos anos de 2020 e 2021; outro grupo ao qual o instrumento foi aplicado compreende os técnicos e os servidores desta mesma universidade; por fim, a população em geral, em um raio de até 150km (quilômetros) da cidade de Cerro Largo-RS. Para a seleção do grupo de pesquisa dentre os discentes e os docentes utilizaram-se os e-mails disponibilizados pela secretaria do curso.

Neste trabalho, foram enviados cerca de 255 formulários, com os quais se pretendeu atingir e obter cerca de 45% < 50% de respostas. Conforme já referido, esses formulários foram enviados para diversos grupos, entre eles: discentes do programa de pós-graduação no ano de 2021, abrangendo 41 envios de formulários e do ano de 2020, com 44 formulários enviados; para 96 professores e para 74 técnicos administrativos desta universidade. Cartana (2006) trabalhou com pesquisa semelhante, alcançando de 15% a 48% de respostas.

A decisão de envio dos questionários via e-mail foi tomada considerando a necessidade de respostas satisfatórias. Assim, acessibilidade, agilidade (comparando a envios pelo correio), praticidade e redução de custos foram quesitos relevantes. Aliado a isso, a opção teve como motivo também a pandemia, uma vez que a proposta dos questionários nessa forma foi a alternativa mais segura, já que se está trabalhando com a preocupação com vida e com saúde humana, e não só tratando unicamente em si da pesquisa.

Em um primeiro contato, apresentou-se a pesquisa com o link do questionário a ser respondido. Um mês após o primeiro contato (cerca de cinco semanas após), enviou-se um novo e-mail de reforço para solicitar as respostas do questionário aos enviados.

O processo de aplicação do questionário durou aproximadamente dois meses, em que se realizou o contato com os entrevistados, efetuou-se o envio dos questionários on-line e fez-se o reforço à participação. A partir disso, foram mais quatro semanas de aguardo das respostas. Então, depois desse período, operou-se o link de acesso ao questionário para não aceitar mais respostas.

O questionário buscou levantar e identificar quais as questões que levam à pouca ou à não utilização da energia fotovoltaica pela população e como incentivar a mudança para este cenário, a fim de trazer as cidades para padrões mais

sustentáveis e inteligentes, já que a falta de informação sobre a tecnologia fotovoltaica se constitui em uma barreira à disseminação da mesma.

Parte do questionário constou de perguntas fechadas, nas quais o entrevistado pode escolher uma das alternativas propostas (FREIXO, 2009), no entanto, também se possibilitou um espaço ao final para observações, sugestões, dúvidas, melhorias e posicionamentos a livre manifestação do pesquisado. A escolha por perguntas fechadas possibilitou ao entrevistado posicionar as suas respostas, ao contrário de pesquisas abertas em que o entrevistador classifica as informações recebidas.

As questões do formulário foram elaboradas buscando um fácil entendimento pelo entrevistado, de forma anônima pelos participantes não identificados, ou seja, sem a identificação dos respondentes.

Seguindo os objetivos a serem atingidos nesta pesquisa, redigiram-se 34 perguntas, a fim de levantar dados que validassem o conteúdo identificado na revisão bibliográfica e na análise documental.

Como referido anteriormente, na pesquisa buscou-se identificar o conhecimento prévio que as pessoas possuíam sobre a energia fotovoltaica. Assim, alguns dados foram incluídos no questionário para fornecer as informações básicas aos entrevistados para que, mesmo que não conhecessem a energia solar, pudessem responder as perguntas.

No decorrer do questionário, destaca-se a indagação sobre quais os conhecimentos necessários para que a energia fotovoltaica fosse mais utilizada pela população.

Antes de enviar os questionários digitais para os pesquisados, fez-se um pré-teste com o Orientador desta pesquisa e com um colega deste curso de pós-graduação, para identificar a clareza do instrumento de coleta de informações. A partir disso, o questionário sofreu poucas alterações, considerando as sugestões e as dificuldades encontradas pelos testadores. Assim, foi possível tornar o questionário de fácil acesso às respostas em meio digital.

Há outros estudos relacionados à energia fotovoltaica, como na Cardiff University – Reino Unido, em que se aplicou um questionário no formato similar ao deste trabalho, com uma apresentação inicial (com indicação do anonimato do participante) e a caracterização profissional do entrevistado.

4.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Na aplicação da pesquisa, utilizou-se um instrumento de coleta de dados remoto, por meio eletrônico, através da publicação de um questionário via Web (internet), cujo endereço de acesso (link) foi distribuído por e-mails e pelas redes sociais.

Para o método eletrônico de coleta de dados adotou-se a plataforma de serviços (publicação, hospedagem e banco de dados), da empresa americana *Google Forms*, por meio de uma interface adaptável a qualquer dispositivo, podendo ser respondida no celular, em tablet, no computador ou em notebook, sendo o link distribuído eletronicamente. Após isso, realizou-se a coleta de informações que fundamentam este estudo.

A pesquisa foi efetuada no período de setembro até primeiro de novembro do ano de 2021. Neste período aplicaram-se 255 questionários, dos quais descartaram-se 139 questionários, devido ao fato de não terem retornado os e-mails, conforme apresenta o quadro seis, a seguir:

Quadro 6: Análise geral dos questionários aplicados

QUESTIONÁRIOS APLICADOS	VÁLIDOS	DESCARTADOS
Eletrônicos (Via Web)	116	139

Fonte: Elaborado pela Autora, 2022

Uma consideração em relação à aplicação da pesquisa:

- Os questionários descartados são aqueles que não retornaram com os devidos formulários respondidos.

Foram questionados diversos indivíduos, de diferentes idades e diversos graus de escolaridade, de modo que se procurou ter a maior diversidade possível prevista, porém, levando em consideração o cuidado de aplicar somente para maiores de 18 anos.

Conforme já referido, esses formulários foram enviados para diversos grupos, entre eles: discentes do programa de pós-graduação no ano de 2021, abrangendo 41 envios de formulários e do ano de 2020, com 44 formulários enviados; para 96 professores e para 74 técnicos administrativos desta universidade.

5 RESULTADOS DE ANÁLISES

Ao longo deste capítulo, ilustra-se e se discutem os resultados obtidos através da metodologia utilizada para o caso de estudo aplicado a um raio de 150 km (quilômetros) desta cidade de Cerro Largo - RS. Esses resultados abrangem o levantamento da pesquisa com a percepção sobre o uso da energia solar.

O presente trabalho limitou-se a conhecer as opiniões públicas de uma população de vários municípios, conforme referido, em um raio de até 150 km (quilômetros) de Cerro Largo - RS. Assim, os números aqui apresentados representam os dados coletados na investigação através da aplicação de questionário estruturado com questões fechadas e com múltiplas escolhas.

5.1 RESPOSTAS AO FORMULÁRIO ON-LINE

Em seguida, apresentam-se os resultados para os questionamentos do formulário.

5.1.1 Faixa etária

Para essa pesquisa qualitativa referente ao estudo de energia fotovoltaica para uma cidade inteligente, aplicada em um raio de até 150 km (quilômetros) da cidade de Cerro Largo-RS, foram apresentadas diversas faixas de idades dos entrevistados (gráfico 1).

116 respostas



Gráfico 1: Faixa etária (Elaborado pela autora, 2021)

Observou-se que, no quesito faixa etária, a pesquisa abrangeu diversas idades. Notou-se que a incidência de pessoas com 29 anos foi de 6%, já na faixa etária de 35 anos de idade a incidência foi um pouco menor, 5,2%. Enfim, os resultados apresentaram nas faixas etárias entre 18 e 64 anos de idade.

5.1.2 Dados da pesquisa

Nesse quesito, os entrevistados responderam a qual sexo pertenciam para caracterizar a pesquisa, que apresentou o seguinte resultado.

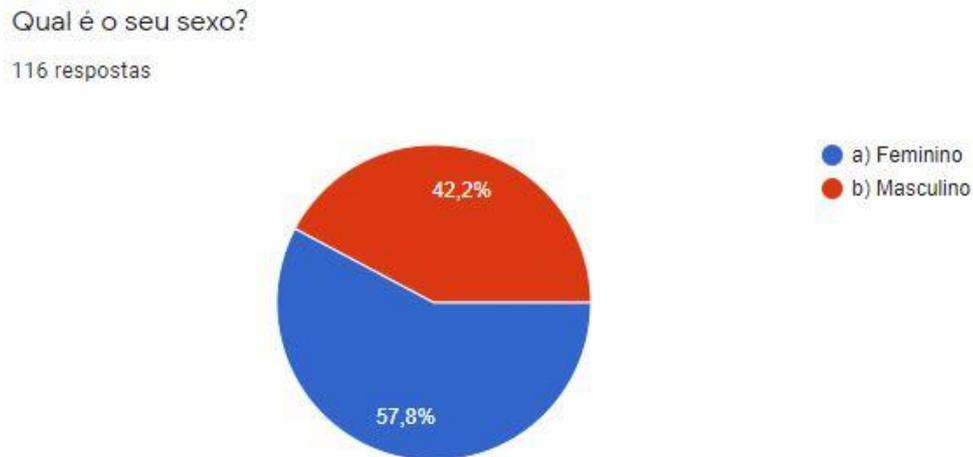


Gráfico 2: Sexo predominante (Elaborado pela autora, 2021)

Observou-se, pelas respostas dos participantes, que houve predominância do sexo feminino, com 57,8% de participação na pesquisa.

5.1.3 Cidades aplicadas na pesquisa

Como mencionado anteriormente, a pesquisa deu-se no raio de até 150 km (quilômetros) de Cerro Largo. Assim, obteve-se entrevistados de diferentes cidades como: Cerro Largo, Caibaté, Campina das Missões, Coronel Barros, Cândido Godói, Entre-Ijuís, Guarani das Missões, Horizontina, Roque Gonzales, Santa Rosa, Santo Ângelo, São Luiz Gonzaga, São Pedro do Butiá, Senador Salgado Filho, Sete de Setembro, São Borja, São Paulo das Missões, Ubiretama e Júlio de Castilhos.

A segunda cidade que mais teve formulários respondidos foi São Luiz Gonzaga-RS, contando com 17 questionários. Em terceiro lugar registrou-se a cidade de Santo Ângelo-RS, com 11 entrevistados. Em seguida, a cidade de Guarani das Missões-RS, com cinco respostas do questionário e assim por diante. As outras cidades configuram com três, dois e uma respostas do formulário, de modo que todas as cidades que tiveram entrevistados estão assinaladas com estrela na figura 23.

5.1.4 Sistema de energia fotovoltaico

Relativamente a este questionamento, obteve-se a resposta de 116 participantes, de cujos resultados são mostrados no gráfico 4. Esse gráfico ilustra a visão da população pesquisada em relação ao conhecimento acerca do sistema de energia solar fotovoltaico, sobre o que 96,6% responderam que a conhecem, o equivalente a 112 pessoas.

Você conhece o "Sistema de Energia Fotovoltaica (Energia Solar)"?

116 respostas



Gráfico 4: Respostas à pergunta sobre energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

O restante - 3,4% - apontou que não conhece essa energia, provavelmente por ser pouco difundida no setor em que mora, ou pela falta de conhecimento propriamente conceitual, ou ainda por considerá-la muito cara.

A tecnologia fotovoltaica não vem sendo muito utilizada na região, conforme apontam os resultados da pesquisa. Nesse sentido, o gráfico cinco aponta que 71,6% dos entrevistados não possuíam o sistema fotovoltaico até então, mesmo tendo conhecimento sobre o sistema.

Você possui "Sistema de Energia Fotovoltaica"?

116 respostas

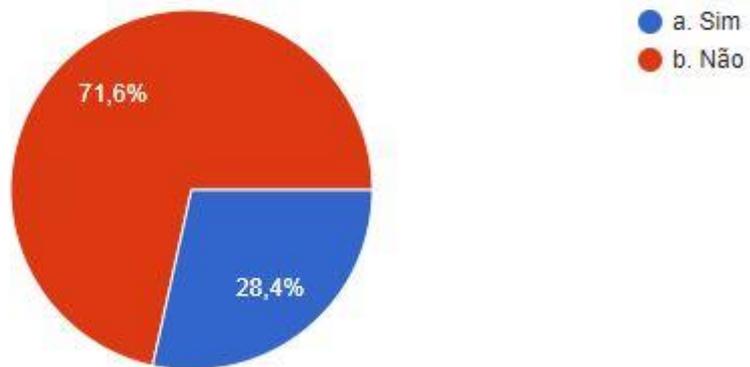


Gráfico 5: Respostas à pergunta sobre energia solar fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Através do gráfico 6 apresentam-se os resultados à pergunta aos entrevistados relativamente ao seu interesse em adquirir, mesmo que futuramente, o sistema de energia fotovoltaica solar. Pode-se observar no gráfico que 45,7% da população entrevistada possui interesse em adquirir esse sistema que gera energia renovável e limpa a longo prazo. Já 25,9% informaram que há o interesse em adquirir esse sistema a curto prazo. Estimou-se que o fato de efetuar a adesão ao sistema a longo ou a curto prazo, pode estar relacionada às condições financeiras e, também, ao conhecimento imediato sobre as vantagens do sistema fotovoltaico.

