

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E  
SOCIEDADE**

**José Vitor Gomes**

**O IMPACTO E DIMENSÃO SOCIAL DA  
UTILIZAÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE  
ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS POSTOS DE  
SAÚDE DE ITAJUBÁ**

**José Vitor Gomes**

**Itajubá – MG**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E  
SOCIEDADE**

**José Vitor Gomes**

**O IMPACTO E DIMENSÃO SOCIAL DA  
UTILIZAÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE  
ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS POSTOS DE  
SAÚDE DE ITAJUBÁ**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Tecnologias e Sociedade da Universidade Federal de Itajubá.

Área de Concentração: Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade

Linha de Pesquisa: Tecnologia e Sociedade

Orientador: Dr. Jesús Antonio García Sánchez

Coorientador: Dr. Luiz Felipe Silva

**Itajubá – MG**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido na trilha certa, durante este projeto de pesquisa, com saúde e forças para chegar até o final.

Sou grato à minha família por toda a dedicação e paciência, especialmente minha esposa Lucimara e meu filho Renan, que entenderam tantas ausências. Meus pais que sempre me apoiaram durante a minha vida deixando o exemplo de determinação e luta.

Sou grato pela confiança depositada na minha proposta de projeto, pelo meu professor Dr. Jesús Antonio García Sánchez, orientador do meu trabalho. Obrigado por me manter motivado durante todo o processo.

Ao meu Coorientador Professor Dr. Luiz Felipe Silva que me mostrou a importância do tema do trabalho.

Aos membros da banca examinadora.

Aos professores e aos colegas, pelo incentivo, aprendizagem e pela confiança que tornaram possível a realização do meu sonho.

À Universidade Federal de Itajubá e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologia e Sociedade, pela oportunidade de estudar numa universidade pública de qualidade.

Ao Secretário Municipal de Saúde e vice-Prefeito Nilo César do Vale Baracho, que disponibilizou pessoal e material para o meu trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização desta caminhada, meus agradecimentos.

*“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.*

*Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”*

(Walter S. Landor)

## RESUMO

Considerando a importância dos postos de saúde de Itajubá-MG e a preocupação com as crises financeira, ambiental, de saúde e energética. Baseamos nossa discussão nos projetos de geração distribuída (GD) nos postos de saúde e impactos relacionados à micro e à minigeração. Tendo como exemplo já executado, uma instalação fotovoltaica no posto do Sistema Único de Saúde (SUS), no município de Itajubá, no bairro Santa Rosa. Também, o trabalho busca mostrar como as medidas locais, vindas da comunidade, do setor público ou privado, podem gerar grandes mudanças no desenvolvimento, especificamente no que se refere ao SUS. Assim, modificações locais, direcionadas ao melhor desempenho e fortalecimento das UBS, vão gerar um sistema de saúde nacional mais robusto. Inicialmente foram realizadas análises, baseadas na literatura, lugar da comunidade no desenvolvimento. Também, foi analisado a viabilidade da implantação de sistemas de geração distribuída e redes inteligentes nas UBSs, o que eventualmente aportaria no desenvolvimento do SUS. Os resultados foram verificados através de orçamentos e técnicas financeiras já consagradas, como cálculos de retornos de investimentos, denominados Payback, Valor Presente (VP) e Valor Presente Líquido (VPL). Os cálculos demonstram que é possível, para o município de Itajubá MG, implantar e obter resultados positivos a curto, médio e longo prazo, sendo esses a geração de empregos, direta e indiretamente, a melhoria na qualidade de vida da população, a conservação do meio ambiente e o retorno financeiro que, eventualmente, poderá ser reinvestido em outros setores da saúde.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Comunidade. Redes Inteligentes. UBS. SUS. Payback. Valor Presente. Valor Presente Líquido. Energias Renováveis. Geração Distribuída

## **ABSTRACT**

Considering the importance of the health posts of Itajubá-MG and the concern with the financial, environmental, health and energy crises. We base our discussion on the distributed generation (DG) projects in health posts and impacts related to micro and minigeneration. Having as an example already executed, a photovoltaic installation in the post of the Unified Health System (SUS), in the municipality of Itajubá, in the Santa Rosa neighborhood. Also, the work seeks to show how local measures, coming from the community, the public or private sector, can generate major changes in development, specifically with regard to the SUS. Thus, local modifications, directed to the better performance and strengthening of the UBS, will generate a more robust national health system. Initially, literature-based analyses of the place of the community in development were conducted. Also, the feasibility of deploying distributed generation systems and smart grids in UBSs, which would eventually contribute to the development of the SUS, was analyzed. The results were verified through budgets and established financial techniques, such as Payback, Present Value (PV), and Net Present Value (NPV) calculations. The calculations demonstrate that it is possible, for the municipality of Itajubá MG, to implement and obtain positive results in the short, medium and long term, these being the generation of jobs, directly and indirectly, the improvement in the quality of life of the population, the conservation of the environment and the financial return that, eventually, can be reinvested in other health sectors.

**Keywords:** Development. Community. Intelligent Networks. UBS. SUS. Payback. Present Value. Net Present Value. Renewable Energy. Distributed Generation.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

REE	Redes de Energia Elétrica
GD	Geração Distribuída
REI	Rede Elétrica Inteligente
NBR	Norma Técnica Brasileira
MEE	Medidas de Eficiência Energética
GW	Giga Watts
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
LED	Diodo emissor de luz
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
C&D	Ciência e Tecnologia
UBS	Unidade Básica de Saúde
SEMSA	Secretaria Municipal de Saúde
ESF	Estratégia Saúde da Família
Kwp	Quilowatt pico
TIR	Taxa Interna de Retorno
LCOE	Custo Nivelado de Energia
I	Corrente elétrica
V	Tensão elétrica
TEP	Tonelada equivalente de petróleo
PEE	Projetos de Eficiência Energética

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Comparação entre capacidades e tipos de geração .....	19
<b>Figura 2</b> - Inversor on grid e sistema de proteção .....	29
<b>Figura 3</b> - Sistema fotovoltaico residencial <i>On Grid</i> .....	30
<b>Figura 4</b> - Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas).....	50
<b>Figura 5</b> - Percurso metodológico da pesquisa.....	52
<b>Figura 6</b> - UBS do Bairro Varginha .....	59
<b>Figura 7</b> - Área útil de telhado da UBS do Bairro da Varginha .....	59
<b>Figura 8</b> - UBS do Bairro Santa Rita de Cássia.....	60
<b>Figura 9</b> - PSF do Bairro Santa Isabel .....	60
<b>Figura 10</b> - Distribuição organizacional das UBS e ESF em Itajubá .....	63
<b>Figura 11</b> - Câmara de Conservação de Medicamentos Modelo 347 cv, ESF.....	64
<b>Figura 12</b> - Gráfico de <i>Payback</i> por polo .....	70

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Especificações técnicas da placa EMS 330P.....	26
<b>Tabela 2</b> - Gastos com energia no período de 01/01/2021 a 30/04/2021 na atenção básica do Município de Itajubá.....	57
<b>Tabela 3</b> - Gasto geral do sistema de saúde do município no período de 01/01/2021 a 30/04/2021 .....	58
<b>Tabela 4</b> - ESF e UBS do Município de Itajubá .....	61
<b>Tabela 5</b> - Orçamento Do Gerador On Grid 23,45 kw Sem Mão De Obra .....	65
<b>Tabela 6</b> - Preço da mão de obra para instalação.....	65
<b>Tabela 7</b> - Payback do valor orçamento de R\$ 95247,00 .....	68
<b>Tabela 8</b> - Orçamento Gerador 20,28 kw .....	70

<b>Tabela 9 - Orçamento Gerador 20,24 kw</b> .....	<b>71</b>
--	-----------

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 Contextualização .....	11
1.2 Motivação .....	12
1.2.1. Justificativa .....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo geral .....	15
1.3.2. Objetivos Específicos .....	15
1.4 Estrutura Do Trabalho .....	16
1.5 Problema De Pesquisa .....	17
1.6 Referencial Teórico .....	21
1.6.1 Energias Renováveis .....	21
1.6.2 Geração Distribuída no Brasil .....	23
1.6.3 Classificação das classes de consumidores de energia elétrica no Brasil.....	23
1.6.4 Sistemas de Tarifação .....	24
1.6.5 Grupos Tarifários.....	24
1.6.6 Compensação de tarifas para geração de energia .....	25
1.6.7 Sistema Fotovoltaico .....	25
1.6.8 Registro de Preços - Aquisição de Produtos e Serviços pelo Poder Público.	30
1.6.9 Desenvolvimento Humano e Ambiental.....	30
1.6.10 Consumo energético .....	32
1.6.11 Unidades Básicas de Saúde (UBS) e (ESF).....	33
1.6.12 Programa Luz para Todos desenvolvimento e saúde no interior do Brasil .	34
1.7 Estado Da Arte .....	36
1.8 Importância da Utilização de Automação. ....	41
1.8.1 Automação como aliada da saúde .....	41
1.8.2 Objetivo da automação nos postos de saúde .....	42
1.8.3 A importância do SUS.....	43

1.9 Energia, Saúde e Sustentabilidade, Expansão Do Uso, Acesso e a Contribuição da comunidade na gestão da saúde do município.....	45
1.9.1 Sustentabilidade na saúde.....	45
1.9.2 Contribuição comunitária no desenvolvimento do SUS.....	46
1.9.3 O Poder Social na Conferência Municipal de Saúde: .....	47
1.9.4 As redes de atores na rede do SUS .....	48
1.9.5 Evidencias do impacto positivo do uso de energias sobre a mortalidade infantil e desenvolvimento humano. ....	48
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>51</b>
2.1 Percurso Metodológico.....	51
2.2 Análise De Dados Da Viabilidade Econômica.....	53
2.2.1 Método do <i>Payback</i> .....	53
2.3.2 Método do Valor Presente Líquido .....	54
2.3.3 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR).....	55
2.3.4 Custo Nivelado de Energia (LCOE).....	55
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
3.1 Potencial Energético .....	65
3.2 Cálculo para atender a demanda do consumo. ....	66
3.2.1 Preço da Energia em períodos de estiagem. ....	67
3.3 Cálculo dos indicadores econômicos.....	68
3.3.1- Problemas encontrados nas visitas .....	72
<b>4 RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>72</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO A – Curva Característica De Corrente Versus Tensão (I-V) .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO B - Circuito equivalente de uma célula solar com um diodo.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO C - Taxa de mortalidade infantil por espaço temporal.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO D - Variação da irradiação solar no município de Itajubá.....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

O mundo vem passando por diversas mudanças desde o início de 2020, entre elas a intensificação da crise na saúde devido a pandemia de coronavírus COVID 19, o aumento da crise financeira e a sustentabilidade. A crise financeira ocasiona redução de investimentos em saúde, educação entre outros. Essa recessão econômica, aliada ao aumento do consumo e custo dos combustíveis fósseis, conduzirá a sociedade a encarar a necessidade de diminuir gastos no campo da energia, recorrendo às fontes renováveis e a medidas de melhoria da eficiência energética.

O acesso a serviços modernos de energia é fundamental para atender às necessidades sociais básicas, impulsionando o crescimento econômico e fomentando o desenvolvimento humano. Isso ocorre porque os serviços de energia afetam a produtividade, a saúde, a educação, a água potável e os serviços de comunicação(GAYE, 2007).

Em outras palavras, o acesso universal à energia elétrica é um pré-requisito para se tenha qualidade nos cuidados da saúde, sendo fundamental para alcançar a cobertura universal de saúde e o Desenvolvimento energético Sustentável pode auxiliar nesse objetivo

Na literatura, são reportados vários estudos que mostram relação entre consumo energético, o desenvolvimento e o bem-estar social KAREKEZI et al. (2012), (UNCTAD, 2017), (GAYE, 2007).

Considerando o cenário acima citado, esse trabalho tem o intuito de buscar ações multidisciplinares relacionadas à sustentabilidade e a investimentos na saúde municipal, utilizando de modernização e automatização em prol da população que utilizam do sistema de saúde pública municipal e da própria administração pública.

Desta forma, propõe produzir motivações para a implantação de projetos de geração distribuída nas Unidades Básicas de Saúde, visando a redução de uma parcela do orçamento destinado à conta de energia elétrica, podendo este saldo ser investido para outras demandas, contribuir para melhoria do sistema energético, e através da utilização de medidores inteligentes auxiliar na gestão e redução municipal do consumo.

Para pesquisa foi realizado um estudo de caso do município de Itajubá - MG. Trata-se de um município de porte médio, que possui 57 bairros com 97.000 habitantes, população

estimada no ano de 2020 pelo IBGE, situado ao sul do estado de Minas Gerais, Brasil, ocupando uma área de 290,45 Km<sup>2</sup> de extensão,

## 1.2 Motivação

Preocupações com as mudanças climáticas têm mostrado a necessidade de integrar parcelas de recursos energéticos renováveis como as pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e usinas fotovoltaicas, a fim de melhorar o sistema energético diminuindo a agressão ao meio ambiente.

O acesso aos serviços energéticos em geral e aos serviços energéticos modernos, em particular, é essencial para a erradicação da pobreza, o crescimento económico, a criação de empregos, os serviços sociais e, em geral, a promoção do desenvolvimento humano. As ligações entre o uso de energia e o desenvolvimento humano são evidentes.

Desta forma, após a publicação da resolução normativa n° 482 de 2012, que trata da possibilidade dos consumidores energéticos se tornarem produtores ativos, a utilização de energias renováveis no sistema de saúde municipal tornou-se uma alternativa concreta para ser implantada, com intuito de gerar economias e possibilitar a realocação de recursos, além de contribuir para preservação do meio ambiente.

Para que melhor se entenda, fontes de energias solar, eólica ou outra energia renovável, poderão ser instaladas nas próprias instalações dos consumidores finais, transformando-os em produtores-consumidores (*prosumers*) em que neste caso, se a geração for maior que o consumo, o saldo restante de energia, denominado de crédito de energia, poderá ser utilizado para abater o consumo posteriormente ou fazer compensação do excedente em outro local desde que estejam na mesma titularidade, restando ao consumidor o pagamento da taxa de disponibilidade.

Em 2015, a ANEEL publicou a Resolução Normativa no 687/2015, que prevê a possibilidade de geração distribuída conjunta, isto é, a energia gerada pode ser repartida entre várias residências, desde que elas façam parte da mesma área de concessão.

O uso de geração distribuída pode complementar a oferta de energia dos sistemas convencionais com a utilização de fontes de energia renováveis; e promover a capacitação de recursos humanos e o desenvolvimento regional.

Neste sentido poderão ser instaladas placas fotovoltaicas superdimensionadas em postos estratégicos em que o excedente da energia poderá ser distribuída para os postos de saúde

restantes da cidade, pois fazem parte da administração local. Conforme resolução citada acima, a validade do crédito de energia excedente, passou de 36 para 60 meses, podendo o excedente ser disponibilizado para outros setores da saúde pública municipal, a potência máxima de geração por unidade aumentou de 1 MW para 5 MW, além de simplificar o processo de adesão para conectar a GD à rede de distribuição (ANEEL, 2015).

Neste contexto, é importante envolver os consumidores para que eles possam assumir com sucesso seu novo papel como participantes ativos no sistema de energia elétrica.

A rede elétrica inteligente (REI) tem como objetivo aperfeiçoar a geração, distribuição e consumo de energia elétrica, integrando elementos à rede, incorporando aperfeiçoamento em monitoramento, gestão, automação e qualidade da energia ofertada, através de uma rede elétrica que possui como principal característica o uso das tecnologias de informação e comunicação (ABOBOREIRA; FERREIRA, 2016).

Além do uso de energias renováveis, existem diversas formas de diminuir o valor pago as concessionárias de energia, essa economia pode ser determinada por diversos fatores como, medidas de eficiência energéticas e adesão a formas tarifárias (POLITO; RODRIGO, 2019).

Porém, neste cenário, existe a necessidade de capacitação de profissionais, o entendimento do usuário quanto à utilização da nova tecnologia e contratação de mão de obra qualificada, assim gerando novos empregos.

Entretanto para a viabilidade da geração distribuída, o Plano Diretor de Itajubá, que é uma ferramenta muito importante para o desenvolvimento e modernização da cidade, no seu artigo 4º que trata os objetivos do Planejamento Municipal, o Inciso III diz:

“Constituir planos e programas de desenvolvimento sustentável para o município, consolidando e contrapondo soluções ao conjunto das necessidades prioritizadas, identificadas e trabalhadas com a participação comunitária (Itajubá, 2019) ”

O Inciso IV complementa o argumento que justifica a importância da rede elétrica inteligente para o desenvolvimento sustentável.