Você tem interesse em adquirir a "Energia Fotovoltaica (Energia Solar)" ou até mesmo futuramente a longo prazo?

116 respostas

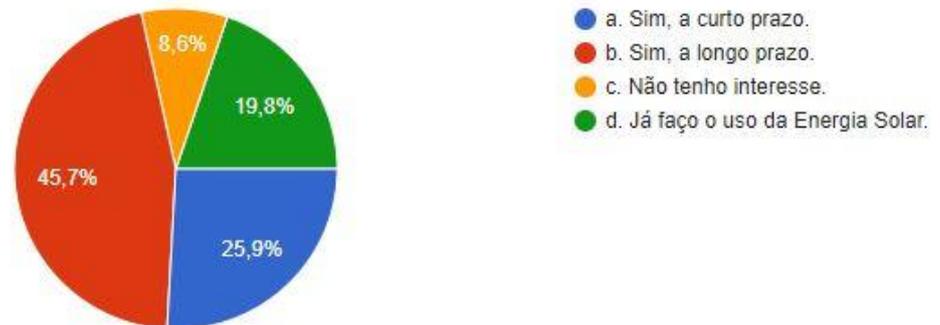


Gráfico 6: Respostas à pergunta sobre interesse em energia solar fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Ademais, de acordo com o gráfico exposto (gráfico 6), 19,8%, ou seja, 23 pessoas já fazem o uso dessa energia. Por outro lado, 8,6% (10 pessoas) não têm interesse em adquirir a energia fotovoltaica.

No gráfico sete, percebe-se que 91,4% das pessoas entrevistadas afirmaram que empregariam a energia solar em suas residências, ou para outros fins, como no aquecimento do piso, da água da piscina ou até da água do chuveiro. Esse percentual corresponde a um total de 106 pessoas dentre as 116 entrevistadas.

Você empregaria a "Energia Solar" na sua casa e também para outros fins, como no aquecimento de piso, de sua piscina ou até mesmo para o aquecimento da água do seu chuveiro?

116 respostas

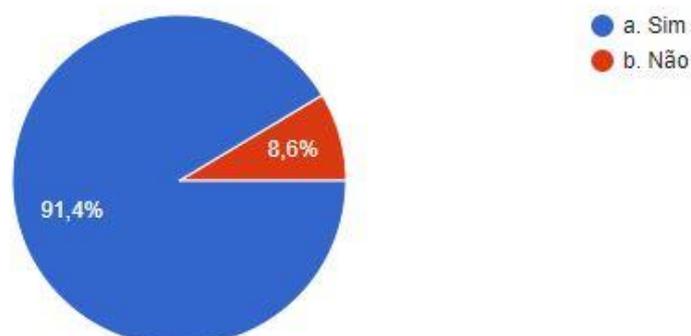


Gráfico 7: Questionamento referente à energia solar (Elaborado pela autora, 2021)

Portanto, apenas dez pessoas, a minoria, informou não ter intenção de utilizar a energia solar. Em nível de comparação, a maior parte das pessoas respondeu que utilizariam essa energia.

O gráfico oito representa o resultado acerca da disposição dos entrevistados em aprender mais sobre a energia fotovoltaica.



Gráfico 8: Questionamento referente à energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Nesse quesito, a maior parte das respostas, com um percentual de 84,5%, indicou que as pessoas têm o desejo de aprender mais sobre essa tecnologia.

Para entender um pouco do porquê a energia fotovoltaica é pouco utilizada pela população, elaborou-se uma questão para levantar as respostas e os argumentos que estão apresentados nos gráficos 9 e 10:

O quesito de não ser uma fonte de fácil acesso, pode ser quanto ao pouco capital que a família ou a pessoa possui para investir na questão de energia fotovoltaica, ou também, por ainda ser uma alternativa cara.

Na sua opinião, a "Energia Fotovoltaica" é pouco utilizada por?

116 respostas



Gráfico 9: Motivo pelo pouco uso da energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Na sua opinião, a "Energia Fotovoltaica" é pouco utilizada por?

116 respostas



Gráfico 10: Argumentos da população pelo pouco uso da energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Os gráficos 9 e 10 ilustram que as respectivas perguntas tiveram várias respostas e que, entre elas, as mais votadas foram: por não ser uma fonte de fácil acesso (42,2%), por possuir alto custo por sua produção (34,5%) e por ser pouco divulgada (12,1%). O

Porém, ambos gráficos (9 e 10) resultaram também em outros argumentos os quais tiveram em média uma resposta por entrevistado, são eles:

- O retrocesso da sociedade em evoluir e inovar, muitas pessoas com condições financeiras, mas têm medo de investir na questão;
- Deveria ser de mais fácil acesso;

- Valor inicial investido;
- Medo de a população em geral de ser taxada futuramente e pagar os mesmos valores de luz novamente;
- Valor alto para instalar;
- Desinformação. Outras prioridades dos investimentos familiares;
- Custo inicial alto, ficando na dependência de bancos (financiamento);
- É preciso mudar a cultura das pessoas, as quais estão habituadas ao uso da energia elétrica; faltam recursos para investir na instalação;
- Fator cultural;
- Alto custo de instalação;
- O custo do conversor é alto, manutenção de longo prazo incerta. O investimento não deveria ser individual, já que necessita estar conectado e pagando a taxa de transmissão da rede. O investimento deveria ser feito por companhias ou cooperativas de eletrificação. Especialmente para dar destino ao futuro resíduo de placas e conversores que será gerado no próximo período e;
- Não tenho certeza sobre o motivo.

A seguir, no gráfico 11, representaram-se os resultados relativamente a se os entrevistados conhecem empresas que trabalham nesse ramo.

Você conhece Empresas ou profissionais que trabalham com esse ramo?

116 respostas

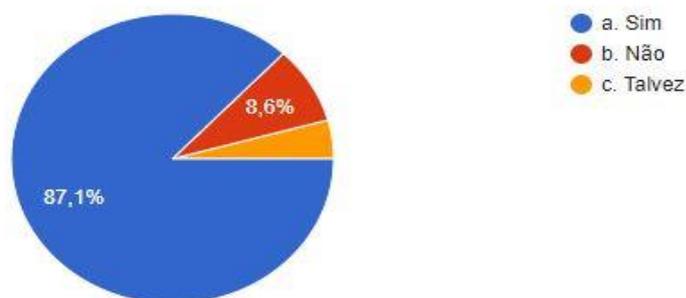


Gráfico 11: Questionamento sobre empresas no ramo da energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Grande parte dos entrevistados conhece empresas ou profissionais que trabalham no ramo da energia fotovoltaica. Apenas dez pessoas responderam que não conhecem empresas nessa área e cinco entrevistados responderam que talvez conheçam.

No quesito relacionado ao custo de um sistema de energia solar fotovoltaico, os 116 entrevistados responderam a essa questão, que apresentou o seguinte resultado (gráfico 12).

Você sabe quanto custa para instalar um "Sistema de Energia Solar Fotovoltaico"? Dica: Você pode encontrar simuladores que consideram o valor que você gasta com energia mensalmente na internet.

116 respostas

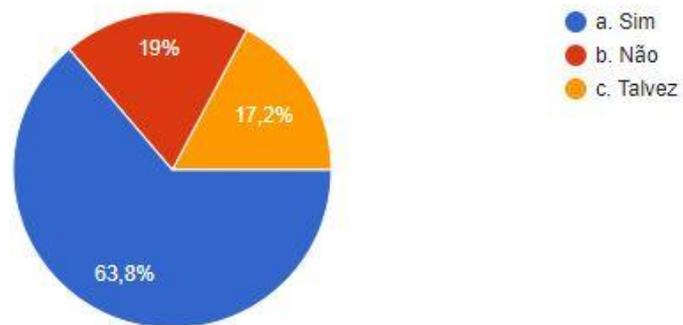


Gráfico 12: Questionamento sobre simulador de energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

A maioria das respostas dos entrevistados (63,8%) indicam que eles já possuíam o conhecimento de quanto custa para instalar um sistema de energia solar fotovoltaico. Já 19% (22 pessoas) informou não saber qual o valor do investimento em um sistema fotovoltaico e 17,2% (20 pessoas) apontou que talvez possuam esse conhecimento.

O gráfico 13 se refere ao questionamento sobre o conhecimento de que é possível monitorar o quanto de energia elétrica o sistema fotovoltaico está produzindo no imóvel, se então os entrevistados tinham ciência deste fato.

Você sabia que é possível monitorar o quanto de energia elétrica o "Sistema Fotovoltaico" está produzindo no seu imóvel?

116 respostas

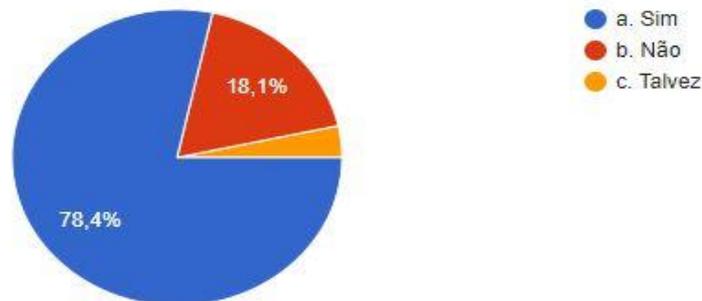


Gráfico 13: Questionamento sobre monitoramento de energia elétrica (Elaborado pela autora, 2021)

O gráfico 13 mostra que 78,4% da população entrevistada sabe que é possível fazer esse monitoramento do sistema fotovoltaico. Um número de 21 pessoas (18,1%) não sabia que poderia ser feito esse monitoramento, e 04 pessoas (3,4%) talvez soubessem desse fato.

No gráfico 14 apresenta-se o resultado do questionamento sobre algumas curiosidades, como saber se, no caso de um racionamento de energia, o sistema de energia solar ajuda.

Você sabia se houver um racionamento de energia se o "Sistema de Energia Solar" lhe ajuda?

116 respostas

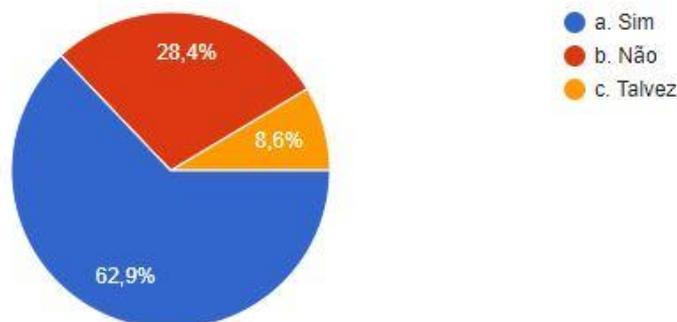


Gráfico 14: Questionamento sobre racionamento de energia (Elaborado pela autora, 2021)

Um total de 62,9% (73 pessoas) tinha ciência de que o sistema de energia solar auxilia se houver um racionamento de energia. Os entrevistados que não sabiam dessa notícia somam 28,4% (33 pessoas) e em torno de 10 pessoas (8,6%) talvez soubessem dessa vantagem da energia solar.

Nesse viés, cabe lembrar que, em 2.001, quando houve a primeira crise de energia, o governo estabeleceu um limite máximo de consumo para as residências e quem ultrapassasse pagava multa. Hoje, com a opção de ter um gerador de energia solar, cada pessoa pode produzir a sua energia e não pagar multa se houver um racionamento de novo.

O gráfico 15 expõe resultados de mais uma curiosidade sobre a energia solar.

Você sabia que os painéis solares são capazes de captar "Energia Solar" mesmo em dias nublados, devido à tecnologia empregada no processo deles?

116 respostas

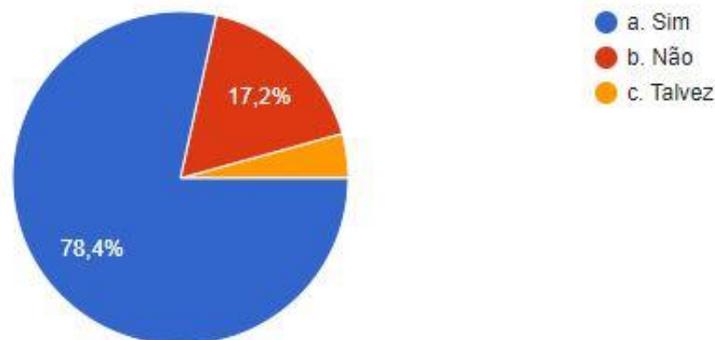


Gráfico 15: Questionamento sobre tecnologia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Essa curiosidade, cujas respostas estão representadas no gráfico 15, é conhecida pelos 91 dos entrevistados. As demais pessoas que responderam a essa questão, 20 não tinham o conhecimento de que os painéis solares são capazes de captar energia solar mesmo nos dias nublados e cinco entrevistados talvez soubessem desse fato.

Cabe destacar que essa é uma das principais curiosidades sobre energia solar. O motivo de esses painéis funcionarem até em dias nublados é por serem fabricados a partir de uma alta tecnologia. Contudo, é importante ressaltar que,

apesar de isso ser possível, menos watts de energia é produzido em dias nublados do que seriam produzidos em períodos de sol intenso.

5.1.5 Nível Socioeconômico

Para responder ao questionário, solicitou-se também para o entrevistado classificar o seu nível socioeconômico, para se ter uma ideia da diversidade e do nível com o qual essa pesquisa está trabalhando.