“Identificar projetos, empreendimentos e ações que viabilizem a atração de capitais e oportunidades de investimentos para o desenvolvimento sustentável da cidade como uma “Tecnópolis”, por sua tradição, pelas condições diferenciais que exercita e desenvolve e pelo reconhecimento e vontade expressa de sua população (Itajubá, 2019) ”.

Um grande motivador para disseminação da GD em prédios públicos e que conforme o artigo 5º da Lei 13.203/15 o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi autorizado a financiar, com taxas diferenciadas, projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas, provando que a utilização do sistema fotovoltaico é justificada por motivos humanitários, técnicos e econômicos. (LEI ORDINARIA, 2015),

E analisando o impacto da tarifa branca no retorno do investimento de um Sistema Fotovoltaico de uma Unidade Básica de Saúde, mais especificamente no posto de saúde do bairro Santa Rosa, no município de Itajubá, é possível adoção da Tarifa Branca é capaz de reduzir significativamente o tempo de retorno do investimento (PRADO, 2019).

### **1.2.1. Justificativa**

A pesquisa se justifica por que as instituições de saúde dependem de recursos financeiros tripartites, ou seja, Federal, Estadual e desta forma Municipal além de uma fonte energética confiável, para manter um bom funcionamento e um bom atendimento à população atendendo as diretrizes do SUS que preza pela Equidade, Universalidade e Integralidade. Desta forma a utilização da GD pode reduzir a dependência destes recursos gastos com energia, podendo ser investidos na atenção básica.

A atenção básica de saúde caracteriza-se por um conjunto de ações de saúde, no âmbito individual e coletivo, que abrange a promoção e a proteção da saúde, a prevenção de agravos, o diagnóstico, o tratamento, a reabilitação e a manutenção da qualidade de vida

Portanto, o desenvolvimento de soluções tecnológicas que possam gerar benefícios à comunidade, meio ambiente e administração pública, pode se chamar de democráticas e igualitárias.

Contudo cada módulo fotovoltaico instalado no telhado de uma casa ou um posto de saúde ajuda a proteger a natureza e o solo, porque torna supérflua a construção de termoelétricas e hidrelétricas com uso intensivo de espaço. Desta forma, contribui para melhorar o equilíbrio ecológico, redução de custos do sistema de saúde municipal, gastos com energia elétrica, além de possibilitar a geração de empregos na sociedade.

O trabalho foi desenvolvido considerando a crise sanitária e o momento energético brasileiro, devido às mudanças climáticas e condições de déficit hídrico, nas quais a vazão é inferior à média climatológica, de acordo com a Resolução Normativa da Agência Nacional de

Energia Elétrica (ANEEL) N° 482/2012, o consumidor pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis.

A GD tem um grande potencial que devemos aproveitar, que é energia inesgotável do sol, uma das fontes mais importantes de eletricidade renovável e a possibilidade de retorno rápido de investimento.

Em comparação com outras fontes de energia, a geração distribuída é fácil de montar e eletricamente viável. Em vista dos recursos de energia fóssil cada vez mais escassos e o desejo de geração de energia neutra para o clima, a energia solar está se tornando cada vez mais importante no contexto das energias renováveis, cabe verificar o potencial de área possível para energia fotovoltaica em telhados, os rendimentos potenciais de energia solar também dependem do tipo de edifício, assim como árvores ou edifícios e as suas sombras, o tipo de terreno e as montanhas circundantes.

Usar nas instalações de saúde um sistema inteligente de automação, para monitorar o uso geral de eletricidade, possibilita ao gerente de instalação identificar quais departamentos estão usando mais energia e pode implementar ações corretivas de acordo com cada consumo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo do presente trabalho é identificar, através de dados concretos, os benefícios advindos da implantação de um sistema inteligente de Energia Solar Fotovoltaica nas unidades da Secretaria Municipal de Saúde do município de Itajubá, sendo eles, Unidade Básica de Saúde UBS e Estratégia Saúde da Família ESF.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

O presente trabalho busca:

- Conhecer os consumos de energia da rede de postos de saúde de forma a contribuir analisando as possibilidades de redução desse consumo. Através de uma possível introdução de sistemas fotovoltaico, promovendo o desenvolvimento da cultura do uso racional de energia.
- Identificar impactos social da implementação da geração fotovoltaica, também verificar a relevância em percentagem dos atendimentos realizados nas unidades básicas de saúde do município de Itajubá.

- Analisar a viabilidade técnica e econômica para geração de energia elétrica distribuída, utilizando sistemas fotovoltaicos nos postos do sistema básico de saúde SUS, a fim de incentivar a implantação, trazendo como estudo de caso o município de Itajubá-MG.
- Caracterizar e analisar o estudo como projeto de pré-viabilidade, os consequentes impactos técnico-econômicos, possíveis linhas de crédito e recomendações para o desenvolvimento energético local da GD para suprir as necessidades levantadas e desejadas.

#### **1.4 Estrutura Do Trabalho**

O presente trabalho está organizado em cinco tópicos, conforme estrutura e ordem seguinte.

O Capítulo 1 tem o objetivo de introduzir o assunto, apresentando a importância social da GD, como forma de investimento na saúde, além de apresentar a motivação e os objetivos gerais, específicos e a estrutura do trabalho, a justificativa do investimento energético na saúde e a pergunta do problema da pesquisa. Apresenta também o referencial teórico sobre o desenvolvimento ambiental, consumo de energia no desenvolvimento humano, as fontes de energias renováveis, geração distribuída, classe dos consumidores de energia, sistema de tarifação, grupos tarifários, sistema fotovoltaico e suas características e curvas resultantes do produto da corrente elétrica pela tensão elétrica ( $I \times V$ ), os fatores que interferem no funcionamento dos módulos, os tipos de sistema fotovoltaicos *on* ou *off grid*, registro de preços, desenvolvimento ambiental e também o consumo energético.

O estado da arte demonstra a importância da utilização de automação, visando proteger os equipamentos e medicamentos através da comunicação imediata de falhas na rede de energia.

No Capítulo 2 materiais e métodos, apontam-se os problemas encontrados nas visitas, o potencial energético das edificações, análise da viabilidade econômica utilizando o método *payback*, método de valor presente líquido a taxa interna de retorno e o custo nivelado de energia.

O Capítulo 3 apresenta o resultado do potencial energético do SEMSA, foram feitos cálculos para atender à demanda de consumo, a captação de preços e os cálculos de indicadores econômicos.

O Capítulo 4 apresenta os resultados esperados demonstrando a importância da GD e a necessidade da aceitação da mesma e o sistema de energia sustentável.

O Capítulo 5 apresenta a conclusão dos estudos validando o desempenho do sistema fotovoltaico na recuperação dos investimentos das UBS's, além da geração de empregos e proteção ao meio ambiente.

### **1.5 Problema De Pesquisa**

O cenário energético brasileiro é predominantemente oriundo da geração hidráulica advinda das grandes hidrelétricas, em função da natureza e quantidade de rios existente no território nacional, onde na maioria das vezes, estas usinas além de não suprir a necessidade geral ainda ficam distantes dos grandes centros consumidores de energia elétrica.

Haja vista, a situação problemática acima citada, além do histórico de demanda por energia elétrica apresentar um crescimento significativo ao longo dos anos, também ocorre um agravamento nos níveis dos reservatórios hídricos, devido aos fenômenos climáticos, portanto surge a necessidade do fortalecimento do Sistema Interligado Nacional, que pode ser feito através da GD.

A inacessibilidade aos serviços básicos de energia contribui para manter os pobres em um ciclo vicioso de pobreza e, portanto, prejudica o desenvolvimento humano. Essa visão também é apoiada pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (KAREKEZI et al. 2012)

Também é possível afirmar que a maioria da população não possui conhecimento de eficiência energética, assim não reconhecem os benefícios das fontes de geração de energia renovável, uma das maneiras desta população serem impactadas direta e indiretamente por este benefício, é introduzindo a GD em um dos órgãos públicos mais utilizados pela população em geral, os postos de saúde pública.

A energia elétrica é imprescindível para o funcionamento de sistema de saúde. Com a utilização de redes inteligentes, as informações de consumo são imediatas podendo consumir com eficiência energética, a tendência é racionalizar e economizar, revertendo o recurso que seria gasto com energia para comprar mais materiais, equipamentos e insumos para beneficiar a saúde pública do município.

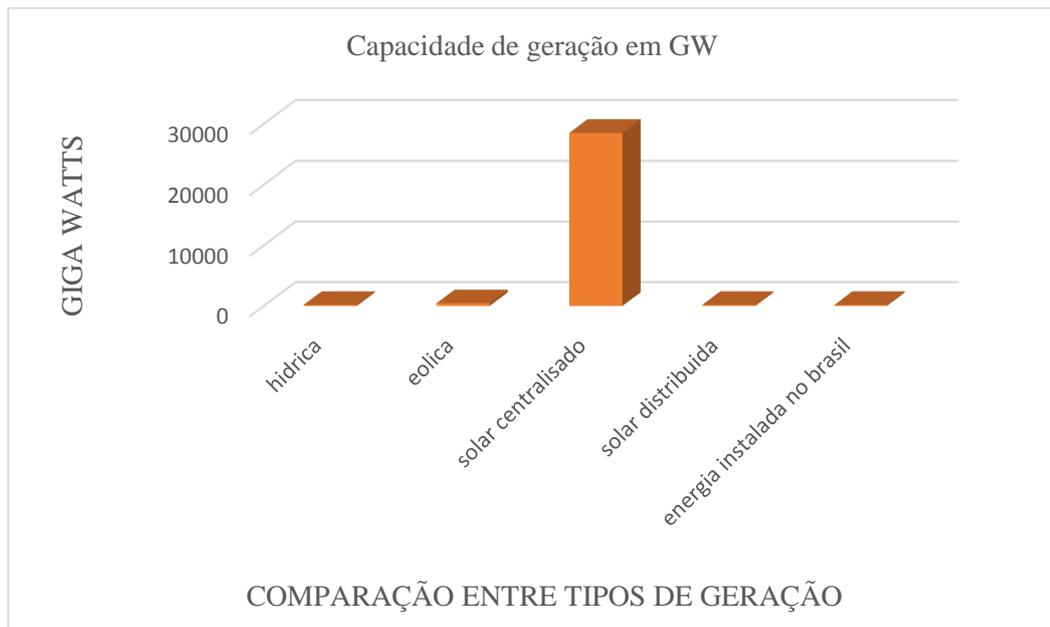
Existem períodos do ano conhecidos pela seca hídrica que prejudica a geração energética advindo das hidrelétricas, neste período, a tarifação é diferenciada, que afetam diretamente a população vulnerável, devido a utilização de outras fontes de geração, normalmente termoelétricas.

As correntes de água que formam rios possuem um elevado potencial energético, e quando represadas, passam a gerar energia considerada renovável e limpa. Apesar disso, quando ocorre o represamento dos rios, com formação de grandes áreas alagadas, impacta no ciclo de vida das espécies locais e obriga populações ribeirinhas a migrarem para outros locais. Uma das formas mais promissoras de contornar esse problema é aproveitar a energia fornecida pelo sol, fonte limpa e gratuita de energia (DANTAS e POMPERMAYER, 2018).

O cenário acima citado, incentivou a busca dos consumidores por fontes de energia renovável, que sejam menos suscetíveis a fatores climáticos e ambientais, alta confiabilidade e que tenham uma rentabilidade maior quando comparadas à rede convencional, isto é, não necessitem de manutenção frequente (PRADO, 2019).

Para José Gabino dos Santos, diretor econômico financeiro da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), no Brasil questões como, mais informações ao consumidor, energia limpa, base para inovação, criação de oportunidades, modicidade tarifária, criação de empregos, melhoria da qualidade e uso racional da energia foram alguns dos motivadores citados para justificar a adesão das gerações distribuídas (MME DO BRASIL, 2011).

Conforme mostrado na Figura 1, a quantidade de energia solar que incide na superfície da Terra em uma hora é equivalente à quantidade de energia consumida pela humanidade em um ano. Assim, toda essa energia pode ser aproveitada por meio de energia térmica ou módulos com painéis fotovoltaicos. Essa energia térmica captada pode ser usada de modo direto em residências, para aquecer a água do chuveiro ou aquecer ambientes e pode também ser usada indiretamente para a geração de energia elétrica (GAUDIANA, 2010)

**Figura 1** - Comparação entre capacidades e tipos de geração

Fonte: próprio AUTOR, 2021.

Apesar do alto custo e da pouca informação em 2016, a Geração Distribuída aumentou cerca de 407%, especialmente de micro geração residencial de energia solar, de acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017a). A busca por fontes de energia renováveis, que são um dos grandes desafios enfrentados pela humanidade, vem ganhando mais importância com a intensificação do efeito estufa, que afeta diretamente as renováveis Hidricas.

Existem implicações sociais, mercadológicas e regulatórias das redes inteligentes e graças a uma incorporação generalizada de tecnologias de informação e comunicação que permitem a comunicação bidirecional, a troca de energia entre fornecedores e consumidores através da geração distribuída, possibilitando aos usuários finais tradicionalmente passivos, tornarem participantes ativos, pois estarão gerando sua própria energia e acumulando créditos do excedente.

Existem muitos estudos publicados recentemente, que avaliaram a percepção dos consumidores para compreender a disposição para pagar pelo desenvolvimento de tecnologias de redes inteligentes (PAULO, 2018), (MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017), (FORTES et al. 2017), (NARUTO, 2017).

Esses estudos reconhecem uma atitude positiva do consumidor em relação às tecnologias da rede inteligente. O envolvimento e a educação do consumidor é uma tarefa fundamental no processo de implantação das redes inteligentes e geração distribuída, pois serão mudanças fundamentais no novo mercado de energia, que traz muitas dúvidas, como escolher

tecnologias de custo efetivo, quais normas técnicas, como integrar os complexos sistemas que devem ser aplicados às REI's.

Devido a isso, o envolvimento do consumidor é fator fundamental. O engajamento do consumidor e da comunidade em sustentabilidade e na rede inteligente depende de incentivos econômicos, questões tecnológicas e o meio ambiente. Os consumidores são motivados e influenciados tanto pelas normas sociais, quanto pelo comportamento e opiniões das pessoas ao seu redor (MENGOLINI; VASILJEVSKA, 2013).

Para assumir esse papel, é essencial que os provedores de energia desenvolvam um relacionamento mais próximo com seus consumidores, durante o processo de projeto, desenvolvimento e funcionamento, para garantir o bom desempenho dos novos serviços.

A partir das considerações anteriores, ficam algumas indagações. Atualmente, qual seria o gasto com energia na saúde pública do município? Qual a percentagem da população são usuários das UBS no município de Itajubá? Como é administrado o consumo energético das UBS no município de Itajubá e como a GD podem auxiliar no controle dos gastos?

Diante destes questionamentos o problema desta pesquisa e a relevante discussão sobre a relação entre o consumo de energia e o desenvolvimento humano, justificando esta pesquisa. Assim é possível fortalecer os postos de saúde através melhoria da rede elétrica, utilizando a geração distribuída e com isso impactar positivamente na saúde da sociedade?

Segundo Centro De Gestão E Estudos Estratégicos CGEE, 2017, medidas como incentivo ao uso de equipamentos eficientes, melhoria em processos produtivos e adoção de hábitos que provocam menor uso da energia receberam o nome de medidas de eficiência energética (MEE).

Estas ações conjuntas podem contribuir para a melhoria do sistema de saúde do município, ações municipais e parcerias públicas privada podem auxiliar nesse objetivo.

Cabe considerar que os recursos públicos são escassos e finitos, a pobreza, a miséria extrema e a exclusão social devem ser enfrentadas com políticas públicas adequadas. A eficiência e responsabilidade na utilização dos recursos públicos ganha importância quando utilizada para diminuir as desigualdades sociais e regionais. Questões como o aumento dos custos e a diminuição da qualidade dos serviços, do setor saúde, revelam a necessidade de priorizar os investimentos em programas de promoção a saúde e de atenção básica (BODSTEIN, 2002).