O gráfico 16 apresenta a classificação do nível socioeconômico dos entrevistados, de modo que se verificou que a maior porcentagem - 81,9% - respondeu ser de classe média, correspondente a aproximadamente 95 pessoas.

Qual é o seu nível socioeconômico?

116 respostas

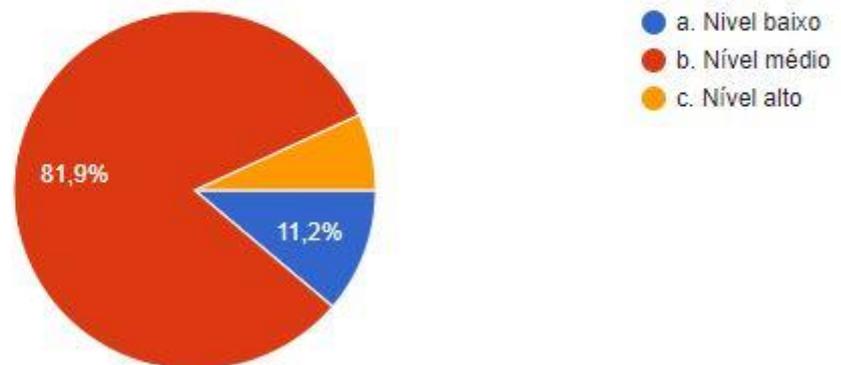


Gráfico 16: Nível socioeconômico (Elaborado pela autora, 2021)

Identificar o nível socioeconômico é importante para essa pesquisa, a fim de levantar se a classe predominante terá condições financeiras ou interesse na energia solar.

5.1.6 Grau de escolaridade

Essa pesquisa caracterizou a amostra também de acordo com o grau de escolaridade.

Qual é o seu grau de escolaridade?

116 respostas

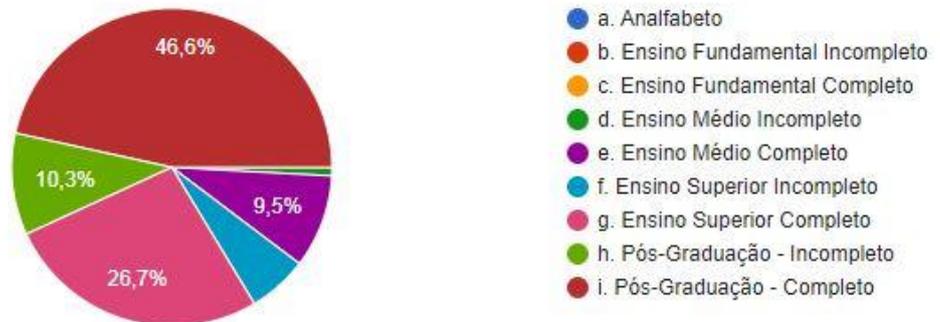


Gráfico 17: Classificação do grau de escolaridade (Elaborado pela autora, 2021)

A maior parte dos entrevistados possui pós-graduação completa, incluindo desde pós-graduações, especialização, mestrado, doutorado e pós-doutorado, colorindo quase a metade do gráfico 17, ou seja, 46,6%. O segundo maior grupo, com 26,7%, possui ensino superior completo, resultando em 31 pessoas das 116 que responderam ao questionário.

Em seguida, ficando em terceiro lugar, com 10,3%, então entrevistados que possuem pós-graduação incompleta, ou seja, que está ainda em andamento ou na fase final, desde pós-graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado.

Onze pessoas (9,5%) entre os entrevistados responderam que possuem ensino médio completo, sete pessoas possuem ensino superior incompleto e apenas uma pessoa possuiu ensino médio incompleto.

5.1.7 Atividade Profissional

Do total de 116 participantes da pesquisa, responderam informando sua formação ou atividade profissional, conforme a tabela 3.

Tabela 3: Atividade profissional

ATIVIDADE PROFISSIONAL	ATIVIDADE PROFISSIONAL
Professora	Arquiteta e Urbanista
Estudante	Farmacêutica
Servidor Público	Engenheiro Eletricista
Secretária	Advogada
Engenheira Civil	Servidor Público Federal

ATIVIDADE PROFISSIONAL	ATIVIDADE PROFISSIONAL
Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho	Engenheiro de Produto Comerciante
Enfermeira	Auxiliar Administrativo
Construção Civil	Engenheiro Ambiental e Sanitarista
Aposentado	Autônomo e estagiário
Administradora	Assessora Parlamentar
Técnico em Radiologia e Professor	Servidor Público Militar
Inspetora de Qualidade	Engenheira Ambiental
Desenvolvedora de Software	Auxiliar Escritório
Cirurgião Dentista	Segurança Pública
Pedagoga	Aposentada/ Comerciante
Vendedor	Assistente Administrativo
Motorista	Serviços Gerais
Técnico de Segurança do Trabalho	Técnico em Educação
Empresária	Professor do Magistério Superior
Técnica de Enfermagem Do Lar	Professor Universitário
Microempresária	Encarregado Operacional
Empreendedora	Empresa Cerais
Montagem, manutenção, vedação de silos e galpões	Servidor Público - Administrador
Gerente de E-commerce	Assistente em Administração
Engenheiro Ambiental e Sanitarista	Professor do Ensino Superior
Nutricionista	

Fonte: Elaborado pela autora, 202

Os participantes da pesquisa possuem diferentes formações e atuações profissionais. Nesse contexto, cabe destacar que também houve a participação de estudantes de graduação.

5.1.8 Condição de moradia

Outro questionamento do formulário foi sobre a condição da moradia do entrevistado. Entre as opções, contava casa própria e quitada; casa própria, mas parcialmente quitada; casa alugada; moradia cedida e moradia ocupada.

Qual é a condição legal de sua moradia?

116 respostas

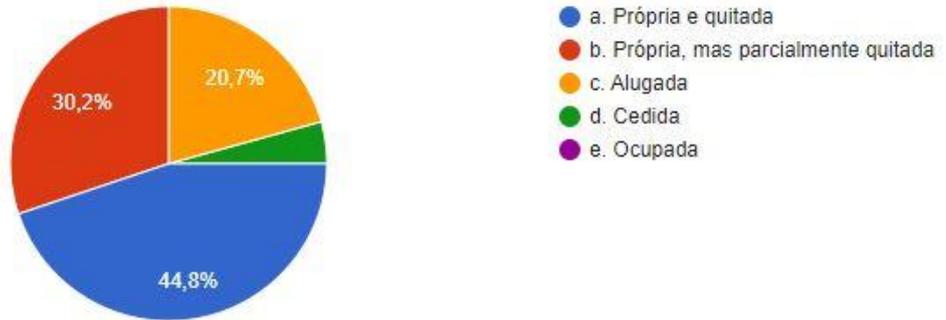


Gráfico 18: Condição legal da moradia (Elaborado pela autora, 2021)

Nesse aspecto, o maior índice de casos (44,8%) se referiu à moradia própria e quitada, correspondendo a 52 pessoas. Na sequência há o índice de 30,2% de pessoas com sua própria moradia, porém ainda estão pagando. Há 24 pessoas (20,7%) que responderam que alugam a moradia. No índice menor, 4,3%, ou seja, cinco pessoas, responderam que a condição da moradia é cedida para outra pessoa. Entende-se que a condição legal da moradia também é um item importante, pois tendem a usufruir da energia solar fotovoltaica, as pessoas com moradia própria.

O gráfico 19 corresponde à quantidade de pessoas, entre as que responderam o formulário, que habitam em uma residência.

116 respostas

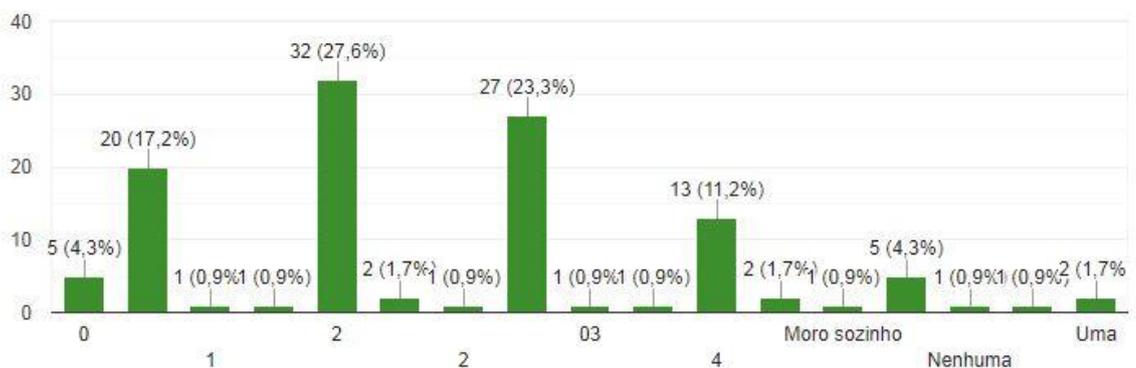


Gráfico 19: Quantidade de pessoas por residência (Elaborado pela autora, 2021)

Relativamente a esse quesito, observou-se a quantidade de duas pessoas com mais frequência, de modo que 35 entrevistados responderam que duas

peças moram com ele (a). Como exposto no gráfico 19, notou-se que 29 pessoas responderam que três pessoas moram junto.

A quantidade de pessoas que moram em uma residência é usada para calcular a quantidade de placas fotovoltaicas para a casa. Então, quanto mais pessoas em uma casa, maior a quantidade de energia elétrica gasta e, conseqüentemente, maior será a quantidade de placas fotovoltaicas para a residência.

O gráfico 20 representa a investigação sobre os domicílios, se são exclusivamente residenciais ou se agregam atividade comercial ou industrial.

O seu domicílio é exclusivamente residencial ou tem alguma atividade comercial ou industrial funcionando dentro, nos fundos ou em qualquer outro local que pertença ao seu domicílio? (Por exemplo: funciona uma pequena confecção, uma marcenaria, você faz salgados e doces para festa.)

116 respostas

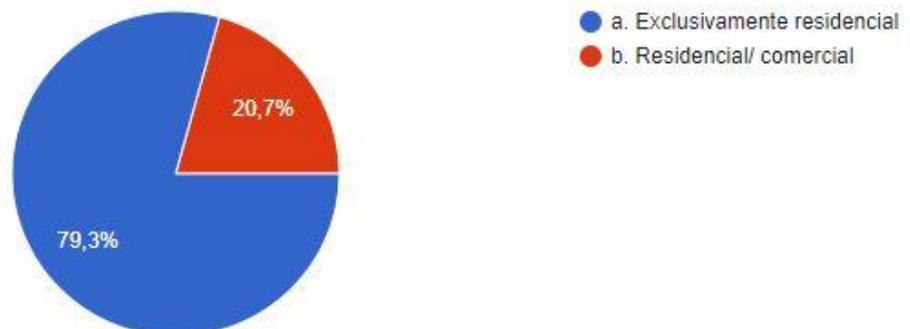


Gráfico 20: Domicílio residencial x comercial (Elaborado pela autora, 2021)

Domicílio exclusivamente residencial foi a maior incidência, sendo apontado por 92 entrevistados (79,3%). Os demais, 20,7%, encaixam-se na categoria residencial/ comercial. Essa indagação na pesquisa se justifica no fato de que quanto mais atividades há no domicílio, mais gastos na conta de energia, e um maior aproveitamento das placas de energia fotovoltaica.

Em uma das questões do formulário, solicitou-se o valor médio da conta de energia elétrica da residência, os quais estão listados na tabela quatro.

Em relação ao item apontado, observou-se que grande parte dos entrevistados (40 pessoas) possui dois climatizadores nas suas residências. Em seguida, estão 22 entrevistados que afirmaram possuírem suas casas apenas um aparelho de climatização. Já 17 pessoas informaram a posse de três climatizadores.

Ainda, observa-se no gráfico 21, que 14 entrevistados possuem quatro climatizadores em suas moradias e nove pessoas apontaram o uso de cinco climatizadores em casa.

Evidentemente, quanto mais aparelhos há na residência, maior o gasto com energia elétrica, ou seja, a demanda mais elevada por energia aponta para um maior uso de placas fotovoltaicas.

No gráfico 22, tem-se o desfecho a partir da resposta sobre o questionamento acerca da quantidade aproximada de eletrodomésticos que os entrevistados possuem em suas residências.

116 respostas

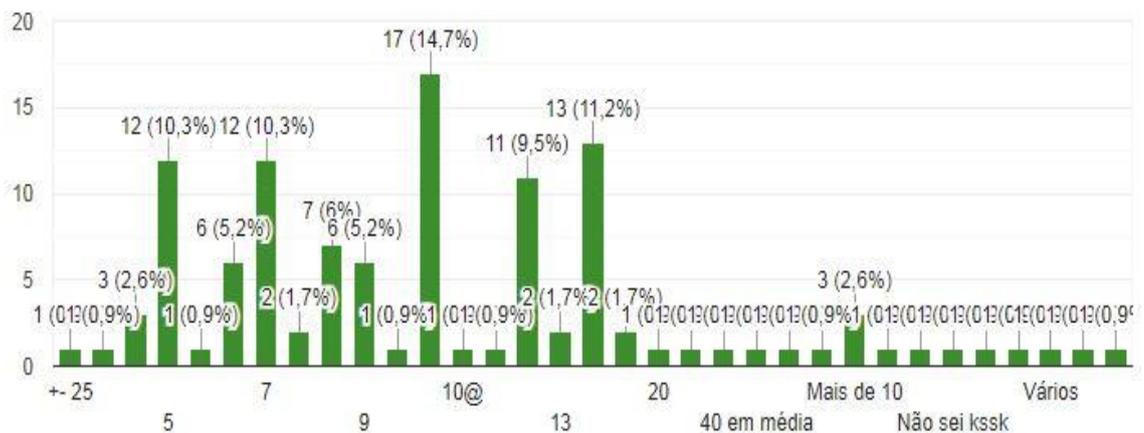


Gráfico 22: Quantidade estimada de eletrodomésticos das residências (Elaborado pela autora, 2021)

As respostas do gráfico 22 foram as mais variadas, desde respostas de que não sabiam, até vários eletrodomésticos. Considerando os números mais altos do gráfico, tem-se 19 pessoas que responderam ter em suas casas ao total dez eletrodomésticos. Treze pessoas apontaram que têm 15 eletrodomésticos. Onze entrevistados responderam que possuem 12 eletrodomésticos. Quatorze pessoas confirmaram que possuem sete eletrodomésticos em suas casas. O número mais

alto encontrado em eletrodomésticos foi de 40 e a quantidade mínima foi de dois eletrodomésticos.

A finalidade dessa questão está no fato de que quanto mais eletrodomésticos funcionando há em uma residência, maior o custo da conta de energia elétrica. Assim, novamente será mais eficiente a geração de eletricidade pela energia fotovoltaica.

Sobre a avaliação em relação ao preço da energia elétrica, os 116 participantes responderam à questão do formulário resultando na distribuição apresentada no gráfico 23.

Como você avalia o preço da energia elétrica? Você diria que o preço é: (leia a escala)

116 respostas

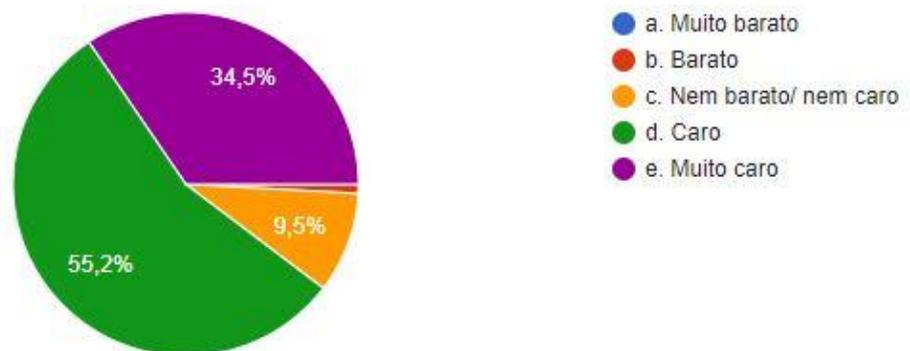


Gráfico 23: Escala do valor da energia elétrica (Elaborado pela autora, 2021)

Grande parte dos entrevistados votou que avalia o preço da energia elétrica caro (55,2%). O preço da energia elétrica foi considerado como muito caro por 34,5%, ou seja, 40 das 116 pessoas entrevistadas.

Nem barato/ nem caro foi a opção para o preço da energia elétrica por 9,5% dos entrevistados. Enfim, o gráfico 23 apresentou apenas uma pessoa que achou o valor da energia elétrica barata.

O gráfico 24 estampa as respostas em relação a outro benefício do uso da energia fotovoltaica.

Você sabia que com a instalação do "Sistema de Energia Solar Fotovoltaico" o seu imóvel pode valorizar aproximadamente de 8% a 10% na hora de sua locação e revenda em caso de negociação futura?

116 respostas

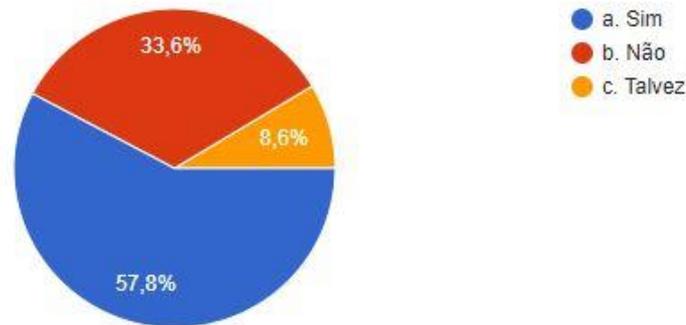


Gráfico 24: Benefício da energia solar fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Os resultados apresentados no gráfico 24 apontam que 57,8% (67 pessoas) dos entrevistados sabem que o sistema de energia solar fotovoltaico valorizava o imóvel de 8% a 10% na hora de revenda ou de alguma negociação futura do próprio imóvel.

Do total das 116 respostas, 39 entrevistados não estavam cientes desse benefício da energia solar, conforme representado no gráfico 24. Entretanto, dez pessoas desse total responderam que talvez soubessem desse fato.

Com o gráfico 25 se demonstra o posicionamento dos entrevistados sobre outra vantagem em utilizar a energia solar fotovoltaica.

Você sabia que pode produzir "Energia Solar Fotovoltaica" em sua casa ou Empresa ou outra propriedade reduzindo até 95% nos valores da sua conta de luz?

116 respostas

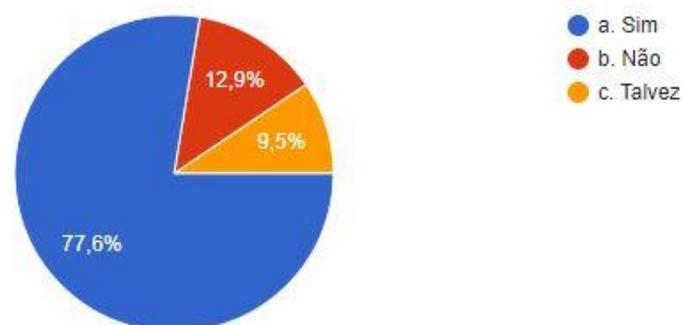


Gráfico 25: Benefício da energia fotovoltaica (Elaborado pela autora, 2021)

Os resultados mostrados do gráfico 25 indicam que 77,6% (90 entrevistados) já conheciam a vantagem indicada sobre a energia solar. Porém, 12,9% (15 pessoas) ainda não sabiam que a energia fotovoltaica pode reduzir até 95% nos valores da conta de luz. E sobre a porcentagem restante de 9,5% (11 pessoas) votaram que talvez soubessem dessa informação.

5.1.9 Educação Sustentável

Como se pode observar, no gráfico 26 tratou-se de uma questão de opinião pública, em que se solicitou para os entrevistados, selecionarem a alternativa correspondente à assertiva: ser sustentável é caro, sim ou não.

Na sua opinião, quando falamos na palavra Sustentável, no caso tratando de "Energia Solar".
Ser sustentável é caro?

116 respostas

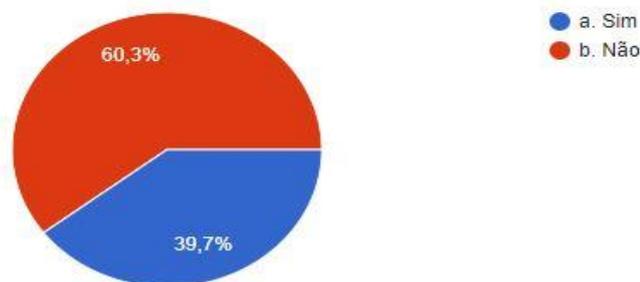


Gráfico 26: Questionamento referente sustentabilidade (Elaborado pela autora, 2021)

A parte vermelha do gráfico acima corresponde ao número de pessoas que selecionaram a opção “não”, equivalente a que ser sustentável não é caro. Tem-se a maior parte dos entrevistados (70 pessoas).

Em meio aos desastres naturais, com o esgotamento dos recursos hídricos, surgiu a ideia de oferecer nas escolas e universidades uma disciplina sobre energia renovável, com o objetivo de incentivar a educação sustentável já no ensino inicial para as crianças e jovens. Isso, para ensinar-lhes desde pequenos a importância e como preservarem o meio ambiente. Então, sob essa perspectiva, criou-se uma

questão sobre esse assunto para conhecer os posicionamentos e chegar a uma conclusão (gráfico 27).

Você acha interessante a ideia de oferecer nas Escolas e Universidades, uma disciplina sobre Energia Renovável, incentivando a Educação Sustentável já no Ensino Inicial das crianças e jovens?

116 respostas

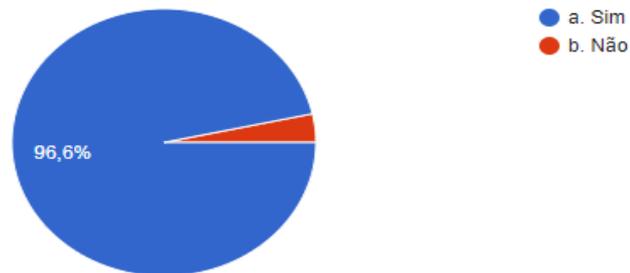


Gráfico 27: Questionamento sobre educação sustentável (Elaborado pela autora, 2021)

As respostas do gráfico 27, em geral, foram afirmativas. Dos entrevistados, 96,6% acham interessante ofertar uma disciplina já no ensino inicial sobre educação sustentável. Apenas quatro pessoas não acharam interessante disponibilizar essa disciplina.

O gráfico 28 ilustra os posicionamentos acerca da informação relevante sobre o impacto ambiental, realidade que estamos vivenciando e sentindo na pele cada dia mais devido às ações do homem de forma equivocada.

Você tem ciência do impacto ambiental que deixará de ser provocado com a instalação de "Energia Fotovoltaica" em uma residência? Como exemplo: Em uma casa onde moram um casal e dois filhos e o consumo de energia é em torno de 500 kWh: Nessa situação, essa família (família média) evitará que sejam cortadas 1,7 árvores por mês para a alimentação de Usinas Termoeletricas e a emissão de 0,62 toneladas de CO² na atmosfera. Você tinha esse conhecimento?

116 respostas

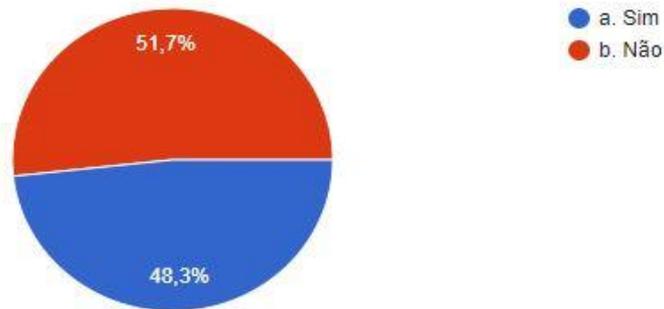


Gráfico 28: Questionamento sobre impacto ambiental (Elaborado pela autora, 2021)

Como pode ser visto no gráfico 28, o questionamento praticamente dividiu os entrevistados, ficando pouca diferença entre as respostas. Dos entrevistados, 56 (48,3%) alegaram que têm ciência desse grande impacto ambiental que pode ser evitado se for instalada a energia fotovoltaica em apenas uma residência. Todavia, 60 pessoas (51,7%), ainda a maior parte, responderam que não tinham a ciência desse grande impacto ambiental.

Enfim, o gráfico 29 elucida um dado importante que por muitos pode ser visto também como uma curiosidade, no entanto, é um assunto do futuro e dos noticiários.

Você já ouviu falar em "Cidades Inteligentes"?

116 respostas

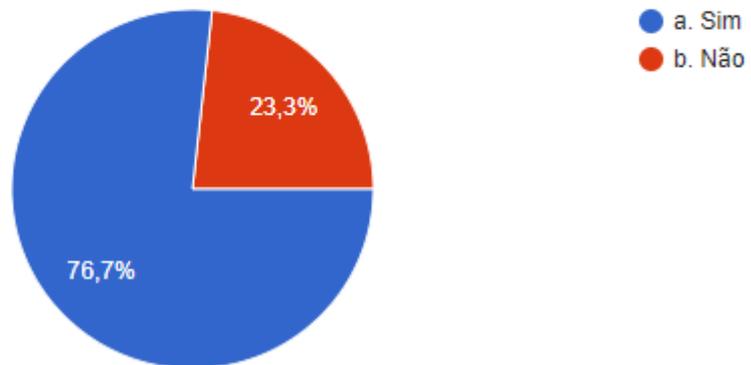


Gráfico 29: Questionamento sobre cidades inteligentes (Elaborado pela autora, 2021)

Um assunto que vem chamando bastante a atenção, que vem sendo comentado, que indica cidades brasileiras como verdadeiros exemplos a seguir foi tema dessa pergunta. É o que tratou o gráfico 29: E você já ouviu falar em cidades inteligentes?

Como pode ser verificado no gráfico 29, 89 entrevistados (76,7%) manifestaram que já ouviram falar nelas, nas cidades inteligentes. Em contrapartida, uma quantia de 27 (23,3%) dos que responderam assumiram não ter ouvido falar nesse assunto.