Apesar dos grandes benefícios que uma MEE pode trazer ao usuário e à sociedade como um todo, são muitas as barreiras que impedem a sua disseminação, dificuldades para financiamento, percepção dos riscos envolvidos, falta de informação, conscientização, treinamento, conhecimento das regras de um contrato de desempenho, acesso a tecnologias, equipamentos de uso eficiente da energia, altos custos de transação e incerteza associada ao resultado das medidas (CGEE, 2017).

Para melhorar a eficiência energética, várias ações são necessárias, um projeto bem dimensionado, instalação de iluminação eficiente de *LED*, medidores inteligentes e instalação de geradores de energia solar através de placas fotovoltaicas.

## **1.6 Referencial Teórico**

### **1.6.1 Energias Renováveis**

De todas as fontes as renováveis representam 26% da eletricidade mundial hoje, mas de acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), sua participação deve chegar a 30% até 2024, além disso, setor de energia renovável, incluindo as grandes hidrelétricas, emprega mais de 10 milhões de pessoas no mundo, de acordo com dados da quinta edição do relatório *Renewable Energy and Jobs* (NASCIMENTO, 2018). Uma fonte de energia renovável significa energia sustentável, algo que não pode acabar, ou é infinito, como o sol, esse tipo de energia é carbono zero, o que significa que sua geração emite níveis baixos ou quase nenhum de CO<sub>2</sub>.

A energia renovável é a energia proveniente de fontes que são reabastecedoras, mas com fluxo limitado, os recursos renováveis, provenientes da natureza, são considerados inesgotáveis em duração, mas limitados na quantidade de energia disponível por unidade de tempo, essas energias são energia eólica, biomassa, hídrica e a energia Solar (AMARAL, 2016).

**SOLAR TERMICA:** A energia solar térmica usa o calor do sol diretamente para aquecer outro meio, geralmente água. Sistemas solares térmicos usam coletores ou tubos a vácuo para captar o calor do sol e transferir o calor para um líquido. A energia solar térmica é normalmente usada para produzir água quente para banho ou processos industriais, elas são extremamente eficientes e reduzem em até 80% o consumo de energia relativo ao aquecimento da água.

**SOLAR FOTOVOLTAICA:** A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, denominada de efeito fotovoltaico que é realizada pelas placas solares, o inversor e o medidor bidirecional. Uma montagem aparentemente simples dos

equipamentos já conhecida pela comunidade técnica, porém existe escassez de recursos humanos qualificados e com expertise para atuação.

**EOLICA:** O vento é uma fonte abundante de energia limpa. Os parques eólicos são uma visão cada vez mais familiar no nordeste brasileiro, com a energia eólica dando uma contribuição cada vez maior para a Rede Nacional. Para aproveitar a eletricidade da energia eólica, as turbinas são usadas para acionar geradores que, em seguida, alimentam a rede elétrica nacional. Embora existam disponíveis sistemas de geração residencial, o terreno e o entorno da edificação deverão ser analisados antes de definir se o local é apropriado, nem todas as propriedades são adequadas para uma turbina eólica doméstica.

**HIDRICA:** Como recurso de energia renovável, a energia hidrelétrica é uma das mais desenvolvidas comercialmente. Ao construir uma barragem, barreira ou um grande reservatório, cria-se um fluxo controlado de água que acionará uma turbina, gerando eletricidade. Essa fonte de energia pode frequentemente ser mais confiável do que a energia solar ou eólica e também permite que a eletricidade, em forma de energia potencial, seja armazenada para uso quando a demanda atingir o pico. Outra forma de energia hidrelétrica é a energia das marés, que usa correntes de maré para acionar geradores de turbina. Embora o fluxo das marés, ao contrário de outras fontes de energia hidrelétrica, não seja constante, é altamente previsível e pode, portanto, compensar os períodos em que a corrente da maré está baixa.

**ENERGIA GEOTÉRMICA:** Ao aproveitar o calor natural abaixo da superfície da Terra, a energia geotérmica pode ser usada para aquecer casas diretamente ou para gerar eletricidade (TORRES, 2012). Embora aproveite uma energia diretamente do subsolo, a energia geotérmica é de pouca importância no Brasil em comparação com países como a Islândia, onde o calor geotérmico é muito mais livremente disponível.

**ENERGIA DE BIOMASSA:** É a conversão de combustível sólido feito de materiais vegetais em eletricidade. A madeira ainda é a fonte mais comum de energia de biomassa, embora fundamentalmente, a biomassa envolva a queima de materiais orgânicos para produzir eletricidade, causando poluição, hoje em dia esse é um processo muito mais limpo e mais eficiente em termos energéticos do que a queima de combustíveis fósseis (EPE, 2020). Ao converter resíduos agrícolas, industriais e domésticos em combustível sólido, líquido e gasoso, a biomassa gera energia a um custo econômico e ambiental muito menor.

**TERMOELÉTRICAS:** A usina termoeletrica produz energia a partir do calor gerado pela queima de combustíveis fósseis ou não (como carvão mineral, óleo, gás, entre outros)

(ANTONIO et al., 2006). Essas usinas funcionam seguindo o princípio de aquecer uma caldeira com água, essa água será transformada em vapor, cuja a força irá movimentar as pás de uma turbina que por sua vez movimentará um gerador, o vapor também pode ser gerado por outras fontes de calor (como a fissão nuclear, em usinas nucleares).

### **1.6.2 Geração Distribuída no Brasil**

A geração distribuída se define como sendo qualquer fonte geradora com produção destinada, em sua maior parte, a cargas locais ou próximas, alimentadas sem necessidade de transporte de energia através de rede de transmissão (DIAS; BOROTNI; HADDAD, 2004). A geração distribuída se refere a uma variedade de tecnologias que geram eletricidade no local ou próximo ao local onde será usada. A geração distribuída pode servir a uma única estrutura, como uma casa ou empresa, ou pode ser parte de uma micro rede, que é uma rede menor que também está ligada ao sistema de distribuição de eletricidade maior. Quando conectada às linhas de distribuição de baixa tensão da concessionária de energia elétrica, a geração distribuída pode ajudar a apoiar o fornecimento de energia limpa e confiável para clientes adicionais e reduzir as perdas de eletricidade ao longo das linhas de transmissão e distribuição (ANEEL, 2017a).

Foco principal é promover o uso de energias renováveis e diminuir a dependência de combustíveis fósseis para uma maior segurança energética. Auxiliar para a redução das emissões dos Gases de Efeito Estufa emitidos pela geração de energia através de hidrelétricas e termoeletricas, que são as maiores fontes de geração de energia hoje no país e ampliar o acesso de novos micro produtores.

### **1.6.3 Classificação das classes de consumidores de energia elétrica no Brasil**

O consumidor terá a oportunidade reduzir custos e promover a eficiência energética oriundas de geração própria ou de micro geradores que se inserem na rede, e melhores serviços das empresas de energia.

De acordo com a ANEEL (2017), existem dois grupos tarifários de consumidores de energia elétrica, chamados Grupo A e Grupo B.

#### **Grupo A**

Composto por consumidores que possuem uma tensão de fornecimento igual ou superior a 2,3 kV ou são atendidos a partir de um sistema de distribuição subterrâneo em tensão

secundária (que são tensões inferiores a 2,3 kV). É subdividido e 6 subgrupos tarifários, de acordo com o nível de tensão ou tipo de sistema, são eles:

A1 – nível de tensão igual ou superior a 230 kV;

A2 – nível de tensão de 88 a 138 kV;

A3 – nível de tensão de 69 kV;

A3a – nível de tensão de 30 a 44 kV;

A4 – nível de tensão de 2,3 a 25 kV;

AS – Sistema subterrâneo.

### Grupo B

Neste grupo estão os pequenos consumidores, cuja tensão de fornecimento é inferior a 2,3 kV. O grupo B também é subdividido em quatro grupos menores de modo a melhor representar os diferentes perfis de consumidor. Deste modo, é possível aplicar tarifas e descontos diferentes para consumidores com necessidades diferentes. Conheça os subgrupos:

B1 – classe residencial

B2 – classe rural

B3 – demais classes

B4 – iluminação pública

### **1.6.4 Sistemas de Tarifação**

A Aneel vem trabalhando em estudos focados em medidores inteligentes e modelos de tarifação para as diferentes classes consumidoras, inclusive em baixa tensão, baseados em tarifas diferenciadas onde os preços da energia elétrica variarão segundo a hora do dia, o dia da semana e a estação do ano.

### **1.6.5 Grupos Tarifários**

Conhecendo as diferentes modalidades tarifárias aplicadas pela ANEEL (2017), é possível fazer alterações na rotina de consumo de energia e, assim, conseguir economias na fatura de energia. Um consumidor do grupo B pode escolher pagar a tarifa branca, onde ele paga menos pela energia gasta fora-pico e mais pela energia gasta em horário de pico.

Nas modalidades tarifárias do Grupo B, aplicam-se os três postos tarifários: pico, intermediário e fora pico. Os postos tarifários são definidos pela distribuidora.

Horário de pico: período diário de 3h consecutivas, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais.

Horário intermediário: período de horas conjugadas ao horário de ponta, aplicado exclusivamente às unidades consumidoras que optem pela Tarifa Branca. Pode variar de 1h à 1h30 antes e depois do horário de ponta.

Horário fora de pico: período diário composto pelas horas consecutivas e complementares ao horário de ponta e intermediário.

Os postos tarifários são aplicados aos dias úteis. Já nos fins de semana e feriados nacionais, todas as horas são consideradas como fora de ponta. São 11 os Feriados Nacionais.

#### **1.6.6 Compensação de tarifas para geração de energia**

Em abril de 2012, a ANEEL publicou a Resolução Normativa no 482, de 17 de abril de 2012 prevê a compensação de energia ativa consumida com a energia ativa gerada pela unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída.

O Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda.

Resolução Normativa ANEEL n. 517, de 11 de dezembro de 2012 (Diário Oficial, de 14 dez. 2012, seção 1, p. 121)

#### **1.6.7 Sistema Fotovoltaico**

Um sistema fotovoltaico (PV) é composto por um ou mais painéis solares combinados com um inversor, que usa a energia do Sol para gerar eletricidade. Os sistemas fotovoltaicos podem variar muito em tamanho, desde sistemas portáteis, pequenos telhados até usinas de geração em grande escala (TORRES, 2012).

Cada painel produz uma quantidade relativamente pequena de energia, mas pode ser conectado a outros painéis para produzir quantidades maiores. A eletricidade produzida a partir de um painel solar está na forma de corrente contínua (CC). Embora muitos dispositivos eletrônicos usem eletricidade CC, eles são projetados para operar usando a rede elétrica que fornece corrente alternada (AC). Portanto, para que a eletricidade solar seja útil, ela deve primeiro ser convertida de CC para CA usando um inversor. Essa eletricidade CA do inversor pode então ser usada para alimentar os componentes eletrônicos localmente ou ser enviada para a rede elétrica para uso em outro lugar (TORRES, 2012).

As fábricas de painéis fotovoltaicos devem possuir um sistema de logística reversa dos painéis, desta forma o descarte das placas deverá ser feito de forma responsável e sustentável (JUR, 2022).

Quanto a durabilidade do sistema, a garantia dos fornecedores quanto a geração de energia é de 25 anos, garantindo o retorno do investimento e geração de economia (AMARAL, 2016).

#### 1.6.7.1 Características elétricas dos módulos fotovoltaicos

Um painel solar é um conjunto de células solares com propriedades semicondutoras, essas propriedades criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz, ou seja, transforma fótons oriundo do sol, em energia útil por meio de um processo fotovoltaico. O lado iluminado do painel também contém um revestimento antirreflexos para minimizar as perdas devido à reflexão. A maioria dos painéis solares produzidos em todo o mundo são feitos de silício cristalino, que tem um limite teórico de eficiência de 33% para converter a energia do Sol em eletricidade (AMARAL, 2016).

Muitos outros materiais semicondutores e tecnologias de células solares foram desenvolvidos para operar com eficiências mais altas, mas eles vêm com um custo de fabricação mais alto.

Normalmente as especificações técnicas do painel fotovoltaico são apresentadas ao consumidor conforme Tabela 1. Performance em *STC*. Sob condições de teste (*STC*) de irradiação de 1000W/2m, espectro AM de 1,5 e temperatura de célula de 25°C.

**Tabela 1** - Especificações técnicas da placa EMS 330P

<b>Modelo</b>	<b>EMS 330P</b>
<b>Registro INMETRO</b>	Registro 000325/2019 (Portaria n°004/2011)

<b>Potência máxima</b>	330 W (+3%)
<b>Tensão máxima de operação</b>	37,7 VDC
<b>Corrente máxima de operação</b>	8,76 A
<b>Tensão de circuito aberto</b>	45,9 VDC
<b>Corrente de curto circuito</b>	9,27 A
<b>Eficiência do módulo</b>	17%

(Fonte: PORTFÓLIO DE PRODUTOS INTELBRAS SOLAR, 2021, adaptado próprio AUTOR. )

#### 1.6.7.2 Curva característica I x V

O funcionamento dos painéis solares, são representados por gráficos que possuem uma curva característica de corrente versus tensão (I-V) (ANEXO A), que é capaz de indicar seus principais parâmetros. A curva I-V de um painel FV é disponibilizada pela folha de dados dos fabricantes para condições específicas. As curvas características também são medidas sob uma condição específica, conhecida como Condições Padrão de Teste ou *STC* (*Standard Test Conditions*), que são: irradiância (G) de 1.000W/m<sup>2</sup>, distribuição espectral correspondente a AM = 1,5, e temperatura de célula TC = 25 °C (AMARAL, 2016).

“A irradiação é a intensidade da radiação solar que atinge a Terra. O valor *STC* para irradiância é 1.000 watts por metro quadrado (W / m<sup>2</sup>). Os valores de irradiância variam de 0 W / m<sup>2</sup> a 1420 W / m<sup>2</sup>. O valor de 1.000 W / m<sup>2</sup> representa o pico do sol na média global. No Brasil a irradiância oscila entre 1.325 W/m<sup>2</sup> e 1.412 W/m<sup>2</sup>. O valor médio da irradiância solar igual a 1.366 W/ m<sup>2</sup>. ”

É possível perceber que diminuindo a irradiância, a corrente elétrica tende a diminuir, enquanto que a tensão fica praticamente a mesma, também é possível perceber que a tensão diminui com o aumento da temperatura conforme equação 1.

$$I = I_{ph} - I_s \left[ e^{q(V+I R_s) / m K T} - 1 \right] - \frac{V + I R_s R_p}{R_p} \quad (1)$$

A equação anterior pode ser resolvida iterativamente com métodos numéricos, tal como, por exemplo, o método de Newton-Raphson (REIS, 2018).

Sendo:

*I* a corrente (A) da célula.

*I<sub>ph</sub>* a corrente (A) fotogerada.

*I<sub>D</sub>* - a corrente que flui através do diodo. *I<sub>s</sub>* a corrente (A) de saturação reversa do diodo.

$q$  a carga elementar de um elétron ( $1,602 \times 10^{-19} \text{coulombs}$ ).

$K$  a constante de Boltzman ( $1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ).

$T$  a temperatura (K) da célula.

$m$  fator de idealidade do diodo.

$R_s$  a resistência ( $\Omega$ ) série da célula.

No escuro, a célula possui características elétricas iguais a um diodo não polarizado, mudando suas características quando iluminado pelo sol, (REIS, 2018). Para calcular as curvas  $I \times V$  com tomamos como o modelo o circuito equivalente (ANEXO B).

#### 1.6.7.3 Fatores que afetam o funcionamento dos módulos

São diversos os fatores que influenciam a eficiência e as características elétricas de um painel fotovoltaico, o georeferenciamento, a Intensidade Luminosa, Temperatura das Células, sombreamento, umidade e poeira afetam o desempenho do módulo fotovoltaico, (REIS, 2018). A corrente gerada nos módulos aumenta linearmente com o aumento da Intensidade luminosa, contudo o aumento da temperatura diminui a tensão de saída dos módulos.

#### 1.6.7.4 Inversor

Um inversor, conforme a Figura 2, é um dispositivo elétrico recebe dos painéis solares corrente elétrica na forma de CC e a converte em CA. Para sistemas de energia solar essa conversão é necessária pois os equipamentos domésticos usam energia elétrica em corrente alternada, e o sistema fotovoltaico fornece em corrente contínua, desta forma, o equipamento responsável por fazer essa transformação é o inversor. Os inversores são importantes para quase todos os sistemas de energia solar e normalmente são o componente mais caro depois dos próprios painéis solares.

**Figura 2 - INVERSOR ON GRID E SISTEMA DE PROTEÇÃO**



Fonte: próprio AUTOR 2021.