O gráfico 30 exhibe a posição dos pesquisados no tocante a uma pergunta que associa a energia fotovoltaica às cidades inteligentes.

Na sua opinião, "Energia Fotovoltaica" é um item importante para uma cidade ser considerada "Cidade Inteligente"?

116 respostas

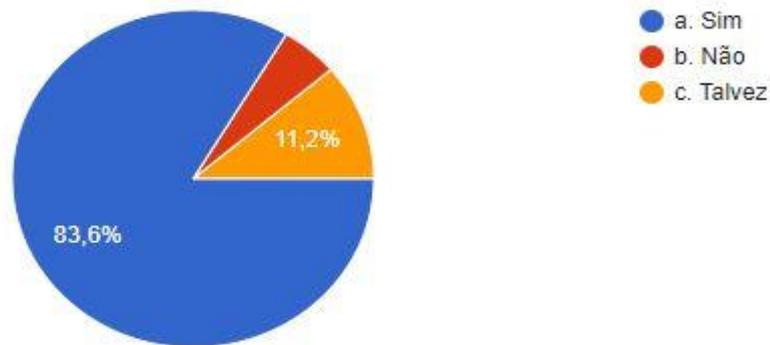


Gráfico 30: Questionamento sobre cidade inteligente (Elaborado pela autora, 2021)

Uma porcentagem de 83,6% (97 entrevistados), do gráfico 30, respondeu que acharam a energia fotovoltaica um item importante para se considerar uma cidade inteligente. A resposta “talvez” foi levantada por 13 pessoas (11,2%), que a energia fotovoltaica possa vir a ser um item. O “não” como resposta foi defendido por seis pessoas entrevistadas (5,2%) que não consideram a energia solar fotovoltaica importante para uma cidade ser inteligente.

Já Gonçalves et al. (2016) defenderam a contribuição das fontes de energia renováveis para se chegar a considerar uma cidade inteligente, associando cidades digitais inteligentes às baseadas nos conceitos e ferramentas da tecnologia da informação implementadas e disponibilizadas ao público em geral, com a sustentabilidade.

Segundo Irena (2016), a energia solar fotovoltaica em telhados e o armazenamento de energia distribuída e elétrica estão se tornando parte integrante dos sistemas de energia da cidade. Com isso, os edifícios são consumidores e produtores ao mesmo tempo.

Para Gomes et al. (2020), as edificações nas *Smart Cities* devem possuir projetos que reduzam os impactos ambientais, como aproveitamento de águas pluviais e produção de energia solar, através da energia fotovoltaica, entre outras soluções que não prejudicam o meio ambiente.

Uma explanação sobre o incentivo do governo pelo mercado da energia fotovoltaica é o que demonstra o gráfico 31.

Você acha que o incentivo do Governo ajudaria na aceitação pelo mercado da "Energia Fotovoltaica?"

116 respostas



Gráfico 31: Questionamento sobre incentivo do governo (Elaborado pela autora, 2021)

O incentivo do governo ajudaria na aceitação pelo mercado da energia fotovoltaica foi o que a maioria das pessoas entrevistadas respondeu. Cerca de 113 pessoas fizeram essa opção, num percentual de 97,4%. Apenas três pessoas (2,6%) optaram pela resposta não (gráfico 31).

Para Rigo et al. (2019) um dos fatores críticos de sucesso para o crescimento da energia solar fotovoltaica em pequena escala no Brasil é a carência de um mecanismo de financiamento.

O gráfico 32 mostrou os resultados do questionamento referente à inserção do aproveitamento da energia solar através do material fotovoltaico ao contexto sustentabilidade. Provavelmente, os entrevistados relacionaram o conceito de sustentabilidade com a redução do consumo direto da energia elétrica e a redução dos gastos mensais de uma residência.

Em sua opinião, a "Energia Fotovoltaica" está inserida no "Contexto de Sustentabilidade"?

116 respostas



Gráfico 32: Questionamento sobre inserção no contexto da sustentabilidade (Elaborado pela autora, 2021)

Aproximadamente 114 dos entrevistados (98,3%) responderam que a energia fotovoltaica está inserida no contexto da sustentabilidade. Só duas pessoas (1,7%) foram contra, provavelmente, não possuíram ou não tinham conhecimento de um sistema de energia fotovoltaico ou de sustentabilidade.

5.2 VISITA TÉCNICA

No ano de 2022, realizou-se uma visita técnica a uma empresa de energia solar fotovoltaica, a fim de conhecer um pouco mais essa tecnologia e a abrangência que a empresa vem conquistando durante o percurso dela.

Em entrevista realizada durante a visita técnica com os empresários, levantou-se em torno de 500 a 700 empresas ao total vem utilizando a energia fotovoltaica desde o ano de 2018, ou seja, desde que a empresa iniciou as atividades nesse ramo.

No gráfico 33, apresenta-se o resultado de um levantamento, no qual estão as classificações dos diversos ramos que vem fazendo o uso da energia solar, segundo dados da empresa local.

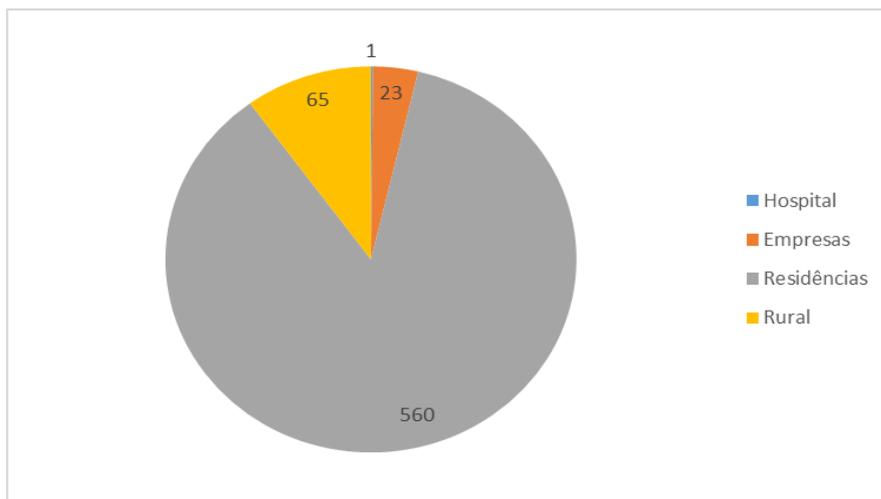


Gráfico 33: Classificações das diversas áreas que utilizam energia solar (Elaborada pela autora, 2022)

Entre esses números, a empresa citou que há no momento aproximadamente 505 plantas ativas em monitoramento desde o ano de 2018 pelos engenheiros elétricos responsáveis pelo projeto e execução dos painéis fotovoltaicos.

A empresa ainda mencionou que trabalha com onze marcas de inversores solares e dez marcas de placas fotovoltaicas, entre essas, três brasileiras e o restante do montante importadas.

O monitoramento é realizado em 25 cidades da região das Missões-RS. Sendo elas:

Tabela 5: Cidades da região das Missões - RS

MUNICÍPIOS	MUNICÍPIOS
Vitória das Missões	Mato Queimado
Ubiretama	Jóia
Tuparendi	Ijuí
Tucunduva	Guarani das Missões
São Pedro do Butiá	Girúá
São Paulo das Missões	Entre-Ijuís
São Miguel das Missões	Cerro Largo
Santo Ângelo	Catuípe
Santa Rosa	Candido Godói
Salvador das Missões	Campina das Missões
Roque Gonzales	Caibaté
Rolador	
Porto Xavier	
Porto Mauá	

Fonte: Elaborada pela autora, 2022

As mesmas cidades citadas na tabela 5 encontram-se representadas no mapa da figura 24, com pontos.

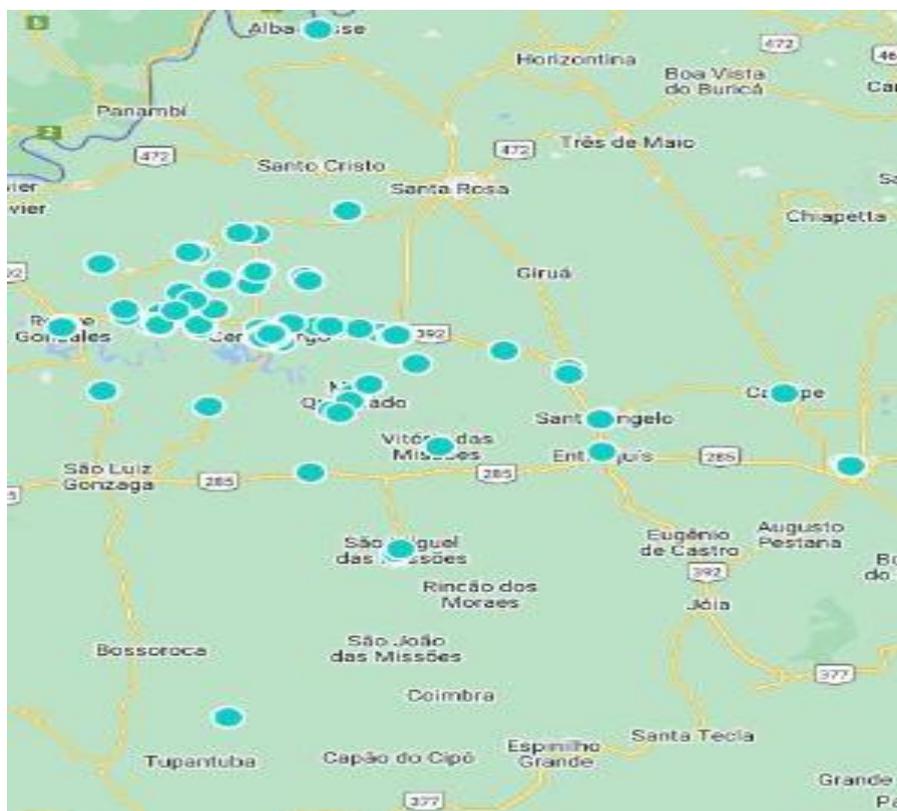


Figura 24: Cidades com monitoramento da energia fotovoltaica pela empresa (Elaborado pela autora, 2022)

Com os dados obtidos da empresa, notou-se que ela conquistou, em apenas quatro anos, 25 municípios da região das Missões-RS. Assim, com essa pesquisa espera-se ainda mais atingir e disseminar o estudo da energia fotovoltaica nas cidades em que também faltam pontos do mapa da figura 24.

5.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos resultados permite chegar a conclusões sobre o tema e consiste na interpretação dos dados que foram obtidos, o que pode ser feito por meio de textos, imagens, gráficos e tabelas.

A tabela seis apresenta alguns dados compilados dos 116 formulários aplicados. Observou-se dos resultados e análises dos questionários, que:

- A maior classe apurada nos questionários é a média;
- A maior taxa de escolaridade é a pós-graduação completa;
- E a condição de moradia mais citada é a casa própria e quitada.

Quadro 7: Dados compilados do questionário

RESUMO DOS DADOS DOS FORMULÁRIOS
96,6% (112 entrevistados) conheciam o sistema de energia solar fotovoltaico;
79,3 % (92 domicílios) são residenciais;
71,6% (83 pessoas) não possuíam sistema de energia solar fotovoltaico;
45,7% (53 entrevistados) têm interesse em adquirir a energia solar fotovoltaica, em longo prazo;
91,4% (106 pessoas) empregariam a energia solar nas suas casas;
60,3% (70 entrevistados) consideram a energia solar como sustentável não cara;
96,6% (112 pessoas) acham interessante oferecer nas escolas uma disciplina sobre educação sustentável;
84,5% (98 entrevistados) gostariam de aprender mais sobre energia solar fotovoltaica;
87,1% (101 pessoas) conhecem empresas que trabalham nesse ramo;
55,2% (64 entrevistados) acham o preço da energia elétrica cara;
63,8% (74 pessoas) sabem quanto custa para instalar um sistema de energia solar fotovoltaico;
78,4% (91 entrevistados) sabiam que é possível monitorar o quanto de energia elétrica o sistema fotovoltaico está produzindo no imóvel;
62,9% (73 pessoas) sabiam que, em caso de racionamento de energia, o sistema de energia solar ajuda;
78,4% (91 entrevistados) sabiam que os painéis solares são capazes de captar energia solar mesmo em dias nublados;
57,8% (67 pessoas) sabiam que com a instalação do sistema de energia solar fotovoltaico, o imóvel pode valorizar aproximadamente de 8% a 10% na hora de sua locação e revenda em caso de negociação futura;
77,6% (90 entrevistados) sabiam que podem produzir energia solar fotovoltaica na sua casa, empresa ou outra propriedade reduzindo até 95% nos valores da sua conta de luz;
51,7% (60 pessoas) não tinham ciência do impacto ambiental que deixará de ser provocado com a instalação de energia solar fotovoltaica em uma residência;
76,7% (89 entrevistados) já ouviram falar em cidades inteligentes;
83,6% (97 pessoas) acham que a energia solar fotovoltaica é um item importante para uma cidade ser considerada cidade inteligente;
97,4% (113 entrevistados) acham que o incentivo do governo ajudaria na aceitação da energia solar fotovoltaica pelo mercado;
98,3% (114 pessoas) acham que a energia solar fotovoltaica está inserida no contexto de sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Com todos os números levantados a partir da pesquisa, foi possível observar que a energia solar fotovoltaica expressada pelos gráficos, tem sido alvo de interesse dos entrevistados, seja a curto, seja a longo prazo. Da mesma forma, os resultados, com base no levantamento através do questionário aplicado num raio de até 150 quilômetros da cidade de Cerro Largo - Rio Grande do Sul, mostraram que essa energia tende a continuar com o seu crescimento nas cidades, de modo que evoluam nesse aspecto para uma cidade inteligente.

5.4 COMENTÁRIOS DA PESQUISA

No formulário, após concluídas as questões, deixou-se um espaço em branco, na parte inferior, para aqueles que quisessem fazer alguma consideração ou deixar o seu comentário para finalizar o questionário. Essa finalização, no entanto, não era de adesão obrigatória, de modo que foram recebidos menos comentários que o número de pesquisados, conforme pode ser verificado na tabela 6.

Tabela 6: Alguns comentários da pesquisa aplicada

COMENTÁRIOS DA PESQUISA
É o progresso chegando e no futuro somente existirão energias sustentáveis.
A energia solar é uma fonte de energia considerada cara para alguns, pois ainda não compensa realizar esta troca. No entanto, é uma ótima alternativa à energia das hidrelétricas, que estão cada vez mais saturadas. Pensando em um futuro próximo, acredito que é a fonte mais viável e com mais fácil acesso para a população no geral.
Já trabalhei com energia solar, comércio e instalação e acabei desistindo pela falta de incentivo, mas pretendo retomar em breve.
Ótimas perguntas.
Parabéns. Oportunos questionamentos para o desenvolvimento e ampliação de uma energia mais limpa e sustentável.
Ótimo tema de grande aplicação prática. Parabéns!
Sim, devido a economizar o uso dos recursos naturais finitos e gerar menos poluição.
A meu ver a energia fotovoltaica não é mais utilizada por ter um alto custo de instalação, que mais tarde vai sendo compensado, mas ter o dinheiro ou acesso ao financiamento não é para todos.
O governo deveria reduzir impostos de quem instala o sistema fotovoltaico na sua casa, mas o governo federal faz o contrário, quer elevar as taxas, não controla o valor do real perante o dólar.
Sempre que possível temos que preservar a natureza, quando se constrói uma hidrelétrica, muita coisa ao redor é atingida.

Penso que a energia solar deveria ser subsidiada através de uma linha especial de crédito, tal e qual ocorrem com o financiamento habitacional. Além disso, qualquer tipo de financiamento relacionado à construção civil, seja habitacional ou empresarial, deveria estar condicionado à instalação de energia solar.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Avalia-se que a pesquisa rendeu bastantes comentários, inclusive complementações das respostas do questionário. Entre os comentários, destaca-se a indicação de um incentivo por parte do governo para incentivar a utilização das placas solares fotovoltaicas. Incentivo esse mediante a redução de impostos a pessoas que fazem o uso dessa energia, e não o contrário, elevando as taxas.

Outro ponto que mereceu destaque foi em relação às construções de hidrelétricas, já que nesse caso grandes áreas são atingidas, gerando grande impacto ambiental.

5.5 MAQUETE DIGITAL - RESIDÊNCIA/ CIDADE INTELIGENTE

A partir do desenvolvimento de modelos de maquetes digitais de residências unifamiliares com as instalações do sistema de energia solar fotovoltaica pode-se propor uma cidade inteligente.

As figuras 25 e 26 apresentam um exemplo de residência unifamiliar utilizando placas fotovoltaicas.



Figura 25: Proposta de residência unifamiliar utilizando placas fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2021)



Figura 26: Proposta de residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2021)

As placas solares fotovoltaicas representadas nas maquetes digitais, na figura 25 e 26, instaladas na cobertura da residência, podem também ser utilizadas em fachadas de edifícios, embelezando os prédios.

Nas imagens a seguir, são apresentados modelos de cidade inteligente.



Figura 27: Proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 28: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 29: Proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 30: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 31: Proposta de cidade inteligente utilizando placas fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 32: Proposta de residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 33: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 34: Proposta de cidade inteligente (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 35: Proposta de cidade inteligente utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 36: Proposta de cidade inteligente (Elaborado pela autora, 2022)



Figura 37: Proposta de cidade inteligente/ residência unifamiliar utilizando placas solares fotovoltaicas (Elaborado pela autora, 2022)

As propostas sugeridas nas figuras 27 a 37 são de cidade inteligente e de residências utilizando placas solares fotovoltaicas. Essas placas fotovoltaicas podem ser usadas e integradas de diversas formas nas cidades, como:

- Nas residências: a energia solar residencial possibilita utilização de equipamentos básicos necessários ao conforto de uma casa, tais como lâmpadas, televisores, rádios, geladeira, micro-ondas, climatizadores;
- Poste de iluminação, eletrificação de cercas ou estações de sinal;
- Pela energia solar térmica, aquecendo água para uso industrial ou residencial;
- Em regiões rurais e na geração de eletricidade;
- Recarga de aparelhos eletrônicos, como os celulares;
- Funcionamento de aparelhos domésticos;
- Iluminação pública;
- Sistemas de uso coletivo, tais como geração de energia elétrica para escolas, postos de saúde e centros comunitários.

A energia solar fotovoltaica, portanto, pode ser aproveitada de diversas formas e conta com os mais variados benefícios para o consumidor, tanto de modo individual, quanto coletivo. Além disso, é possível aplicar a energia solar fotovoltaica

para a iluminação de espaços públicos como para as praças, com luzes de led, e até mesmo em projetos escolares.

Nas residências, energia fotovoltaica pode ser aplicada em aparelhos de cozinha, como os liquidificadores e batedeiras; na sala, em televisões e aparelhos de som; e também nos quartos, alimentando aparelhos de ar-condicionado, ventiladores e luminárias.

No meio público, essa energia pode ser uma boa solução para prefeituras e governos que desejam criar ambientes urbanos mais sustentáveis.

Além do fator economicidade direta, é importante perceber que ao usar um sistema fotovoltaico se está contribuindo não só para a formação de uma cidade inteligente, mas também para a preservação do meio ambiente e para a diminuição dos impostos da conta de energia elétrica para a população e para as empresas. Enfim, esse sistema pode tornar a vida das pessoas e das empresas mais econômica e sustentável, também ajudando o meio ambiente e o futuro das cidades.

CONCLUSÃO

O presente trabalho procurou elucidar a identificação conceitual existente de cidade inteligente. As pesquisas demonstraram que o uso de fontes de energia renováveis é indispensável à definição de cidade inteligente e essencial para o bem-estar das cidades e a sustentabilidade de longo prazo. Por ser um conceito relativamente novo, cidades inteligentes é um tema que precisa ser debatido devido à demanda pela crescente urbanização das cidades.

Viu-se, no referencial teórico, que o desenvolvimento de sistemas, redes e plataformas de conhecimento e inovação urbana são fundamentais às cidades, uma vez que permitem informar e integrar os cidadãos, levando-os a participar das decisões e dos projetos para a cidade. Porém, há desafios para a implementação de cidades inteligentes no Brasil, pois também existem as questões sociais que carecem de melhor enfrentamento. Portanto, as cidades inteligentes devem ser vistas e avaliadas com cautela.

A pesquisa mostrou que há um amplo leque de critérios nas pesquisas sobre *Smart Cities* que abordam temas como a internet das coisas, a computação em nuvem, a mobilidade urbana, a sustentabilidade ambiental, a economia criativa, a governança, as energias e a qualidade de vida. Porém, o enfoque e a metodologia deste trabalho objetivaram-se estudar a energia fotovoltaica para cidade inteligente, aspecto que, conforme os resultados apurados, já está sendo realidade nas cidades de abrangência da pesquisa.

Esta pesquisa se propôs, através de seu objeto principal, prever o crescimento de energia solar nas cidades com base em levantamento através de questionários aplicados a moradores de cidades num raio de até 150 quilômetros da cidade de Cerro Largo – Rio Grande do Sul. Assim, por meio da abordagem qualitativa, foi utilizado no levantamento (*Google Forms*) que compreendeu um questionário estruturado como instrumento de coleta de dados. Esse formulário foi formado por questões divididas em questões demográficas relativas ao perfil do entrevistado e com questões gerais, adequadas a fatores que identificam e qualificam o estudo da energia fotovoltaica para uma cidade inteligente.

Com as tecnologias emergentes usando energia solar fotovoltaica, sensores, redes sem fio e aplicativos conectados na internet e em dispositivos móveis, as cidades inteligentes estão se tornando uma realidade. Elas são capazes de fornecer atualizações de status ao vivo sobre energia, pois é possível até monitorar quanto está se produzindo de energia fotovoltaica, por exemplo. Esse tipo de informação ajuda a melhorar a saúde econômica e ambiental da cidade para residentes e até, atrai turistas. Portanto, as cidades inteligentes se concentram nas necessidades mais urgentes e nas maiores oportunidades de melhorar a qualidade de vida dos residentes hoje e no futuro. No entanto, para isso as cidades precisam se planejar com sistemas integrados de energia urbana, usando conhecimentos de vários setores interligados, como o do planejamento urbano.

O emprego de tecnologia da informação, como o formulário on-line, mostrou-se muito útil, prático e bem distribuído, além da vantagem de poder ser acessado por computadores (*desktop e laptop*), *smartphones, tablets* e até celulares. O público participante da pesquisa denotou um elevado entendimento dos conceitos relacionados às perguntas apresentadas, porém observou-se que é um conjunto de pessoas que também possuem elevado grau de formação acadêmica.

Os comentários agregados ao formulário da pesquisa foram de grande valia, pois mostraram-se positivos para o desenvolvimento e ampliação de uma energia mais limpa e sustentável.

Evidenciou-se que, no Brasil, a utilização da energia fotovoltaica ainda é iniciante, se comparado com a Alemanha, país que possui níveis de insolação mais baixos que os do Brasil, mas que faz o seu uso já a partir do ano de 1999.

A energia fotovoltaica é uma tecnologia promissora, que pode ser utilizada em fachadas e em coberturas de edificações, no entanto ainda precisa de mais investimentos e incentivos para que ela cumpra o papel previsto.

Enfim, o estudo de energia fotovoltaica apontou que ela está nos interesses dos entrevistados. Desse modo, o que os resultados indicam é que ela irá, sim, se disseminar mais pelas cidades apontadas nesta pesquisa. Mas, é claro, que um maior avanço depende de incentivo do governo, o que ampliaria ainda mais essa perspectiva, a fim de conduzir as cidades para um rumo sustentável e inteligente.

Concluiu-se que o papel das fontes renováveis modernas de energia, como a energia fotovoltaica, diante do cenário metamórfico no campo energético atual é

crucial para o alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável e para as cidades inteligentes.

A fonte de energia solar fotovoltaica representa a diversificação da matriz elétrica brasileira e o aumento na segurança energética, com alívio dos reservatórios hídricos, além de menor emissão de resíduos, principalmente de gases causadores do efeito estufa, como o CO².

Há muitos anos, a maior parte da indústria depende de combustíveis fósseis, carvão, petróleo e gás natural. Porém, os combustíveis fósseis são recursos não renováveis, que precisam de milhares de anos para se criar e nem sempre podem atender a todas as necessidades humanas, de modo que mais cedo ou mais tarde poderão acabar.

Em razão disso, deve-se encontrar uma alternativa ao combustível fóssil. Nesse viés, a energia solar pode ser uma ótima alternativa, pois é uma fonte gratuita e ilimitada, o que ajudará a possuir energia limpa e sustentável para alimentar o mundo. Além do que, fará isso eliminando qualquer dano ao meio ambiente, auxiliando a ter dependência zero de combustível fóssil caro e prejudicial. Não há dúvida de que, à medida que os custos futuros da tecnologia de energia solar continuam a diminuir, os custos dos combustíveis fósseis poderão aumentar dramaticamente.

Esta pesquisa contribuiu para a compreensão tanto do setor acadêmico, como do público. As recomendações feitas nesse estudo podem ser utilizadas pelos executivos municipais como um guia para aumentar a sua compreensão e para a disseminação da energia fotovoltaica no ramo público.

Mesmo alcançando os objetivos propostos nesta pesquisa, sugere-se para estudos e perspectivas de trabalhos futuros:

- Aplicá-la em diferentes grupos, tais como: comunidades, conjuntos habitacionais, associações de bairros, etc.;
- Realizar outras simulações com diferentes grupos de cidadãos, homogêneos, heterogêneos, com diferentes realidades étnicas, culturais, sociais, educacionais ou econômicas;
- Realizar a pesquisa por cidade, obtendo os resultados separados por cidade, em busca do desenvolvimento de cidade inteligente, proporcionando uma melhor qualidade de vida aos habitantes.

Com limitações, é relevante destacar que devido à pandemia do COVID-19 que o mundo enfrentou desde os últimos meses do ano de 2019, esta pesquisa realizou-se de modo on-line para a coleta de dados, evitando assim mais contaminações pela doença e preservando a saúde de todos os envolvidos.