Um inversor solar converte eletricidade CC do painel solar em eletricidade CA útil. A maioria dos inversores tem eficiências de conversão de 90% ou mais e contém recursos de segurança importantes, incluindo interrupção do circuito de falha de aterramento e anti ilhamento. Eles desligam o sistema fotovoltaico quando há perda de energia da rede.

#### 1.6.7.5 Sistemas Fotovoltaicos Isolados e Conectados à Rede

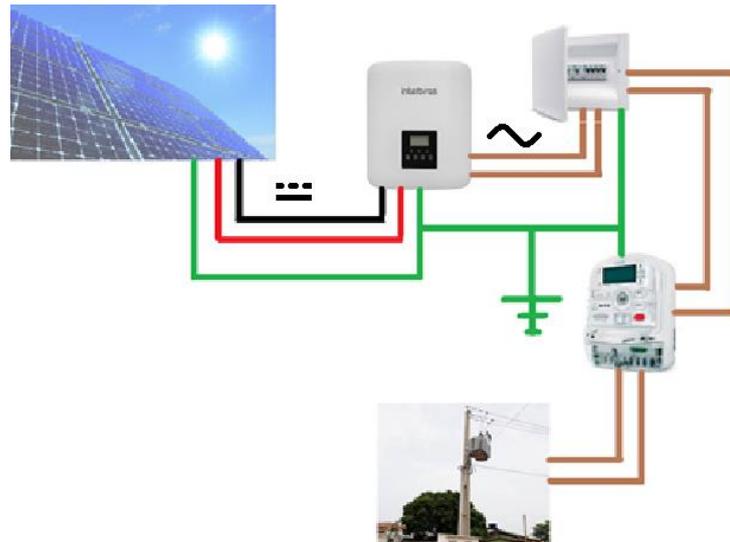
Existem basicamente dois tipos de projetos elétricos para sistemas de energia fotovoltaica. Sistemas conectados à rede que interagem com a rede elétrica da concessionária e não requerem recursos de bateria reserva, e sistemas autônomos que requerem bancos de baterias. Embora o primeiro tipo deva desligar quando não há sol, normalmente proporcionará a maior economia em contas. Recentemente, não se tornou essencial dimensionar o sistema fotovoltaico conectado à rede para corresponder exatamente às necessidades diárias do consumidor. Na verdade, enquanto o sistema fotovoltaico está gerando energia verde silenciosamente, a rede está sempre disponível.

Quando a energia verde gerada é maior do que a necessidade do consumidor, o excesso de energia é realimentado na rede. No entanto, quando o sistema fotovoltaico não produz energia suficiente, a rede fornecerá energia ao consumidor, o que elimina a necessidade de armazenamento de bateria e proporciona menos manutenção do sistema e mais economia para os consumidores.

Para projetar um sistema fotovoltaico conectado à rede em um local específico conforme a Figura 3, algumas variáveis e parâmetros devem ser considerados. Na verdade, o ajuste do

ângulo de inclinação em todas as estações do ano é uma questão de grande preocupação para uma maior produção de energia. Além disso, os sistemas fotovoltaicos devem ser especificados corretamente. Combinar a potência de pico gerada a partir dos módulos fotovoltaicos com o tamanho correto do inversor CC-CA também é uma preocupação crítica para evitar perdas indesejadas.

**Figura 3 - SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL *ON GRID***



Fonte: próprio AUTOR 2021.

O diagrama do sistema fotovoltaico solar residencial vinculado à rede representa a forma padrão como é instalado o gerador.

### **1.6.8 Registro de Preços - Aquisição de Produtos e Serviços pelo Poder Público**

Considerando o cenário atual de restrição de recursos financeiros e a delicada situação de saúde e fiscal do País, a presente proposta, criar condições para a implantação de projetos de geração distribuída no sistema primário de saúde, dessa forma, contribuir para a redução do grande passivo existente entre essas instituições e as concessionárias de distribuição de energia elétrica. Para isso a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, determina que as distribuidoras invistam, anualmente, 0,5% de sua Receita Operacional Líquida em Projetos de Eficiência Energética (PEE) para incrementar a eficiência energética no uso final de energia elétrica (MME DO BRASIL, 2011), podendo contemplar a instalação de fontes incentivadas, como a solar fotovoltaica.

### **1.6.9 Desenvolvimento Humano e Ambiental**

O desenvolvimento ambiental sustentável procura equilibrar os objetivos de desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e a conservação ambiental.

Ademais o acesso aos serviços de energia é particularmente importante para desenvolvimento, erradicação da pobreza extrema, educação primária universal, promoção da igualdade de gênero e empoderamento das mulheres, redução da mortalidade infantil, melhoria da saúde materna e garantia da sustentabilidade ambiental (GAYE, 2007).

Para Gaye (2007) a falta de acesso a serviços de energia leva a um círculo vicioso de pobreza, problemas de saúde, baixa produtividade e insegurança alimentar familiar. Assim melhorar o acesso a serviços modernos de energia para suas populações, levam ao crescimento e à melhoria do bem-estar das pessoas.

Conforme Peter H. May, Doutor em Economia de Recursos Naturais pela Universidade de Cornell, EUA, efeitos indiretos ambientais resultantes de processos desenvolvimentistas contribui para a poluição do ar e doenças respiratórias, danos em florestas e plantações, para o efeito estufa a poluição de rios pela deposição de dejetos químicos e esgoto não tratado (FURTADO et al., 1994). Os custos indiretos do desenvolvimento devem ser identificados para garantir o futuro do planeta

existe a necessidade de ações preventivas contra as catástrofes ambientais e conservação dos recursos naturais mediante uma ótica que adequadamente considere as necessidades potenciais das gerações futuras (FURTADO et al., 1994).

Essas ações preventivas não foram tomadas, o problema foi amplificado e as gerações futuras estão ameaçadas. Algumas ações são necessárias para amenizar e conservar o meio ambiente.

O consumo de energia do mundo está crescendo devido aumento do uso de energia per capita nos países desenvolvidos e em desenvolvimento; recursos de combustíveis fósseis são finitos, e cada vez mais caro para extrair e utilizar esses recursos de uma forma ambientalmente segura (MULLER, 2016).

Devido a construção de grandes barragens, ocorre a inundação de enormes áreas, necessário para os reservatórios das hidrelétricas e traz como resultado uma catástrofe ambiental (DOS SANTOS e JABBOUR, 2013).

Para assegurar uma disponibilidade de matrizes energéticas e um sistema mais confiável, seguro, econômico, eficiente e ambientalmente correto, existe a necessidade modernização do setor de energia elétrica, que são as fontes renováveis de energia.

#### **1.6.10 Consumo energético**

As novidades tecnológicas são apresentadas ao mundo a todo instante, o que demanda um aumento exponencial do consumo energético, para suprir esta necessidade várias formas de geração de energia devem ser empregadas, respeitando as leis ambientais.

Equipamentos que não comunicam com o usuário e com as concessionárias, dificultam o processo de gerenciamento inteligente do consumo, principalmente durante o período em que a demanda por energia elétrica na rede é alta, conhecido como horário de ponta, onde o custo da energia é mais elevado (ABOBOREIRA e FERREIRA, 2016).

O horário de ponta pode ser entendido como, período temporal de maior consumo pela população, esses horários possuem um valor mais elevado da tarifa energética, para consumidores do grupo A. As Redes Inteligentes dão ao usuário a capacidade de gerenciar e tomar decisões relacionadas ao seu consumo, podendo verificar imediatamente se medidas de eficiência energética aplicadas surtem efeitos. O gerenciamento é feito pelas empresas de geração de energia (MME, 2015).

Os dispositivos convencionais de medição, não permitem que os usuários percebam que em determinado período o consumo foi menor, assim as empresas que administram, cobram por uma demanda superestimada, pois o horário de consumo é uma variável fora de controle para operadora e para o usuário.

A diminuição dos preços através do aumento da oferta é um dos principais fatores que impulsionam o crescimento do mercado fotovoltaico. Em 2015, a produção fotovoltaica mundial chegou à marca de 230 GW, mais de quarenta vezes a produção de 2006 (SCHMELA, 2016). As projeções apontam até 700 GW de potência instalada em 2020.

O valor pago pela energia elétrica vai muito além do preço de aquisição da energia, paga-se também pela sua disponibilidade 24 horas por dia, sete dias por semana. A tarifa deve ser suficiente para arcar com os custos de operação e expansão de todo sistema de transmissão e distribuição, desde onde a energia é gerada até o consumidor final. Além disso, existe a compensação pelas perdas e os tributos cobrados pelo governo.

Resumidamente, a tarifa é composta por cinco partes: Custos com a aquisição de energia elétrica; Custos relativos ao uso do sistema de distribuição; Custos relativos ao uso do sistema de transmissão; Perdas técnicas e não técnicas; Encargos diversos e tributos. Os custos dessa operação são repassados integralmente ao consumidor, sem margem de lucro para a distribuidora, (DANTAS; POMPERMAYER, 2018) Pag. 17.

Devido a esses motivadores a geração distribuída pode através de sua ampliação trazer uma nova forma de cobrança a toda população, porque as tarifas cobradas pela disponibilização da rede e pela aquisição da energia, que não dependerá somente das grandes empresas.

#### **1.6.11 Unidades Básicas de Saúde (UBS) e (ESF)**

As UBS são consideradas a porta de entrada preferencial do Sistema Único de Saúde (SUS). As UBS tem o objetivo de atender até 85% dos problemas da população, sem que aja o encaminhamento para os hospitais, nelas são prestados diversos tipos de serviços. UBS tem uma equipe composta por um médico clínico, um médico pediatra e um médico ginecologista, enfermagem. Geralmente a unidade básica atende um bairro inteiro (BRASIL, 2017),

A Estratégia Saúde da Família (ESF) busca promover a qualidade de vida da população brasileira e intervir nos fatores que colocam a saúde em risco, como falta de atividade física, má alimentação e o uso de tabaco. Com atenção integral, equânime e contínua, a ESF se fortalece também como uma porta de entrada do SUS.

No caso dos postos de ESF, existe a necessidade de estabelecer equipes multiprofissional, composta por no mínimo um médico generalista, ou especialista em Saúde da Família, ou médico de Família e Comunidade, enfermeiro generalista ou especialista em Saúde da Família, auxiliar ou técnico de enfermagem, agentes comunitários de saúde e cirurgião-dentista generalista ou especialista em Saúde da Família, auxiliar e/ou técnico em Saúde Bucal (BODSTEIN, 2002), (BRASIL, 2017).

A ESF É responsável por uma população delimitada entre 2.400 a 4.000 pessoas, a utilização dos espaços físicos deve ser pensada de uma nova forma, utilizando a lógica de espaços exclusivos e permitindo a utilização dos mesmos de forma compartilhada, entre diferentes profissionais e atividades, considerando a premissa da interdisciplinaridade (BRASIL, 2006)

É por meio da coleta de informações das equipes de ESF que é possível pensar em ações de saúde pública de forma regional, o objetivo desses postos é atender até 85% dos problemas de saúde da população, sem que haja a necessidade de encaminhamento para outros serviços, como emergências e hospitais (BRASIL, 2017). Tendo também a responsabilidade sanitária, visando reconhecer os problemas de saúde mais comuns na área de abrangência, além de acompanhar esses problemas reconhecidos ao longo do tempo.

O SUS é integral, igualitário e universal, suas ações são diversas e englobam, por exemplo, o controle de qualidade da água potável, na fiscalização de alimentos pela da Vigilância Sanitária nos supermercados, lanchonetes e restaurantes, na assiduidade das rodoviárias, e inclusive, nas regras de vendas de medicamentos genéricos ou nas campanhas de vacinação (BRASIL, 2017).

#### **1.6.12 Programa Luz para Todos desenvolvimento e saúde no interior do Brasil**

O Programa Luz para Todos (LpT) foi criado visando propiciar o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural ou isolado que ainda não possuía o acesso a esse serviço público, como os assentamentos rurais, comunidades indígenas, quilombolas e outras comunidades localizadas em reservas extrativistas ou em áreas de geração ou transmissão de energia elétrica, escolas, postos de saúde e poços de água comunitários (FREITAS; SILVEIRA, 2015).

Além disso o LpT é uma política pública federal coordenada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e operacionalizada com a participação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobrás e de suas empresas. De acordo com a Portaria no 447/2004 o programa contempla o atendimento das demandas no meio rural mediante uma das três possibilidades: extensão de redes de distribuição, sistemas de geração descentralizada com redes isoladas ou sistemas individuais (FREITAS; SILVEIRA, 2015).

Analogamente a prioridade do programa é referente as redes elétricas instaladas, energia elétrica implementada nas residências, e conseqüentemente a geração de tarifas social de consumo de energia a serem pagas pelo beneficiário.

Conseqüentemente, os resultados esperados e mensurados de curto prazo, advindos do programa LpT evidenciam a melhoria nas atividades escolares proporcionadas pela possibilidade de aulas no período noturno e utilização de tecnologias como instrumento de aprendizagem; aumento na produtividade com utilização de máquinas e equipamentos elétricos; consumo de bens elétricos, como TV, geladeira, liquidificador, ferro de passar, resultando na

movimentação da economia local e geração de empregos (FREITAS; SILVEIRA, 2015). Como efeito o programa LpT diminuiu e reverteu as taxas migratórias, baixou o êxodo rural, trazendo novamente milhares de famílias para áreas rurais, possivelmente descrentes da vida nas cidades e voltando a sua terra e ao que sabem fazer, em função da perspectiva de melhor condição de vida proporcionada, especialmente, pela energia elétrica (MENDIONDO; SOUSA OLIVEIRA, 2014).

Entretanto segundo Menciondo e Sousa Oliveira (2014), inicialmente a fonte alternativa de geração de energia solar fotovoltaica, junto às comunidades isoladas, não obteve o sucesso esperado, os problemas estão relacionados ao fato de muitos projetos terem sido planejados sem participação dos atores sociais, sem pesquisa de campo sobre as demandas de energia, as formas de organização das comunidades, Sua sustentabilidade técnica e financeira, as quais foram impactadas pela falta de planejamento. O programa não considerou a participação das populações na implementação dos programas na gestão participativa, imprescindível para a manutenção do funcionamento dos sistemas e na difusão da Tecnologia, de modo que as populações se apropriassem do conhecimento e pudessem escolher formas de utilizar a energia em prol de seu desenvolvimento e qualidade de vida, ouve desconfianças sobre benefícios hipotéticos do programa com relação à credibilidade das tecnologias envolvidas.

Inquestionavelmente a participação da comunidade, pode se configurar em um caminho para o melhor aproveitamento dos sistemas de geração de energia individuais e consequentes benefícios às populações isoladas geograficamente. Para o sucesso do programa LpT É importante destacar alguns pontos dos quais os planejadores não podem abstrair, a escolha do tipo de fonte energética mais adequada, a pesquisa preliminar sobre a cultura e vida cotidiana, a previsão do consumo além de todo processo de planejamento do programa, com ênfase na formação de parcerias locais, no dimensionamento das reais necessidades dos beneficiários e no desenvolvimento de recursos humanos especializados, o sistema necessita de não somente O conhecimento de ligar e desligar, mas também, operações de conservação e manutenção das instalações, limpeza dos módulos, para que não ocorra o baixo desempenho pelo acúmulo de sujeira sobre os painéis e como obstáculo adicional, a familiaridade com a utilização da eletricidade, dificultando a capacitação e manejo dos equipamentos (MENDIONDO; SOUSA OLIVEIRA, 2014).

O maior desafio atual é o atendimento das populações das regiões isoladas, que não podem ser interligadas às redes convencionais de distribuição elétrica. Nessas localidades, o atendimento deverá ser feito, principalmente, por sistemas fotovoltaicos de geração, que são

substancialmente mais caros do que aquele realizado a partir da extensão de rede convencional. Para as comunidades com maior facilidade de acesso ao sistema energético, a implantação de programas sociais como um Centro Comunitário de Produção, representa uma ótima solução para a geração de renda sustentável, nas comunidades mais isoladas, talvez represente a única alternativa para se promover, inclusive, a segurança alimentar, com a produção de alimentos (MATEUS, 2016).

Segundo Cardoso et al (2013), assistir televisão para ter acesso a notícias, cultura e entretenimento; armazenar alimentos na geladeira; facilitar a execução de serviços domésticos com o uso de eletrodomésticos; obter uma iluminação de boa qualidade e ter diversão para as crianças são acontecimentos existentes pós instalação da energia elétrica e que proporcionam satisfação para a população da comunidade

O acesso permite, além da possibilidade de uso doméstico, maior inclusão social e digital que, conseqüentemente, resulta no aumento da qualidade de vida, cabe ao governo federal suprir as necessidades de energia elétrica de toda a população. A energia elétrica é, necessária para o funcionamento de outros instrumentos essenciais para qualquer comunidade, como hospitais, escolas, estações de tratamento de água e esgoto, Internet e telefonia, postos de combustíveis, indústrias, armazenagem de alimentos e outros. O processo de eletrificação rural não deve apenas focar o aspecto econômico, mas considerar os impactos na qualidade de vida quando se tem acesso à energia elétrica, em pontos do Norte e Nordeste encontra-se as áreas mais afetadas, áreas nas quais ainda existe uma demanda reprimida pelos bens essenciais saúde, educação, saneamento, energia e alimentação (FRANÇOISE CARDOSO; ARRUDA DE OLIVEIRA; DA ROCHA SILVA, 2013).

Certamente a promoção ao uso produtivo e eficiente da energia elétrica nas regiões atendidas pelos programas governamentais de eletrificação tem se mostrado uma importante ferramenta para a promoção do desenvolvimento socioeconômico de várias localidades do interior brasileiro. Uma vez que comunidades têm utilizado a energia elétrica como um insumo de produção, em processos de beneficiamento de seus produtos agropecuários ou em atividades só viáveis a partir do emprego de máquinas acionadas por energia elétrica.

## **1.7 Estado Da Arte**

Conforme mostrado anteriormente a ideia central é mostrar quão importante é a gestão energética e utilização de tecnologias para o bem social, as ações do estado, das empresas reguladoras e da sociedade.

Na geração energética do Brasil existe uma grande dependência da natureza, pois o nível dos reservatórios depende dos volumes de chuva ao longo do ano. Os reservatórios, de forma geral, são projetados para serem utilizados principalmente nos momentos de seca.

Assim devido à aleatoriedade anual das chuvas, os reservatórios de acumulação de águas são projetados para atender a vários anos. Desta maneira, é importante operá-los de forma cuidadosa. Com isso é possível evitar a escassez de energia no ano seco, devido a que se acumula a água do período chuvoso, (TOLMASQUIM, 2000).

A interligação das micro e mini geração com a rede convencional é definida por geração distribuída (GD), essa interligação diminui as perdas de transmissão (MENGOLINI; VASILJEVSKA, 2013).

Essa perda advém dos grandes percursos de cabeamento que funciona como uma resistência a passagem de corrente elétrica, falha de isolamento e equipamentos danificados, essas perdas são denominadas de perdas técnicas, existe também as perdas não técnicas que são causadas por furtos.

A utilização de sensores de falta de energia, medidores de qualidade da energia e medidores inteligentes, são ações necessárias para criar uma rede inteligente, elas melhoram a qualidade da energia, impedem o furto e melhora a gestão. Essas medidas minimizariam perdas que podem atingir valores de até 3% em situações extremas, por desconhecimento e desrespeito às regras da NBR 5410 (Grimoni, et al).

As regras aplicam-se às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades. Observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes que normalizam e definem métodos através de cursos de capacitação para serem adotados durante a construção de instalações elétricas (CEMIG D, 2011).

Sendo a tecnologia sociotécnica, ou seja, social e técnica, o trabalho visa expor os benefícios sociais e ambientais que se pode alcançar por meio das mudanças dos sistemas convencionais de energia para um sistema moderno optando por medidas de eficiência energéticas MEE.

A eficiência energética pode ser definida como o desempenho ou melhoria de conversão de um sistema energético maximizando os benefícios. Ou seja, diminuir as perdas e danos,

diminuindo o consumo. Quanto maior forem as perdas, menor será a eficiência (ENERGIA.RS, 2016).

As ações de eficiência energética têm papel fundamental em uma sociedade que influencia vários setores da economia, sociedade e meio ambiente de forma ampla, indo muito além do simples foco na redução na demanda de energia elétrica (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS CGEE, 2017).

Existem várias implicações sociais das redes inteligentes, graças a uma incorporação generalizada de tecnologias de informação e comunicação, que permite a comunicação bidirecional e a troca de energia entre fornecedores e consumidores, transformando os usuários finais tradicionalmente passivos, em participantes ativos. Para assumir esse papel, é essencial que os provedores de energia desenvolvam um relacionamento mais próximo com seus consumidores, durante o processo de desenvolvimento, para garantir o bom desempenho dos novos serviços (MENGOLINI e VASILJEVSKA, 2013).

Existe uma relação entre redes inteligentes e o desenvolvimento socioeconômico. Graças às tecnologias de redes inteligentes, argumenta-se que a aceitação pública de qualquer nova tecnologia é uma questão crucial a ser considerada, em um estágio inicial do desenvolvimento do produto. Para este fim, a rede inteligente não é uma exceção, ela induz mudanças que exige uma interação com o usuário final (MENGOLINI e VASILJEVSKA, 2013).

As preocupações sobre a ligação entre o uso de energia e o desenvolvimento humano são comprovados tanto na evidência quanto na literatura. O acesso aos serviços energéticos e aos serviços energéticos modernos, em particular, é essencial para a erradicação da pobreza, o crescimento econômico, a criação de empregos, os serviços sociais e, em geral, a promoção do desenvolvimento humano, segundo a conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, 2017).

A lei nº 13.203, de 08 de dezembro de 2015 contribui para reforçar a importância dessa tecnologia, conforme sua disposição:

Dispõe sobre a repactuação do risco hidrológico de geração de energia elétrica; institui a bonificação pela outorga; e altera as Leis n ° 12.783, de 11 de janeiro de 2013, que dispõe sobre as concessões de energia elétrica, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica, 9.478, de 6 de agosto de 1997, que institui o Conselho Nacional de Política Energética, 9.991, de 24 de julho de 2000, que

dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, e 11.488, de 15 de junho de 2007, que equipara a autoprodutor o consumidor que atenda a requisitos que especifica. Diário Oficial da União, Brasília, (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA 2015).

A lei mencionada anteriormente em suas disposições finais no capítulo III trata do financiamento para implantação de fontes renováveis em escolas públicas e hospitais. A energia elétrica é uma ferramenta muito importante, devido ao fato de vidas estarem conectados a equipamentos.

Art. 5º O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, na concessão de financiamentos, poderá direcionar recursos a taxas diferenciadas para a instalação de sistemas de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e para eficiência energética em hospitais e escolas públicos. Diário Oficial da União, Brasília (Presidência da República 2015).

Para estimular à pesquisa e desenvolvimento P&D, a política deu uma atenção especial à ciência e tecnologia C&D, condições especiais de financiamento, financiamento não reembolsáveis, para pesquisa não competitiva e financiamento reembolsável com condições favoráveis (BAGATTOLLI e DAGNINO, 2012).

Dagnino questiona a relação entre investir em P&D e seus riscos, que pode ser aparentemente simplificada na formulação da política.

“Estamos cientes de que a decisão empresarial de se investir em P&D depende de uma série de fatores – estratégia de negócios, custos, percepção de risco, demanda por novos produtivos, etc. – sendo a existência de uma estrutura de financiamento adequada apenas um deles. Nosso questionamento não é com relação a este fato e sim à aparente simplificação dessa questão na formulação da política” (BAGATTOLLI e DAGNINO, 2012).

Os principais benefícios da REI e da geração distribuída fotovoltaica instalados em hospitais, é que valor economizado poderá ser revertido para ações de assistência à população, revertendo o recurso que seria gasto com energia para comprar mais materiais e insumos para o hospital, utilizando iluminação inteligente com sensores de presença, para que nem todas as lâmpadas, de corredores fiquem acesas todo o período, leitores de energia nos painéis de distribuição, para controle dos gastos nos ambientes diversos, andares ou setores.

Redes de Energia Elétrica são formadas desde sua origem por uma estrutura verticalizada, geradoras, torres de transmissão e postes, onde a produção, o transporte, distribuição e comercialização eram efetuadas apenas por uma empresa e o consumidor não tinha poder de decisão (MIGUEL; CARVALHUÇO, 2017).

A instalação de placas solares em telhados, nas cidades e no campo utilizando a instalação da rede existente para geração distribuída, pode a longo, prazo evitar novas construções de hidrelétricas, termelétricas e usinas nucleares, responsáveis desde sua construção por grandes degradações da natureza, e ainda cumpre com o compromisso de diminuir o impacto climático. No quesito geração de emprego, as obras de construção que se desenvolverão no Estado poderão vir a gerar muitos empregos diretos e indiretos com escolas e empresas para recrutar, capacitar e empregar.

A energia fotovoltaica gerada no Brasil através da geração distribuída, já superou a energia gerada através de usinas nucleares (POLITO; RODRIGO, 2019).

Em um tempo relativamente curto, a partir da resolução normativa 482/2012 onde o consumidor passou a poder gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição.

No Brasil, em hospitais o uso de energia solar fotovoltaica torna-se uma alternativa válida, pelo conhecimento de experiências bem-sucedidas, e através do levantamento recente da revisão da literatura e de estudos envolvendo a energia solar fotovoltaica, chegou à conclusão em seus estudos, que os hospitais são essenciais à sociedade, mas também podem causar danos ao meio ambiente (NARUTO, 2017). Usar energia solar fotovoltaica torna-se uma alternativa minimizar esses danos, pois é considerada uma fonte de energia limpa (DOS SANTOS; JABBOUR, 2013).

Existem várias implicações sociais das redes inteligentes, graças a uma incorporação generalizada de tecnologias de informação e comunicação, permitirá a comunicação bidirecional, e a troca de energia entre fornecedores e consumidores, transformando os usuários finais tradicionalmente passivos, em participantes ativos, para assumir esse papel, é essencial que os provedores de energia desenvolvam um relacionamento mais próximo com seus consumidores, durante o processo de desenvolvimento, para garantir o bom desempenho dos novos serviços.

O texto demonstra que muitos estudos publicados recentemente, envolvendo consumidores, avaliaram suas percepções, compreensão e disposição para pagar pelo

desenvolvimento de tecnologias de redes inteligentes, esses estudos reconhecem uma atitude positiva do consumidor em relação às tecnologias da rede inteligente, o envolvimento e a educação do consumidor, é uma tarefa fundamental no processo, pois serão mudanças fundamentais no novo mercado retalhista de energia, que traz muitas dúvidas: como escolher tecnologias de custo efetivo, quais normas técnicas, como integrar os complexos sistemas, que devem ser aplicadas às *Smart Grids*, por isso a ação do consumidor é o fator fundamental.

O engajamento do consumidor e da comunidade em sustentabilidade, e na rede inteligente, depende de incentivos econômicos, questões tecnológicas e meio ambientes, os consumidores são motivados e influenciados tanto pelas normas sociais, quanto pelo comportamento e opiniões das pessoas ao seu redor.

### **1.8 Importância da Utilização de Automação.**

Os equipamentos de geração distribuída precisam ser instalados segundo as normas de segurança, para proteger os operadores da rede em caso de alguma intervenção. De uma forma inteligente através de automação, os medidores bidirecionais permitem que leituras, cortes e religamentos de energia sejam feitos de forma remota, sem necessidade de esperas ou deslocamento de técnicos. Para um funcionamento seguro, deverão ser feitas adequações de proteção, medição e automação com utilização do religador (CEMIG D, 2011).

A instalação do religador tem por objetivo possibilitar o total isolamento do sistema do autoprodutor em relação ao alimentador da concessionária, em qualquer oportunidade que isso se fizer necessário.

#### **1.8.1 Automação como aliada da saúde**

A definição da automação é a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas com o objetivo de tornar um processo mais eficiente, maximizando a produção com menor gasto de energia e gerando maior segurança. Tratando de postos de saúde a automação necessária seria do sistema elétrico. A segurança nas instalações é um fator importante, pois garante uma maior confiabilidade do sistema. Devido à crescente necessidade de comunicação com equipamentos instalados, os processos automatizados em laboratórios clínicos deve-se manter e pode ser considerada uma tendência (CAMPANA; OPLUSTIL, 2011).

Segundo o ministério da saúde cabe às diferentes instâncias identificar e reconhecer a relevância da implementação e do estabelecimento de normas técnico-administrativas adequadas aos parâmetros locais, o planejamento e a gestão logística, com vistas a promover a

qualidade e a segurança no armazenamento, manuseio e distribuição dos imunobiológicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2013).

A partir da utilização de sensores de monitoramento a resposta ao usuário ganha uma dimensão muito maior,

### **1.8.2 Objetivo da automação nos postos de saúde**

O objetivo da automação em postos de saúde é de monitorar o circuito elétrico, através de sensores inteligentes interligados a rede elétrica, estabelecimentos e/ou equipamentos que devam ser monitorados, demonstrando que a geração fotovoltaica pode ser inserida em ambientes utilizados pela população e esse processo é justificado pela conservação de energia, pelos riscos históricos de falta de energia.

#### **1.8.2.1 Equipamentos inteligentes nos postos**

Nos postos esse monitoramento se faz necessário nas câmaras de refrigeração e geladeiras que armazenam vacinas.

A atribuição e responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde vão além do planejamento integrado e do armazenamento de imunobiológicos, recebidos da Instância Estadual/Regional. A depender do quantitativo populacional e do volume de imunobiológicos manuseados, deve contar com câmaras frigoríficas positivas e/ou negativas, área de acesso aos veículos de carga, à preparação e à distribuição dos imunobiológicos e área com grupo gerador (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2013).

O controle da temperatura das câmaras é o ponto mais crítico encontrado nos postos de saúde visitados, após o término do expediente as 17:00 horas, o controle sobre os produtos refrigerados fica prejudicado, pois depende do bom funcionamento da rede elétrica e em caso de falha/falta de eletricidade, depende também da capacidade do gerador elétrico ligar automaticamente (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2013). Diversos fatores interferem na capacidade de um gerador ligar automaticamente, dentre eles, a qualidade do combustível, a carga e vida útil da bateria, funcionamento periódico, manutenção preventiva, sistema eletrônico de funcionamento automático ou manual entre outros.

A partir da possibilidade de falhas, falta de energia ou apagões e também da possibilidade do gerador falhar com a queda de energia, equipamentos inteligentes podem ser ligados na rede geral do posto de saúde, ou no próprio circuito da geladeira e ou câmara de refrigeração, com propósito de controlar e informar imediatamente o responsável que o local

está sem energia (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2013). No mercado é possível encontrar diversos equipamentos com essa finalidade. Na falta de energia o sensor pode, dependendo do tipo de equipamento escolhido, enviar mensagem ao usuário, essa mensagem pode ser via internet ou via SMS, esses equipamentos são alimentados por bateria para que no momento da falha possa mandar a mensagem para o usuário.

A GD faz parte da rede inteligente, pode ser usada por consumidores independentes, ajuda o meio ambiente, proporciona maior eficiência energética e diminui os custos com energia elétrica, neste sentido os Postos de saúde, devido a sua importância social, são lugares perfeitos para essa implantação (ABOBOREIRA; FERREIRA, 2016).

### **1.8.3 A importância do SUS**

A Taxa de Mortalidade Infantil (TMI) do Brasil apresentou declínio no período de 1990 a 2015, passando de 47,1 para 13,3 óbitos infantis por mil Nascidos Vivos (NV). Em 2016, observou-se um aumento da TMI, passando para 14,0. No Brasil o nível de mortalidade infantil em 2019, na média, é inferior a 14 por mil (SAÚDE, 2021), mesmo em locais com nível alto de pobreza energética. Isso, deve-se ao fato da atuação positiva do SUS, causando mudanças em áreas, como: melhorias nos serviços de atenção primária à saúde, acesso ao pré-natal e promoção do aleitamento materno, cobertura vacinal e acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da criança no primeiro ano de vida; nas condições de habitação, melhoria na distribuição de renda, no nível de escolaridade da mãe (SAÚDE, 2021).

O SUS é uma parte importante da constituição e o país carece de infraestrutura básica e pessoal para fornecer atendimento médico a todos, cuidados de saúde gratuitos e universais são considerados bons para o país, tanto em termos de saúde como economicamente.

No início da década de 1980, o povo brasileiro exigia democratização, mudanças e uma cobertura universal de saúde. Quando o país estabeleceu uma nova constituição em 1988, o atendimento universal de saúde foi um de seus princípios básicos. Assim foi criada a opção pública de saúde denominado Sistema Único de Saúde (SUS), (SOUZA, 2009).