Portanto, a atenção deve ser voltada para as energias renováveis como investimentos de baixo risco. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica torna-se um alvo aliando economia e sustentabilidade. Assim, por exemplo, em edifícios, o sistema fotovoltaico solar oferece ganho econômico significativo, que pode ser facilmente integrado em edifícios novos e existentes. A jornada apenas começou!

REFERÊNCIAS

- ABDALA, L. et al. Como as Cidades Inteligentes Contribuem para o Desenvolvimento de Cidades Sustentáveis? Uma Revisão Sistemática de Literatura. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 3, n.5, p. 98-120, 2014.
- ABREU, J. P. M. de; MARCHIORI, F. F. Aprimoramentos sugeridos à ISO 37.120 “Cidades e comunidades sustentáveis” advindos do conceito de cidades inteligentes. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 527-539, jul./set. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300443>>.
- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2019, junho). **Relatório: Perdas de Energia Elétrica na Distribuição** (Edição 1/2019). Brasília, Brasil: ANEEL.
- AHVENNIEMI, H. et al. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234-245, 2017.
- ANEEL. 482: **Resolução Normativa nº 482**. Brasil, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades inteligentes**. ABNT NBR ISO 37122:2020. Rio de Janeiro. ABNT, 2020. Disponível em: <www.abnt.org.br>
- AZEVEDO, A. L. B.; OLIVEIRA, J. P. L. de. Smart city e mobilidade: análise do estudo do plano de mobilidade da Smart city cidade de Votuporanga – um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 80393-80409 Oct. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-456>>.
- BARBOSA, J. P. (2020). **Energia solar no Brasil: desafios e oportunidades para o uso em larga escala**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Alterações Climáticas e Políticas para o Desenvolvimento Sustentável, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- BARRIONUEVO, J. M.; BERRONE, P.; RICART, J. E. Smart Cities, Sustainable Progress. **IESE Insight Review**, v. 14, p. 50-57, 2012.

BATTY, M. (1990). Intelligent cities: using information networks to gain competitive advantage. **Environment and Planning B: planning and design**, 17(3), 247-256.

BERMANN, C. (2008). Crise Ambiental e as Energias Renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 3, p. 20-29.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Department for Business Innovation and Skills. **Smart cities**: guide to the role of the planning and development process. 2014. Disponível em: <<https://www.ipwea.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=99c212d8-7138-5b92-674a-3a5f6178fe3b>>. Acesso em: 15 setembro 2020.

CANTON, J. The extreme future of megacities. **Significance**, v. 8, n. 2, p. 53–56, 2011.

CARNEVALI, M.; ALCANTARA, A. C. Cidades inteligentes e a sustentabilidade urbana. **Caderno Intersaberes**, v. 9, n. 19, p. 1-16, 2020.

CARTANA, R. P. **Oportunidades e limitações para bioclimatologia aplicada ao projeto arquitetônico**. (2006). (Dissertação de Mestrado) – Pós-Graduação em Arquitetura, UFSC, Florianópolis, 2006.

CARVALHO, E. F. A. et al. Energia Solar: Um passado, um presente... um futuro auspicioso. **Revista Virtual de Química**, Portugal, v. 2, n. 3, p. 192-203, dezembro, 2010. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v2n3a04.pdf>>.

CARVALHO, S. M. S. et al. Smart Cities: avaliação das características dos ecossistemas de inovação de duas cidades inteligentes brasileiras. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 693-706, junho, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.9771/cp.v13i2.32928>>.

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (Estados Unidos). **South America: Argentina**. The world factbook. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ar.html>>. Acesso em: 08 nov 2021.

COCCHIA, A. Smart and digital city: A systematic literature review. In: Smart city. **Springer International Publishing Switzerland**, p. 13-43, 2014.

COSTA, L. **Smart City: Ceará recebe a primeira Cidade inteligente social do mundo.** Jornal o Povo [online], Fortaleza, Brasil, Publicado em 11 de março de 2017. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/jornal/imoveis/2017/03/ceara-recebe-a-primeira-smart-city-social-do-mundo.html>>. Acesso em: 07 Jan. 2021.

CRIOLLO, A. N. P. et al. Design de participação comunidade para projetos energia fotovoltaica. **Stoa**, v. 9, n. 17, janeiro, 2019.

CRUZ, T. P. R. et al. Análise socioambiental e legislativa dos impactos da energia solar fotovoltaica no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 63495-63511, aug., 2020.

CUNHA, Maria Alexandra et al. **Smart Cities: Transformação digital de cidades.** 2016. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspac/e/handle/10438/18386>. Acesso em: 14 maio 2021.

DENG, Yvonne Y. et al. Transition to a Fully Sustainable Global Energy System. In: Stolten, Detlef; Scherer, Viktor (Ed.). **Transitions to Renewable Energy Systems.** Jülich (Germany), 2013.

DUTTA, S. et al. **The global innovation index 2011: accelerating growth and development.** Fontainebleau: INSEAD, 2011.

Empresa de Pesquisa Energética. (2014). **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos** (Nota Técnica DEA 19/14). Rio de Janeiro, Brasil: EPE.

Empresa de Pesquisa Energética. (2018, setembro). **Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050** (Nota Técnica PR/04/18). Retirado do: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacionalde-Energia-2050>>.

Empresa de Pesquisa Energética. (2018a, 17 de outubro). **Projetos Fotovoltaicos nos Leilões de Energia – Características dos empreendimentos participantes nos leilões de 2013 e 2018.** (No EPE-DEE-NT-091/2018-r0). Brasília, Brasil: EPE.

Empresa de Pesquisas de Energia. (2019, 28 de junho). **Informe Leilões de Geração de Energia Elétrica. Leilão de Geração A-4/2019.** Rio de Janeiro, Brasil: EPE.

ERNST & YOUNG, & SOLAR POWER EUROPE. (2017). **Solar PV Jobs & Value Added in Europe**. Retirado do: <<https://www.solarpowereurope.org/wpcontent/uploads/2018/08/Solar-PV-Jobs-Value-Added-in-Europe-November-2017.pdf>>.

FNP (Brasil) - Frente Nacional de Prefeitos. **Smart City Expo & World Congress**: prefeitos da FNP participam de debates sobre cidades inteligentes. Brasília, DF, Disponível em: <<http://www.fnp.org.br/noticias/item/1254-smart-city-expo-world-congress-prefeitos-da-fnp-participam-de-debates-sobre-cidades-inteligentes>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

FREIXO, M. J. V. **Metodologia científica**. Lisboa: Instituto Piaget, 2009.

GIBSON, D. V., KOZMETSKY, G., & SMILOR, R. W. (1992). The technopolis phenomenon: Smart cities, fast systems, global networks. **Rowman & Littlefield**.

GIFFINGER, R.; F., C.; K, H *et al.* **Smart Cities**: Ranking of European medium-sized cities. Vienna. 2007.

GIFFINGER, R.; HAINDLMAIER, G. Smarter cities ranking: an effective instrument for the positioning of cities? **ACE: Architecture, City and Environment**, n. 12, p. 7-25, 2010.

GOLDEMBERG, J. (2000). Pesquisa e Desenvolvimento na área de Energia. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 91-97.

GOLDEMBERG, J. & LUCON, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. **Revista Estudos Avançados**, 21(59).

GOMBATA, M. **Importação de energia cresce 63% com crise hídrica no país**. Jornal Globo – Valor Econômico [online], São Paulo, Brasil, Publicado em 22 de nov. de 2021. Disponível em: <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2021/11/22/importacao-de-energia-cresce-63-com-crise-hidrica-no-pais.ghtml>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

GOMES, J. A. P. et al. Smart cities: construção sustentável e edifícios inteligentes são tendências para o futuro. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 76465-76484, Oct. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-172>>.

GOMES, J. A. P.; LONGO, O. C. Cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: Um desafio além da tecnologia. **Brazilian Journal of**

Development, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58805-58824, Agosto de 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-333>>.

GONÇALVES, J. dos S. et al. A contribuição das fontes de energia renováveis para a construção de cidades digitais inteligentes: Uma breve análise do contexto brasileiro. **Revista Espacios**, Vol. 37, nº 11, p. 01-12, fevereiro, 2016.

GONZÁLEZ, G. D. V. et al. Estudo de viabilidade de sistemas fotovoltaicos como fontes distribuídas de energia na cidade de Arica, Chile. **Informação Tecnológica**, Vol. 31, nº 3, p. 249-256, 2020.

GUIMARÃES, P. B. V. et al. A implantação de cidades inteligentes no Nordeste brasileiro: um breve diagnóstico. **Revista de Direito da Cidade**, v. 12, n. 2, p. 153-173, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.12957/rdc.2020.39957>>.

GUNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília: UNB, 2003. (Série: Planejamento de pesquisa nas ciências sociais).

HARA, M. et al. New key performance indicators for a smart sustainable city. **Sustainability**, v. 8, p. 1-19, 2016.

HARRISON, C.; DONNELLY, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities. **Annual meeting of the ISSS**. Disponível em: <<http://goo.gl/Xz5zYI>>. Acesso em: 25 março 2022.

HOLLANDS, R. G. Will the real smart city please stand up? **Taylor & Francis. City: Analysis of Urban Trend, Culture, Theory, Policy, Action**. Vol. 12, Nº 3, p. 303-320, December 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13604810802479126>>.

IBGE. (2010). Censo 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Fornecido em meio eletrônico: <<https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acessado em, 18 de março de 2021.

IBGE (Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa populacional 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-depopulacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

IBGE. (2020). **Panorama - Brasil - População estimada 2019**. [Banco de Dados]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>.

IDOETA, P. A. **Mudanças climáticas: bebês de hoje enfrentarão sete vezes mais ondas de calor no mundo que seus avós.** Jornal Folha de São Paulo [online], São Paulo, Brasil, Publicado em 23 de nov. de 2021. Disponível em: <[INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **PVPS annual report 2010: Photovoltaic Power Systems Programme.** \[S.l.\]: IEA, 2010.](https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2021/11/mudancas-climaticas-bebes-de-hoje-enfrentarao-7-vezes-mais-ondas-de-calor-no-mundo-que-seus-avos.shtml#:~:text=S%C3%A3o%20Paulo%20%7C%20BBC%20News%20Brasil&text=Apesar%20disso%2C%20esse%20beb%C3%AA%20vai,algu%C3%A9m%20que%20nasceu%20em%201960.>. Acesso em: 24 nov. 2021.</p>
</div>
<div data-bbox=)

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **"Solar Photovoltaic Energy. Technology Roadmap".**2014

International Renewable Energy Agency. (2019). **Renewable Energy and Jobs- Annual Review 2019.** Retirado do: <<https://www.irena.org/publications/2019/Jun/RenewableEnergy-and-Jobs-Annual-Review-2019>>

IRENA (2016), Renewable Energy in Cities, **International Renewable Energy Agency (IRENA)**, Abu Dhabi, www.irena.org.

JORDÃO, K. C. P. (2016). **Cidades Inteligentes: uma proposta viabilizadora para a transformação das cidades brasileiras.** (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas.

KANTER, R. M.; LITOW, S. **Informed and interconnected: a manifesto for smarter cities.** Harvard Business School General Management Unit Working Paper 09-141, 2009.

KOMNINOS, N. (2002) Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces. **Taylor & Francis.** London. 2002, 320 p.

KOMNINOS, N. (2014). The Age of Intelligent Cities: Smart Environments and Innovation-for-all Strategies. **Routledge.**

KOURTIT, K.; NIJKAMP, P.; ARRIBAS, D. Smart Cities in Perspective – A Comparative European Study by Means of Self-organizing Maps. **Innovation: European Journal of Social Science Research**, v. 25, n. 2. P. 229-246, 2012.

KRISTIN Seyboth, SVERRISSON, F., APPAVOU, F., Brown, A., EPP, B., LEIDREITER, A., SOVACOO, B. "**Renewables 2016 Global Status Report. Global Status Report.**". 2016.

KUIKKANIEMI, K.; JACUCCI, G.; TURPEINEN, M.; HOGGAN, E.; MÜLLER, J. From space to stage: how interactive screens will change urban life. IEEE. **Computer Society**, 2011.

LAZAROIU, G. C.; ROSCIA, M. Definition Methodology for the Smart Cities Model. **Energy**, v. 47, n. 1, p. 326-332, 2012.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S. & BENCKE, F. F.; MACHADO, H. P. V. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, e20190118, p. 1-16, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190118>>.

LEE, J.; BAIK, S.; LEE, C. Building an integrated service management platform for ubiquitous cities. IEEE. **Computer Society**, 2011.

LEITE, C. **Smart City Laguna: A primeira cidade inteligente social do mundo.** O POVO [online], Brasil. Disponível em: <https://www.planetsmartcity.com/wp-content/uploads/2019/04/Jornal-O-Povo-26.03.19.pdf?utm_campaign=jornal_o_povo_destacou_a_smart_city_laguna&utm_medium=email&utm_source=RD+Station>. Acesso em: 01 abr. 2021.

LIMA, M. A. et al. Renewable energy in reducing greenhouse gas emissions: Reaching the goals of the Paris agreement in Brazil. **Journal Elsevier Environmental Development**, February, 2020.

LUCON, O.; GOLDEMBERG, J. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23, n. 65, p. 121-130, 2009.

LUNA, M. A. R. et al. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. **Energy Procedia**, p. 484-490, 2019.