A vigilância epidemiológica faz parte do campo de atuação do SUS, e é um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou a prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos, no que tange a vigilância de óbito se enquadra no conceito de vigilância epidemiológica.

O atendimento médico de rotina a partir de 2020 foi afetado pela pandemia, os pacientes evitaram o pronto-socorro por medo de infecção, devido a isso a restauração deste padrão poderá levar anos (SENADO, 2021).

O novo pico de casos da COVID em 2021 causou mais hospitalizações do que o pico em 2020. Além disso, o SUS é obrigado a garantir a qualidade da vacina e a vacinação de todo o país, devendo providenciar serviços de logística de curto e de acompanhamento de longo prazo para pessoas com o COVID 19 (BUTANTAN, 2021).

Portanto a logística, preparação, coordenação e continuidade da rotina de saúde são áreas que precisam de melhorias futuras, os planos de gestão de crises ficaram aquém da realidade. Muitos funcionários foram infectados ou expostos à infecção, para compensar, outros foram solicitados a renunciar ou limitar as férias planejadas, forçando a equipe de saúde a improvisar e inovar, além de trabalhar demais para compensar (TEIXEIRA et al., 2020).

Nos últimos 30 anos, o SUS melhorou o resultado dos indicadores de saúde no Brasil, a mortalidade infantil diminuiu de 53 para 14 por mil, a expectativa de vida aumentou de 64 anos para quase 76 anos e as desigualdades raciais na saúde diminuíram. A Estratégia de Saúde da Família do SUS é o maior programa de atenção primária baseada na comunidade do mundo, cobrindo cerca de 60% da população brasileira, o SUS cobre mais de 2 milhões de nascimentos e foram realizadas 9,51 milhões de consultas de pré-natal, 10 milhões de internações hospitalares e quase 1 bilhão de procedimentos ambulatoriais sem custos para qualquer pessoa (REGINA XEYLA, 2021).

O Brasil tem um excelente histórico de cobertura vacinal (96% da população é vacinada contra BCG, difteria, poliomielite e hepatite), controle do tabagismo (até 13,1%, uma das taxas mais baixas do mundo) e contenção do HIV. Graças ao SUS, o Brasil ocupa a 22ª posição entre as 195 nações no Índice de Segurança Sanitária Global de 2019 (FRAGA; LAGO; ROCHA, 2020).

Devido a atuação recente no combate o COVID-19, não se pode pensar no Brasil como uma inspiração para as políticas de saúde pública, porém o Brasil é o único país do mundo com uma população de mais de 100 milhões de habitantes a ter um sistema universal de saúde

A COVID-19 afetou inicialmente a classe média, mas rapidamente ficou claro que os grupos desfavorecidos estavam sendo mais severamente afetados, como era verdade em grande parte do mundo. Sem o SUS, os 71,2% da população que não tem seguro privado não teriam tido acesso adequado aos serviços de saúde durante a pandemia (SOUTO, 2020).

Esta estrutura do sistema descentralizado, gera uma cobertura desigual, uma vez que a disponibilidade de recursos e as habilidades de gestão variam enormemente entre os governos locais. A arquitetura do sistema espelha a estrutura federal do Brasil, os municípios são responsáveis pela atenção primária à saúde, os governos estaduais por serviços de saúde mais complexos e o governo federal por coordenar todo o sistema e financiar parcialmente os programas de saúde locais (BODSTEIN, 2002).

Os profissionais de saúde são escassos no Brasil, como consequência, algumas instalações novinhas em folha carecem de pessoal, a maioria dos estados das regiões Norte e Nordeste enfrentam uma grave carência de médicos, o atendimento à saúde mental, já pressionado, está maciçamente aumentado e sob estresse, devido aos novos pacientes influenciados pela pandemia. Além disso, devido à falta de equipamentos de proteção, as taxas de mortalidade entre os profissionais de saúde são bastante altas (FRAGA; LAGO; ROCHA, 2020).

O Brasil precisa claramente fortalecer seu sistema de saúde, ampliando seu pessoal de profissionais de saúde, especialmente médicos e enfermeiros da atenção primária, assim como investir em instalações e melhores práticas de gestão.

A pandemia de COVID 19 reavivou a importância dos sistemas universais de saúde. Apesar de ser um direito social, a saúde não tem sido priorizada em termos de financiamento público e isto deve mudar. Com todas as suas falhas estruturais e subfinanciamento, o SUS provou ser um provedor acessível de ampla cobertura de saúde e um promotor de equidade social (TEIXEIRA et al., 2020). Portanto, apesar do terrível exemplo dado pelo governo federal brasileiro durante esta crise, o SUS ainda é um modelo a ser seguido por outros países.

## **1.9 Energia, Saúde e Sustentabilidade, Expansão Do Uso, Acesso e a Contribuição da comunidade na gestão da saúde do município.**

### **1.9.1 Sustentabilidade na saúde**

A sustentabilidade deixou de ser um tema exclusivamente nacional, pois impacta fundamentalmente a comunidade local, estando atrelado à ideia de desenvolvimento. Há um entendimento que desenvolvimento local influencia e é influenciado pela esfera regional, estadual e também nacional. O desenvolvimento local aponta para a questão da autonomia municipal, do protagonismo dos atores envolvidos e da capitalização dos resultados no próprio Município (CASTAGNA et al., 2016).

Desenvolvimento sustentável é um conjunto de regras e ações, para o uso dos recursos que visam atender as necessidades humanas, é a sustentabilidade que garante as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2010).

Da mesma forma, o conceito de sustentabilidade discute sobre políticas públicas, desenvolvimento e bem-estar social, também na esfera municipal (RANAURO, 2004).

A palavra Desenvolvimento é associada à geração de renda, riqueza ou processo de evolução (CELSO FURTADO, 2018), sendo que nesse caso, trata-se de um SUS, integrado com as demais esferas de governo, de tal forma que a própria estrutura, depende da participação municipal.

O desenvolvimento de uma sociedade permitirá à população ter mais acesso a bens e serviços. Quando uma sociedade avança, é esperado, do ponto de vista da qualidade de vida, que haja um aprimoramento natural, resultante do trabalho coletivo do conjunto (CASTAGNA et al., 2016).

### **1.9.2 Contribuição comunitária no desenvolvimento do SUS.**

A palavra Desenvolvimento é associada à geração de renda, riqueza ou processo de evolução. Assim o desenvolvimento do SUS, integrado com as demais esferas de governo, segundo o exposto anteriormente, pode estar atrelado ao desenvolvimento de soluções locais, especificamente da participação municipal.

O desenvolvimento de uma sociedade permitirá à população ter mais acesso a bens e serviços. Quando uma sociedade avança, é esperado, do ponto de vista da qualidade de vida, que haja um aprimoramento natural, resultante do trabalho coletivo do conjunto (CASTAGNA et al., 2016).

A participação cidadã permite aos usuários ser ativamente incluídos, nos processos políticos, econômicos e democráticos. Ela possibilita a integração da comunidade nas tomadas de decisão, que podem ser sobre políticas públicas que serão aprovadas, de que modo os recursos públicos serão alocados e quais programas serão executados (SANTOS; DOLNY, 2017).

Entre as possíveis metodologias de implantação, i.g., o gestor municipal do SUS organizará Conferências Municipais de Saúde, com prioridade para os representantes dos usuários e dos trabalhadores da saúde, para formulação de estratégias que assegurem efetivo

controle social, planejando ações voltadas às reais necessidades da população (PASSOS et al., 2015). Da mesma forma, estas ações possibilitam ao gestor conhecer a opinião da população a respeito das ações e dos serviços de saúde ofertados no município.

Segundo Castagna (2016), um caminho para a construção de um sistema municipal de saúde é a participação de pessoas e organizações na gestão, monitoramento dos recursos e das políticas públicas. Especificamente, a participação pode ser dada por meio dos conselhos municipais, do poder público em todas suas esferas, da iniciativa privada, parte da sociedade, e do SUS, mas em caráter complementar.

Vale ainda lembrar que se destacam nas comunidades, ações básicas desenvolvidas por meio dos agentes comunitários de saúde e das equipes de saúde da família, que são iniciativas locais que possibilitam uma maior adequação às necessidades da população. Em outras palavras, é obrigação principal do poder público prover os serviços de saúde à sociedade e tal objetivo pode ser atingido com a participação representativa da comunidade e das organizações públicas e privadas que a conformam.

### **1.9.3 O Poder Social na Conferência Municipal de Saúde:**

A conferência é composta por usuários, trabalhadores da saúde, gestores e prestadores de serviço, bem como todos os demais movimentos e instituições da sociedade. Ela é a estratégia pela qual as pessoas se integram ao processo de decisão, sobre as informações a serem divulgadas, quais os objetivos e quais políticas públicas serão aprovadas, de que modo os recursos públicos serão alocados, quais programas serão executados e quais benefícios, terceirização e contratação de serviços (BRASIL, 2022). Portanto, a participação constitui o meio pelo qual as pessoas podem promover reformas sociais significativas que lhes permitam compartilhar dos benefícios da sociedade envolvente.

No conjunto de medidas sob a gerência do Município, outra forma da população participar ativamente do SUS, são através das ouvidorias, elas são ferramentas estratégicas para a gestão e tomada de decisão, pois estimulam a participação individual do usuário e, em contrapartida, possibilitam ao gestor conhecer a opinião da população a respeito das ações e dos serviços de saúde, ofertados no município (SILVA et al., 2016).

E possível observar no Brasil experiências democráticas interessantes, como o orçamento participativo (FREY, 2003), que são estratégia de formulação orçamentária que permite aos cidadãos decidirem sobre o orçamento público, em reuniões, os governos locais

comprometidos com a democratização do sistema político e com a população, gerenciam assembleias para ouvir os interessados e suas necessidades

#### **1.9.4 As redes de atores na rede do SUS**

Humanos e não humanos agem mutuamente, o social normalmente constituído é agrupado com os chamados “atores sociais”, eles interferem e influenciam o comportamento um do outro, sendo definidos como membro de uma sociedade (LATOURE, 2012). Em sua essência, as redes visam integrar e conectar pessoas, objetos ou ideias. Um dos principais objetivos da Teoria Ator Rede é descobrir novas instituições e conceitos capazes de coletar e reagrupar o social.

Segundo Frey (2003) o uso das novas tecnologias de informação e comunicação pode fortalecer processos de coordenação social no âmbito das comunidades locais e revitalizar a participação comunitária na gestão pública local, e a opção de desenvolvimento sustentável na emergente sociedade em rede.

#### **1.9.5 Evidências do impacto positivo do uso de energias sobre a mortalidade infantil e desenvolvimento humano.**

A energia elétrica é uma das maiores realizações da humanidade, pelas suas ilimitadas utilidades. Porém as mudanças climáticas, impulsionadas principalmente pelo uso de energia provenientes da queima de combustíveis fósseis e carvão de desmatamento em todo o mundo, ameaçam a saúde.

O uso da energia é um poderoso instrumento de política no desenvolvimento nacional e estratégico de desenvolvimento regional. O nível do consumo de energia, serve como um indicador dos problemas que afetam vários países, ela é uma das aspirações fundamentais da população dos países em desenvolvimento, é um ingrediente essencial para o desenvolvimento humano (GOLDEMBERG, 1998).

Nesse mesmo sentido, é importante ressaltar que a energia elétrica é tão importante quanto qualquer vacina. Atualmente bilhões de pessoas vivem na pobreza sem acesso a energias, com total insegurança energética, melhorar acesso à energia e compreender sua relação com a saúde, deve-se tornar parte das políticas públicas do setor energético (HORTON, 2007).

Porém, em um trabalho mais recente de Goldemberg (2020), ele conclui que é necessário aumentar a oferta de energia de fontes e tecnologias mais eficientes, e substituir a utilização de equipamentos obsoletos já existentes no modelo atual.

No Brasil o consumo atual de energia é de 1,4 TEP per capita. Essa produção de energia baseia-se na existência da linearidade entre aumento de energia para desenvolvimento. Para atingirmos o patamar de países desenvolvidos, é preciso aumentar o consumo de energia/capita através da industrialização de forma eficiente (GOLDEMBERG, 2020).

A cooperação entre os atores dos setores de saúde e energia é fundamental para a melhoria e a proteção da saúde, ao trabalhar mais de perto com o setor de energia, o setor de saúde pode garantir que as demandas energéticas das unidades sejam atendidas com opções de energia mais limpas e sustentáveis. O fornecimento de suprimentos adequados de energia também pode ajudar a reduzir a vulnerabilidade das populações pobres, apoiando o desenvolvimento humano (HAINES et al., 2007).

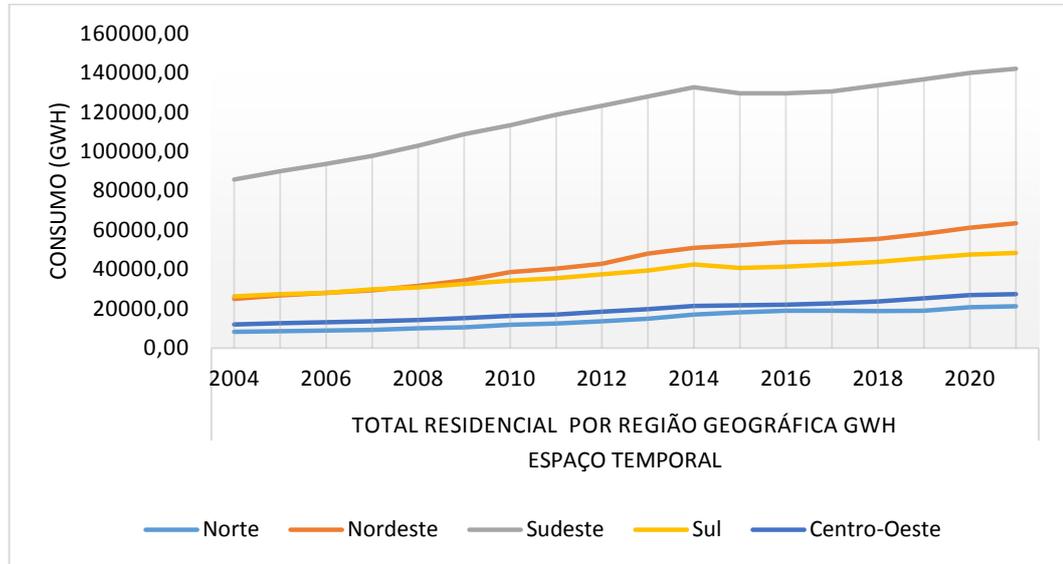
O Dossiê de Recursos Naturais da Universidade de São Paulo, afirmou que nos países, onde o consumo de energia comercial per capita estava abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo (TEP) por ano, as taxas de mortalidade infantil eram altas. Ao ultrapassar a barreira 1 TEP/capita o desenvolvimento acontece de maneira gradativa, TEP é uma unidade de medida utilizada para contabilizar energia de diferentes fontes. À medida em que o consumo de energia comercial per capita aumentava para valores maiores de 2 TEP, como ocorrera nos países desenvolvidos, as condições sociais melhorariam consideravelmente, associando-se com a redução da taxa de mortalidade infantil (GOLDEMBERG, 1998).

Em termos de resultado no Brasil, taxa mortalidade infantil (ANEXO C) reflete condições de desenvolvimento socioeconômico e infraestrutura ambiental, bem como o acesso e a qualidade dos recursos disponíveis para atenção à saúde materna e da população infantil (SAÚDE, 2021).

A ausência de acesso à energia limpa e os serviços que ela proporciona, impõe uma grande carga de doenças às populações de baixa renda e impede as perspectivas de desenvolvimento, além disso, os padrões atuais de uso de combustíveis fósseis causam uma substancial enfermidade devido à poluição do ar e aos riscos ocupacionais, a falta de energia limpa para cocção também acarreta doenças pulmonares em crianças e adultos, causada pela queima de combustíveis de biomassa advindos de madeira e resíduos agrícolas, diretamente nas residências.

A Figura 4 mostra a evolução do consumo energético das regiões em uma linha temporal, demonstrando nos estados mais desenvolvidos e industrializados um maior consumo energético.

**Figura 4 - CONSUMO MENSAL DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE (REGIÕES E SUBSISTEMAS)**



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2021 adaptado pelo AUTOR 2021.

Segundo Goldemberg (1998), nos países em desenvolvimento mais pobres, o consumo de energia per capita pode ser usado como um indicador da importância dos problemas que afetam estes países, onde se encontram 70% da população mundial. Nesses países a expectativa de vida é 30% menor, a mortalidade infantil é superior a 60 por 1000 nascimentos, valores considerados altos comparando com os países industrializados que é inferior a 20 por 1000, o analfabetismo supera a taxa de 20% e o número médio de filhos é maior do que dois em cada família e a população está crescendo rapidamente.

A classificação da mortalidade infantil é dividida em três faixas, alto, médio e baixo. O valor da taxa entendido como alto é de (50 por mil ou mais), médio (20 a 49) e baixo (menos de 20), parâmetros esses que necessitam revisão periódica, em função de mudanças no perfil epidemiológico (SAÚDE, 2021).

Para WILKINSON *et al.* (2007), o uso tradicional de combustíveis de biomassa é utilizado em uma proporção muito maior em países pobres, que correspondem a 10% do uso de energia utilizada pela população mundial, que acarretam importantes efeitos à saúde e ao meio ambiente.

Ao defender a adoção de energia limpa pela comunidade e instruir os pacientes sobre os benefícios para a saúde, o setor de saúde pode ajudar a garantir o acesso universal à energia limpa e sustentável para proteger a saúde.

A sociedade deve definir formas de reduzir substancialmente esses efeitos, através de uma combinação de uso eficiente de energia para obter serviços necessários para o desenvolvimento econômico e social, tecnologias limpas para o uso desses combustíveis e mudança para fontes de energia limpa. O uso de combustíveis de biomassa em residências deve ser visto como um problema de saúde pública e ambiental.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Percurso Metodológico**

Inicialmente, o trabalho trataria de Redes Elétricas Inteligentes nos postos de saúde. Algumas visitas foram feitas, mas não o suficiente para o trabalho, mas algumas percepções foram captadas.

As visitas tinham o intuito de conhecer o ambiente e os equipamentos mais importantes, que poderiam ter aplicação de sensores e dispositivos de controle à distância que permitiriam que eles se religassem automaticamente, ou execute outras funções da rede inteligente.

Para atender aos objetivos, os seguintes passos foram seguidos e investigados para o desenvolvimento da metodologia. Inicialmente foi feito pedido de dados através de um ofício a SEMSA,

A partir desta autorização foram requisitados diversos documentos e dados referentes ao consumo energético e atendimentos, também foram externamente visitados diversos postos de saúde para verificações.

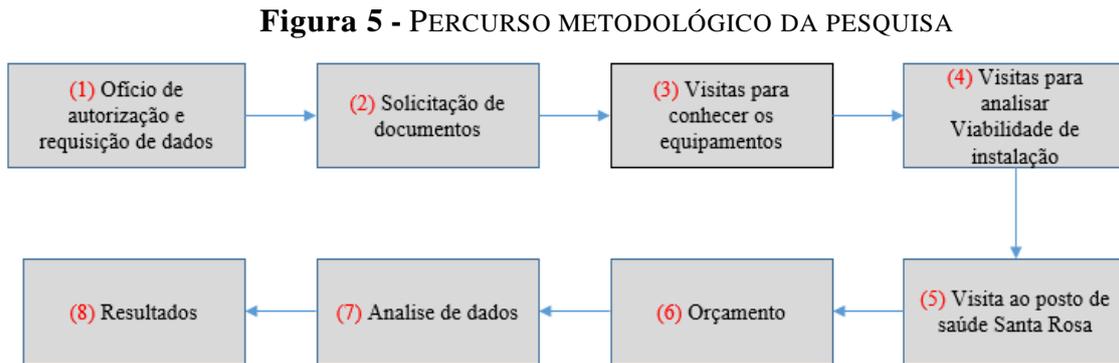
O posto da Santa Rosa foi o primeiro local visitado antes da pandemia com captura de algumas imagens, essa visita se deu devido ao trabalho de pesquisa de instalação fotovoltaica pelo aluno da Universidade Federal de Itajubá (PRADO, 2019).

Foram visitados outros postos que tem o número de atendimentos comparados com o PSF Santa Rosa, para comparar também as estruturas físicas, equipamentos e tipo de atendimentos, com intuito de relacionar o gasto energético com número de atendimentos

E para o recorte da pesquisa verificou-se a estruturação organizacional da SEMSA. Levantamento da estrutura física dos postos de atendimentos, sombreamentos e através do *Google Earth Pro* na data de 03/11/2021, a área dos telhados.

Com a utilização de uma bussola verificou-se a direção do norte magnético dos telhados

O percurso metodológico desta pesquisa foi apresentado simplificadaamente através de um fluxograma conforme Figura 5.



Fonte: próprio AUTOR, 2021.

O item 1 do fluxograma foi adquirido sem problemas, no item 2 não foi possível ter todos os dados requisitados devido a demanda da pandemia sobre os funcionários da saúde e também a juntada de dados se faz semestralmente. Em relação aos itens 3 e 4, deste fluxograma, somente parte dos dados já foram levantados, mas algumas visitas nos locais ainda serão necessárias para determinar os locais adequados para instalação da GD. A visita disposta no item 5 é de grande importância, devido ao fato de ter arquivos da época da instalação, para fazer a comparação com o momento atual.

O orçamento demonstrado no item 6 foi cotado 3 preços, com equipamentos diferentes, porém com geração similar ao levantamento dos dados analisados no item 7, que se referem ao processamento quantitativo dos dados a fim de obter os resultados demonstrados no item 8.

Para obter os resultados e respostas acerca da problematização apresentada neste trabalho, foi feita uma pesquisa documental e bibliográfica para analisar a possibilidade de implantação de uma GD, analisando como referência o posto de saúde do bairro Santa Rosa, do município de Itajubá e sua instalação fotovoltaica e também levantar possíveis benefícios à população advindo do provável remanejamento de gastos.

O objetivo também é analisar os efeitos do consumo de energia no desenvolvimento humano através do atendimento da população.

Os dados foram coletados de diversas maneiras, documental e visitas nos locais para conhecer e identificar as referências geográficas e o tipo de imóvel.

Entre esses destacam, gastos energéticos comparados ao gasto total dos postos de saúde de Itajubá, e capacidade de geração por área, para poder compreender o quanto pode ser gerado no espaço disponível.

Para o desenvolvimento dos estudos, foram necessárias as seguintes ações, identificar possíveis edificações para instalação do sistema e o potencial energético gerado; Levantamento do número de atendimentos nos PSF UBS E ESF do município.

## **2.2 Análise De Dados Da Viabilidade Econômica**

Uso médio de eletricidade mensal: A quantidade de eletricidade que é consumida mensalmente é um indicador do tamanho do sistema a ser instalado, indica também a quantidade de eletricidade gerada necessária para compensar a cada mês com a energia solar. E quanto mais altas forem as contas de eletricidade e mais alta for a taxa cobrada, mais curto será o período de retorno estimado, o valor pago mensalmente dessa conta será diminuído assim que os painéis estiverem operacionais (TORRES, 2012).

### **2.2.1 Método do *Payback***

Como o *Payback* é calculado?

Para calcular o *Payback* do investimento do painel solar, você precisa determinar duas coisas: quanto você pagará pela energia solar (sem quaisquer incentivos) e quanto você economizará na conta de eletricidade anualmente (ANEEL, 2017b).

Para o cálculo do *Payback*, segundo ANEEL, (2017b) é importante também considerar quais incentivos solares, créditos fiscais e abatimentos para os quais tem direito, bem como o tempo desses incentivos.

A primeira etapa no cálculo do *Payback* solar é determinar quanto será pago pela energia solar. O custo pago pelo seu sistema depende do tamanho do sistema e do equipamento necessário.

A segunda etapa no cálculo do *Payback* solar é observar quanto será economizado a cada ano com a energia solar (ANEEL, 2017b). Esse valor é principalmente em função da quantidade de eletricidade e usada, quanta eletricidade os painéis solares irão produzir e quanto

será pago pela eletricidade e quanto maior a tarifa de energia, menor é o *Payback* conforme equação 2 e 3.

Equação– *Payback*- Tempo de retorno do investimento

$$\frac{\text{investimento inicial}}{\text{ganho no periodo}}, \quad (2)$$

ou

$$\sum_{t=0}^T FC_t - I_0, \quad (3)$$

onde I é o Investimento inicial e FC é o Fluxo de Caixa.

### 2.3.2 Método do Valor Presente Líquido

O VPL é um dos indicadores mais utilizados para se analisar a viabilidade de projetos de investimento. Ele representa o valor presente de um fluxo de caixa, com lançamentos positivos e/ou negativos, descontados a uma taxa de juros apropriada (MARQUEZAN, 2006).

VPL é a formula para determinar um valor futuro de pagamentos do fluxo de caixa. Ele representa o valor do dinheiro no tempo e pode ser usado para calcular alternativas ou atratividades de investimentos.

O dinheiro no futuro não terá o mesmo valor que o dinheiro possui no tempo presente, pode-se dizer que o VPL equação 4 e 5, consiste em trazer para o presente todos os fluxos de caixa de um projeto de investimento, somando-o ao montante inicial (MARQUEZAN, 2006).

O cálculo de VPL e dado pela formula:

$$VPL = \frac{fc_1}{(1+i)^1} + \frac{fc_2}{(1+i)^2} + \frac{fc_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{fc_t}{(1+i)^t}, \quad (4)$$

ou

$$VPL = \sum_{t=0}^t \frac{fc_t}{(1+i)^t}. \quad (5)$$

A equação 5 VPL – é o somatório de todos os fluxos de caixa previstos para esta ação. Ele vai indicar sua viabilidade;

FC1– é o valor que representa o fluxo de caixa no período inicial;

FC – É o valor do fluxo de caixa dos meses de vigência dessa ação;

i – Representa a TMA, ou seja, a Taxa Mínima de Atratividade utilizada para mostrar qual deve ser o valor mínimo desse investimento.

Para encontrar a TMA, utilizar-se apenas da Taxa Selic ou taxa básica de juros para o cálculo, pode não valer a pena, devido ao fato da Selic ter uma rentabilidade muito baixa.

### 2.3.3 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno permite analisar a viabilidade de projetos e investimentos quanto à lucratividade, calculando a taxa de crescimento esperada, levando em conta a desvalorização monetária, é expressa como uma porcentagem (MARQUEZAN, 2006).

A taxa interna de retorno é calculada de forma que o valor presente líquido de um investimento rende zero e, portanto, permite a comparação com as taxas aplicadas no projeto, por exemplo, um investimento que dará uma taxa de 8%, o que estabelecerá que a TIR do projeto deva ser maior que 8% para aceitação do anunciante (NISA, 2014).

A TIR não pode ser derivada facilmente. A única maneira de calculá-lo manualmente é por meio de tentativa e erro, devido ao fato usar valores aproximados da taxa que torne o VPL igual a zero. Por esse motivo conforme Equação 6, começaremos calculando o VPL utilizando a formula:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{fc_t}{(1+Tir)^t} - I_0. \quad (6)$$

As deficiências da taxa interna de retorno derivam do pressuposto de que todos os reinvestimentos futuros ocorrerão à mesma taxa inicial. A taxa interna de retorno modificada permite a comparação do fundo quando diferentes taxas são calculadas para o investimento inicial e o custo de capital de reinvestimento, que geralmente são diferentes.

### 2.3.4 Custo Nivelado de Energia (LCOE)

O Custo Nivelado de Energia, ou LCOE (Levelized Cost of Energy), é um termo que vem sendo amplamente utilizado no mercado de energia solar fotovoltaica. O custo nivelado da energia (LCOE), ou custo nivelado da eletricidade, é uma medida do custo líquido atual médio da geração de eletricidade para uma usina geradora ao longo de sua vida. É usado para

planejamento de investimentos e para comparar diferentes métodos de geração de eletricidade de forma consistente (NISA, 2014).

O LCOE "representa a receita média por unidade de eletricidade gerada que seria necessária para recuperar os custos de construção e operação de uma usina geradora durante uma vida financeira presumida e ciclo de trabalho" (NISA, 2014), e é calculado como a razão entre todos os custos descontados ao longo da vida útil de uma usina geradora de eletricidade dividida por uma soma descontada das quantidades reais de energia entregues conforme equação 7.

As entradas para o LCOE são escolhidas pelo avaliador (NISA, 2014). Conforme equação 7, pode ser incluído custo de capital, perda de comissão, custos de combustível, operações fixas e variáveis e custos de manutenção, de financiamento é taxa de utilização presumida, equacionada da seguinte forma :

$$LCOE = \frac{CT}{EP}, \quad (7)$$

onde

$CT$  = Custo total da usina

$EP$  = Energia total produzida ao longo da vida útil da usina [kWh].

O cálculo LCOE de um produtor, permite estabelecer comparações entre diferentes produtores de energia solar fotovoltaica.

### **3 RESULTADOS**

A partir desta pesquisa foi possível contextualizar o enorme potencial de geração de energia por meio de sistemas FVs demonstrar dentro do município o consumo energético per capita das unidades versus paciente. Adotar um programa de gerenciamento de eletricidade, apesar do grande desafio energético dentro de instituições que é incentivar os funcionários a um uso inteligente da energia.

A partir de uma pesquisa dos dados reais da Secretaria Municipal de Saúde, foi verificado que somente nos postos de saúde que fazem atendimento ao público, através de documentos oficiais fornecidos pela secretaria, o consumo energético per capita está na média de R\$ 0,39, em 2020, a partir dos dados coletados, foram feitos 182.849 atendimentos, totalizando um gasto de R\$ 70.542,00 com pagamento de energia elétrica neste mesmo ano.

Segundo Tabela 2, que demonstram dados repassados pela secretaria de saúde do município, o valor gasto com energia que representa aproximadamente 0,2% da verba utilizada no mesmo período conforme Tabela 3.

**Tabela 2** - Gastos com energia no período de 01/01/2021 a 30/04/2021 na atenção básica do Município de Itajubá

Fundo Municipal	R\$ 4.456,46
Regulação	R\$ 866,96
Conselho Municipal	R\$ 298,80
Transporte	\$ 1.052,73
Medicina e Enfermagem	R\$ 40.104,33
Saúde Mental	R\$ 1.464,72
ESF	R\$ 31.792,27
Fisioterapia	R\$ 1.044,43
Vigilância Sanitária	R\$ 1.450,99
DST / AIDS	R\$ 3.351,50
Zoonoses	R\$ 1.456,50
<b>Total</b>	<b>R\$ 87.339,24</b>

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde do Município, adaptado próprio AUTOR 2021

Para melhor visualização do consumo no sistema de saúde do município, a Tabela 3 sintetiza esses valores, apresenta a relação de consumo médio em um quadrimestre. Também demonstra a dimensão dos custos com saúde do município de Itajubá, em comparação com custo energético.

**Tabela 3** - Gasto geral do sistema de saúde do município no período de 01/01/2021 a 30/04/2021

Tipo de despesa	Valor pago até 30/04/2021
Rateio em consórcio	R\$ 104.877,26
Contratação por tempo determinado	R\$ 3.996.797,23
Vencimentos e vantagens fixas - pessoal civil	R\$ 5.061.510,78
Obrigações patronais	R\$ 1.180.780,18
Outras despesas variáveis - pessoa civil	R\$ 1.388.005,06
Indenizações e restituições trabalhistas	R\$ 313.973,77
Contribuições	R\$ 10.678.098,55
Rateio consórcio	R\$ 113.005,32
Diárias pessoa civil	R\$ 128.627,80
Material de consumo	R\$ 1.274.645,06
Material bem ou serviço de dst gratuita	R\$ 487.433,37
Despesas de pessoal decorrentes de contrato	R\$ 363.369,95
Serviços de terceiros pessoa física	R\$ 215.844,38
Serviços de terceiros pessoa jurídica	R\$ 16.155.563,94
Outros auxílios financeiros a pessoa física	R\$ 67.006,35
Sentenças judiciais	R\$ 125.966,56
Despesas anos anteriores	R\$ 697,57
Indenizações e restituições	R\$ 7,99
Serviços de terceiros pessoa jurídica	R\$ 317.118,96
Rateio consórcio	R\$ 17.431,32
Equipamentos e material permanente	R\$ 75.456,00
Rateio consórcio	R\$ 3.661,60
<b>Total gasto em saúde</b>	<b>R\$ 42.069.879,00</b>

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde do Município, adaptado próprio AUTOR 2021

A Figura 6 e 7 mostra a UBS da varginha que tem uma localização e estrutura que oferece condições ótimas de construção fotovoltaica, pois não existe sombreamento, a edificação tem uma ótima estrutura, apta para comportar uma grade quantidade de placas devido a sua dimensão.