MACDONALD, A., CLACK, C., ALEXANDER, A., DUNBAR, A., WILCZAK, J., & XIE, Y. (2016). Future cost-competitive electricity systems and their impact on US CO₂ emissions. **Nature Climate Change**, 6, 526–531. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/nclimate2921>>.

MADSEN, D. N.; HANSEN, J. P. Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics. **Journal Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 114, p. 01-06, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109306>>.

MARTÍNEZ-Val Piera, J. (2015) Upcoming Transitions in the Energy Sector and Their Impact on Corporations Strategies. **Energy and Power Engineering**, 7, 278-296. doi: 10.4236/epe.2015.76027.

MONZONI, M. et al. **Tendências e Oportunidades na Economia Verde: Energias Renováveis**. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 2010. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15423/Tend%C3%A2ncias%20e%20oportunidades%20na%20economia%20verde%20energias%20renov%C3%A1veis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 dezembro 2020.

NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people and institutions. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL GOVERNMENT RESEARCH: DIGITAL GOVERNMENT INNOVATION IN CHALLENGING TIMES, 12th, 2011, Washington. **Anais eletrônicos**. New York: **ACM**, 2011a. Disponível em: <http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/dgo_2011_smartcity/dgo_2011_smartcity.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

NAM, T.; PARDO, T. A. Smart city as urban innovation: focusing on management, policy and context. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORY AND PRACTICE OF ELECTRONIC GOVERNANCE (ICEGOV2011), 5th, 2011, Tallin. **Anais eletrônicos**. New York: **ACM**, 2011b. Disponível em: <http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/icegov_2011_smartcity>. Acesso em: 20 jun. 2021.

NAPHADE, M.; BANAVAR, G.; HARRISON, M.; PARASZCZAK, J.; MORRIS, R. Smarter cities and their innovation challenges. IEEE. **Computer Society**, IBM, 2011.

ODENDAAL, N. Information and communication technology and local governance: Understanding the difference between cities in developed and emerging economies. **Comput., Environ. and Urban Systems** 27 585–607, 2003.

PERBOLI, G. et al. (2014). New Taxonomy of Smart City Projects. 17th Meeting of the EURO Working Group on Transportation, EWGT2014, 2-4 July 2014, Sevilla, Spain. **Transportation Research Procedia** v. 3, p. 470–478.

PEREIRA, E.B, MARTINS, F.R., GONÇALVES, A.R., COSTA, R.S., LIMA, F.J.L., RÜTHER, R., SOUZA, J.G. (2017). **Atlas Brasileiro de Energia Solar** (2a ed.) São José dos Campos, Brasil: INPE.

PINHO, J.T & GALDINO, M.A. (Orgs.). (2014, março). **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, Brasil: CEPEL/CRESESB.

RIGO, P. et al. Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil? **Journal of Cleaner Production**, v. 240, p. 12, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118243>>.

ROSCIA, M.; LONGO, M.; LAZAROIU, G. C. Cidade Inteligente by multi-agent systems. **Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 2013 International Conference on**, n.3 October, p. 371–376, 2013.

RUHLANDT, Robert Wilhelm Siegfried. The governance of smart cities: A systematic literature review. **Cities**, v. 81, p. 1-23, 2018.

SEGUEL, J. L. et al. Methodology for the design of a stand-alone photovoltaic power supply. **Revista chilena de ingeniería**, v. 21, n. 3, p. 380-393, 2013.

SHAYANI, R. A. (2006). **Medição do Rendimento Global de um Sistema Fotovoltaico Isolado utilizando Módulos de 32 Células** (Dissertação de Mestrado) Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, K. J. de M.. et al. Agenda 2030 e os desafios para a garantia de acesso à energia limpa e renovável. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 3, p. 38-44, 2019.

SILVA, P. I. M. et al. CISSA: Intelligent and Safe City Conceptual Model Based on a Self-Adaptive System. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e422997184, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7184>>.

Solar Mission Technologies – **Solar tower project**. Disponível em: <<http://www.solarmissiontechnologies.com>>. Acesso em: 2 de Abril de 2021

Smart City Press. **2020 Smart City Winners: IESE's Top 10 by Dimension**. Disponível em: <<https://smartcity.press/top-10-smart-cities-of-2020/>>. Acesso em: 27 de setembro de 2021

- TAKIGAWA, F. Y. K. et al. Analysis of the Financial Viability of a Photovoltaic System to a Consumer Unit in South Brazil. **Revista chilena de Ingeniería**, v. 27, n. 1, p. 131-141, 2019.
- THITE, M. Smart Cities: Implications of Urban Planning for Human Resource Development. **Human Resource Development International**, v. 14, n. 5, p. 623–631, 2011.
- TOPPETA, D. **The Smart City Vision**: How Innovation and ICT Can Build Smart, “Livable”, Sustainable Cities. 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/wXJIK9>>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- TSOUTSOS, T., FRANTZESKAKI, N. & GEKAS, V. (2005). Environmental impacts from the solar energy technologies. **Energy Policy**, 33, 289–296. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00241-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00241-6)> Acesso em: 05 maio 2021.
- ZYGIARIS, S. Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 4, n. 2, p. 217–231, 2013.
- WACHTER, Serge (2012). **The digital city: challenges for the future**. Disponível em: <<http://goo.gl/ITaAme>>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- WEISS, M. C. (2016). **Cidades Inteligentes: proposição de um modelo avaliativo de prontidão das tecnologias da informação e comunicação aplicáveis à gestão das cidades**. (Tese de Doutorado). Centro universitário FEI, São Paulo.
- WERNECK, C. *Smart City*: Ceará recebe a primeira cidade inteligente social do mundo. **Jornal Gazeta do Povo [online]**, Curitiba, Brasil, Publicado em 28 de junho de 2017. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/haus/urbanismo/brasil-tera-primeira-cidade-inteligente-do-mundo-com-lotesa-precos-populares/>>. Acesso em: 07 Jan. 2021.
- WWF. **Amazon Rivers, major pathways for wildlife, people and water**. Disponível em:<http://wwf.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/amazon/about_the_amazon/ecosystems_amazon/rivers/> Acesso em: 8 de novembro de 2021.

APÊNDICES

A) FORMULÁRIO

Pesquisa qualitativa referente à dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS - Campus Cerro Largo/ RS da Mestranda Isabel Jacobs: Estudo de Energia Fotovoltaica para uma Cidade Inteligente (aplicado em um raio de aproximadamente 150 km de Cerro Largo - RS)

- 1) Qual é a sua idade?
- 2) Qual é o seu sexo?
 - a. Feminino
 - b. Masculino
- 3) Qual é a cidade onde você mora?
- 4) Você conhece o "sistema de energia fotovoltaica (energia solar)"?
 - a. Sim
 - b. Não
- 5) Qual é o seu nível socioeconômico?
 - a. Nível baixo
 - b. Nível médio
 - c. Nível alto
- 6) Qual é o seu grau de escolaridade?
 - a. Analfabeto
 - b. Ensino fundamental incompleto
 - c. Ensino fundamental completo
 - d. Ensino médio incompleto
 - e. Ensino médio completo
 - f. Ensino superior incompleto
 - g. Ensino superior completo
 - h. Pós-graduação - incompleta
 - i. Pós-graduação – completa
- 7) Qual é a sua atividade profissional?
- 8) Qual é a condição legal de sua moradia?
 - a. Própria e quitada
 - b. Própria, mas parcialmente quitada
 - c. Alugada
 - d. Cedida
 - e. Ocupada

- 9) Quantas pessoas moram com você?
- 10) O seu domicílio é exclusivamente residencial ou tem alguma atividade comercial ou industrial funcionando dentro, nos fundos ou em qualquer outro local que pertença ao seu domicílio?
(Por exemplo: funciona uma pequena confecção, uma marcenaria, você faz salgados e doces para festa.)
- Exclusivamente residencial
 - Residencial/ comercial
- 11) Você possui "sistema de energia fotovoltaica"?
- Sim
 - Não
- 12) Se você já faz o uso dessa energia: você já está usufruindo os benefícios da utilização dela e ela está sendo eficiente para tal?
- Sim
 - Não, ainda não faço o uso da energia fotovoltaica.
 - Não está sendo eficiente.
 - Outros...
- 13) Qual é o valor médio da sua conta de energia elétrica?
- 14) Quantos climatizadores ou ar condicionado você usa em sua casa?
- 15) Você tem interesse em adquirir a "energia fotovoltaica (energia solar)" ou até mesmo, futuramente em longo prazo?
- Sim, em curto prazo.
 - Sim, a longo prazo.
 - Não tenho interesse.
 - Já faço o uso da Energia Solar.
 - Outros...
- 16) Qual é a quantidade de eletrodomésticos que sua residência possui?
- 17) Você empregaria a "energia solar" na sua casa e também para outros fins, como no aquecimento de piso, de sua piscina ou até mesmo para o aquecimento da água do seu chuveiro?
- Sim
 - Não
 - Outros...
- 18) Em sua opinião, quando falamos na palavra sustentável, no caso tratando de "energia solar". Ser sustentável é caro?
- Sim
 - Não

- 19) Você acha interessante a ideia de oferecer nas escolas e universidades, uma disciplina sobre energia renovável, incentivando a educação sustentável já no ensino inicial das crianças e jovens?
- Sim
 - Não
 - Outros...
- 20) Você gostaria de aprender mais sobre "energia fotovoltaica"?
- Sim
 - Não
 - Outros...
- 21) Em sua opinião, a "energia fotovoltaica" é pouco utilizada por?
- Não ser uma fonte de fácil acesso (R\$);
 - Possuir alto custo por sua produção (R\$);
 - Ser pouco divulgada.
 - Outros...
- 22) Você conhece empresas ou profissionais que trabalham com esse ramo?
- Sim
 - Não
 - Talvez
- 23) Como você avalia o preço da energia elétrica?
Você diria que o preço é: (leia a escala)
- Muito barato
 - Barato
 - Nem barato/ nem caro
 - Caro
 - Muito caro
 - Outros...
- 24) Você sabe quanto custa para instalar um "sistema de energia solar fotovoltaico"?
Dica: você pode encontrar simuladores que consideram o valor que você gasta com energia mensalmente na internet.
- Sim
 - Não
 - Talvez
- 25) Você sabia que é possível monitorar o quanto de energia elétrica o "sistema fotovoltaico" está produzindo no seu imóvel?
- Sim
 - Não
 - Talvez
- 26) Você sabia que, se houver um racionamento de energia o "sistema de energia solar" lhe ajuda?
- Sim
 - Não
 - Talvez

- 27) Você sabia que os painéis solares são capazes de captar "energia solar" mesmo em dias nublados, devido à tecnologia empregada no processo deles?
- Sim
 - Não
 - Talvez
 - Outros...
- 28) Você sabia que com a instalação do "sistema de energia solar fotovoltaico", o seu imóvel pode valorizar aproximadamente de 8% a 10% na hora de sua locação e revenda em caso de negociação futura?
- Sim
 - Não
 - Talvez
- 29) Você sabia que, pode produzir "energia solar fotovoltaica" em sua casa ou empresa ou outra propriedade reduzindo até 95% nos valores da sua conta de luz?
- Sim
 - Não
 - Talvez
- 30) Você tem ciência do impacto ambiental que deixará de ser provocado com a instalação de "energia fotovoltaica" em uma residência?
Como exemplo: em uma casa onde moram um casal e dois filhos e o consumo de energia é em torno de 500 kWh: nessa situação, essa família (família média) evitará que sejam cortadas 1,7 árvores por mês para a alimentação de usinas termoelétricas e a emissão de 0,62 toneladas de CO² na atmosfera.
Você tinha esse conhecimento?
- Sim
 - Não
 - Talvez
 - Outros...
- 31) Você já ouviu falar em "cidades inteligentes"?
- Sim
 - Não
 - Talvez
 - Outros...
- 32) Em sua opinião, "energia fotovoltaica" é um item importante para uma cidade ser considerada "cidade inteligente"?
- Sim
 - Não
 - Talvez
 - Outros...

33) Você acha que o incentivo do governo ajudaria na aceitação pelo mercado da "energia fotovoltaica"?

- a. Sim
- b. Não
- c. Talvez
- d. Outros...

34) Em sua opinião, a "energia fotovoltaica" está inserida no "contexto de sustentabilidade"?

- a. Sim
- b. Não
- c. Outros...

Comentários

B) IMAGEM

Em setembro do ano de 2021, tive a oportunidade de participar de um curso oferecido pela empresa TenBrasil distribuidora, com a parceria da empresa Solis, na cidade de Maravilha - Santa Catarina. O curso compreendia um treinamento oferecido pela empresa, sobre inversores *string* usados no aquecimento solar e na energia fotovoltaica.

A empresa Ginlong (Solis) Technologies, fundada em 2005, é uma das maiores, mais experiente e mais antiga fabricante de inversores solares *string*. Conhecida com a marca Solis, o portfólio da empresa consiste em tecnologias inovadoras e de inversores *string* com confiabilidade de primeira classe comprovada em campo e através das certificações internacionais.

O perfil da empresa atraiu o apoio de instituições financeiras líderes mundiais, garantindo sólidos retornos de investimento em longo prazo, à medida que a empresa trabalha com os stakeholders para acelerar a jornada do mundo em direção a um futuro mais sustentável.