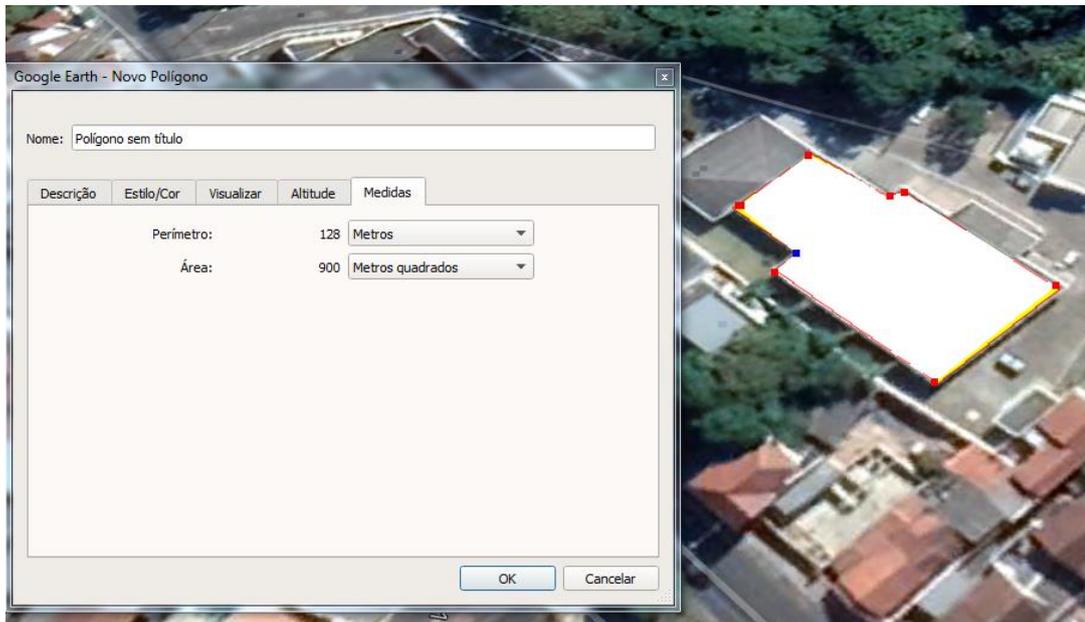
**Figura 6- UBS DO BAIRRO VARGINHA**



Fonte: próprio AUTOR, 2021.

Somente a parte superior do telhado da UBS varginha e capaz de suportar mais de 400 placas solares considerando toda área útil.

**Figura 7 - ÁREA ÚTIL DE TELHADO DA UBS DO BAIRRO DA VARGINHA**



Fonte: *GOOGLE EARTH*, com modificação do próprio AUTOR, 2021.

A estrutura da UBS Santa Rita de Cássia, Figura 8, está localizada em um local inapropriados para GD, pois, fica próxima de um relevo que gera um sombreamento no meio da tarde e o seu telhado fica em um sentido desfavorável para orientação solar.

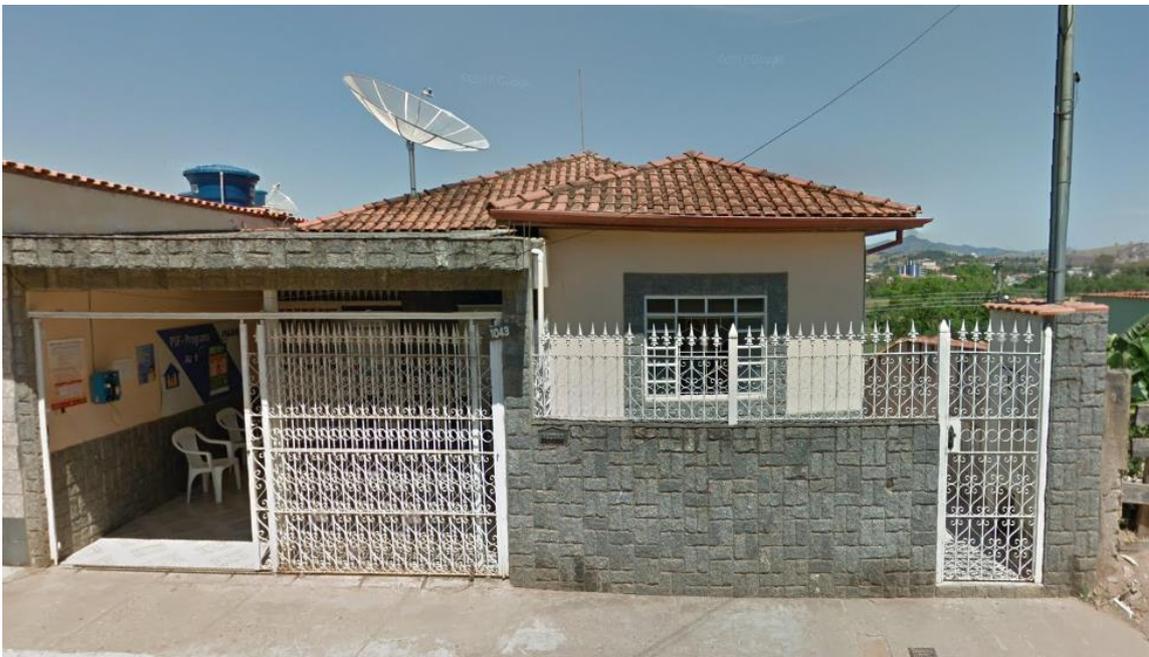
**Figura 8** - UBS do Bairro Santa Rita de Cássia



Fonte: próprio AUTOR, 2021.

Algumas unidades básicas não possuem estrutura apropriada para a instalação do sistema fotovoltaico, conforme Figuras 9, o imóvel está bem localizado, porém o telhado com várias direções (aguas) de pequenas áreas, suportaria poucas placas.

**Figura 9** - PSF do Bairro Santa Isabel



Fonte: próprio AUTOR, 2021.

Verificar o tipo de estrutura, altura e característica do telhado são fundamentais o funcionamento da instalação PV, para isso inclui a facilidade de acesso, ou seja, os locais mais

altos e com acesso mais complicado dificultam o processo de instalação. Isso pode influenciar no custo. Condições da superfície de instalação: é possível que a situação do telhado exija alguns reparos antes de começar a instalação do equipamento. Coberturas com telhas de cerâmica e barro são quebradiças e podem exigir substituição, já os telhados metálicos apresentam maior facilidade para a instalação. Enquanto as superfícies muito inclinadas podem gerar riscos físicos para os instaladores.

Os endereços dos edifícios foram obtidos através do relatório atualizado dos imóveis Tabela 4, conforme fornecido pela secretaria municipal de saúde do município de Itajubá-MG (SEMSA, 2020).

Para que todos tenham acesso aos serviços de saúde e para garantir o princípio da igualdade de todos os cidadãos, a prioridade é expandir a rede básica para assistir periferias urbanas e zonas rurais, atendendo necessidade do município, porém a limitação do programa está no número máximo de Equipes de Saúde da Família financiadas pelo Ministério da Saúde, que é calculado dividindo-se o total de habitantes do Município por 2.400 (SAÚDE, 2000).

**Tabela 4 - ESF e UBS do Município de Itajubá**

<b>NÚMERO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>ENDEREÇO</b>
<b>ESF- ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA</b>		
<b>01</b>	<b>ESF AVENIDA - NOVO</b>	RUA JOSÉ MANOEL PEREIRA, 461 CS
<b>02</b>	<b>ESF JARDIM DAS COLINAS UNIERS</b>	RUA MOACIR DE OLIVEIRA, 78
<b>03</b>	<b>ESF BOA VISTA</b>	RUA BRASOPOLIS 137 CS
<b>04</b>	<b>ESF SANTA LUZIA</b>	RUA TÃO PEREIRA RENNO, 743 CS
<b>05</b>	<b>ESF JURU</b>	JURU, cs, juru
<b>06</b>	<b>ESF Peroba</b>	Est Peroba, 5695 EL, Peroba
<b>07</b>	<b>ESF Rebourgeon</b>	Rua Angelo Modena 51 CT Rebourgeon
<b>08</b>	<b>ESF Serra dos Toledos</b>	Serra dos Toledos
<b>09</b>	<b>ESF Medicina</b>	R.Alexandre A Fernandes187cx,medicina
<b>10</b>	<b>ESF Ano Bom</b>	Est. Ano Bom,4200 PS Ano Bom
<b>11</b>	<b>ESF Anhumas</b>	Est. Anhumas, 5560, Anhumas
<b>12</b>	<b>ESF PIEDADE</b>	RUA CAETANO JOSÉ DOS SANTOS 11
<b>13</b>	<b>ESF Piedade</b>	R. José D C. Sobrinho, 3600 PS, Piedade
<b>14</b>	<b>ESF Ponte Sto Antônio</b>	Est. Pte Sto Antonio,40, Pte S Antonio
<b>15</b>	<b>ESF Rio Manso</b>	Est.Rio Manso3990CXRio Manso
<b>16</b>	<b>ESF Cruzeiro</b>	R. Antonio S Branco, 374 CO, Cruzeiro
<b>17</b>	<b>ESF Santa Rosa</b>	Av. José S Nogueira,1555CX, Santa Rosa
<b>18</b>	<b>ESF – FREIRES</b>	ESF FREIRES CS FREIRES
<b>19</b>	<b>ESF SANTOS DUMONT</b>	R. João da Costa Machado, 165 CS
<b>20</b>	<b>ESF SANTO ANTÔNIO</b>	RUA JAIME WOOD 300 CX FR
<b>21</b>	<b>ESF NSA SRA FÁTIMA</b>	RUA JULIA GOMES RENNO, 309 CS
<b>22</b>	<b>ESF VILA ISABEL</b>	AV VINTE E UM DE NOVEMBRO, 932

<b>UBS- UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE</b>		
<b>01</b>	<b>UBS - ZONA RURAL II</b>	ESTRADA CANTA GALO 99999 CS
<b>02</b>	<b>UBS Cantina</b>	Pç. Aureliano C Magalhães, 1, Cantina
<b>03</b>	<b>UBS Santos Dumont SAMU</b>	R. Domingos Lamoglia,3340,Stos Dumont
<b>04</b>	<b>UBS São Vicente</b>	Av.São Vic Paula, 120 PS, São Vicente
<b>05</b>	<b>UBS São Vicente</b>	R João G Lima, 85 PS, São Vicente
<b>06</b>	<b>UBS Varginha</b>	Av. Henriqueto Cardinali, 911PS, Varginha
<b>07</b>	<b>UBS Vila Rubens</b>	Av. 21 de Novembro, 129 CX, Vila Isabel
<b>08</b>	<b>UBS VILA PODDIS</b>	R. João F Jr, 65 PS, Vila Poddis
<b>09</b>	<b>UBS VARGINHA</b>	Av. Dr. Henriqueto Cardinali 896 CX,Varginha

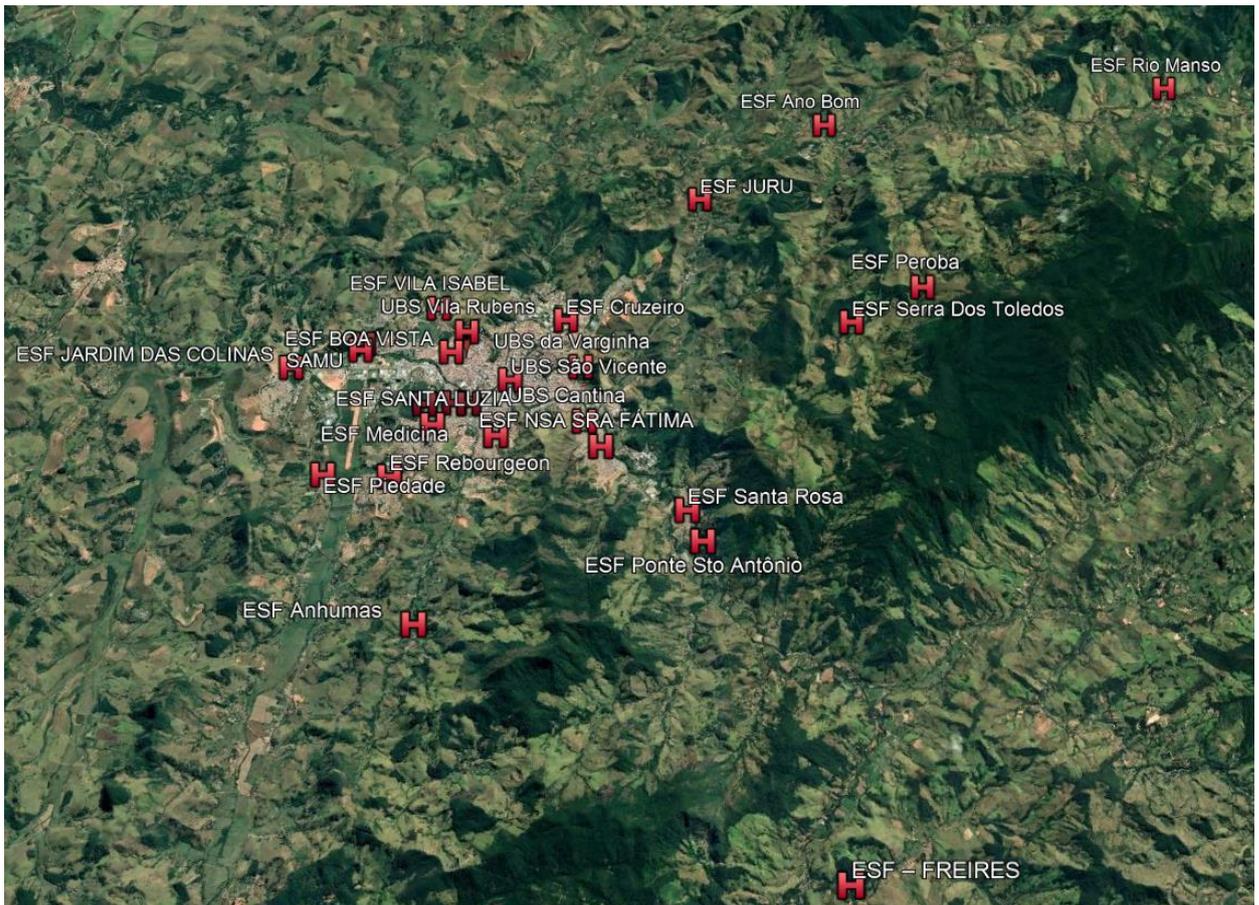
Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE , 2021, adaptado próprio AUTOR.

Atribuições básicas de uma ESF na prevenção a saúde segundo Ministério da Saúde é, conhecer a realidade das famílias, com a participação da comunidade, identificar os problemas de saúde da população local, elaborar planos para o enfrentamento dos fatores que colocam em risco a saúde, programar as atividades e executar, de acordo com a qualificação de cada profissional, os procedimentos de vigilância à saúde e de vigilância epidemiológica, nos diversos ciclos da vida, além de atuar no controle de doenças transmissíveis. Também valorizar a relação com o usuário, procurar, quando possível, resolver a maior parte dos problemas de saúde detectados, prestar assistência integral, buscando contatos com indivíduos sadios ou doentes, visando promover a saúde através da educação sanitária, desenvolver processos educativos em grupos, promover a qualidade de vida e contribuir para que o meio ambiente se torne mais saudável e discutir com a comunidade, o conceito de cidadania, enfatizando os direitos de saúde (SAÚDE, 2000).

Os Agentes Comunitários de Saúde precisam residir nas respectivas áreas de atuação, para garantir a vinculação e identidade cultural com as famílias sob sua responsabilidade. Cada Equipe de Saúde da Família deve acompanhar de 600 a 1.000 famílias, o que corresponde de 2.400 a 4.500 pessoas, no caso da área rural, este número deverá ser menor, em razão do grande número de pessoas que vivem dispersas em áreas extensas (SAÚDE, 2000).

Os resultados do mapeamento realizado apresentado na Figura 10, demonstra a localização espacial das UBSs e ESFs, dentro do município de Itajubá. foram localizados geograficamente 31 edifícios, Essa expansão tem o objetivo de descentralizar o atendimento, dando proximidade a população ao acesso ao atendimento de saúde, com intuito de desafogar os hospitais. Conforme mostra a imagem a distribuição não é uniforme, e é feita pela aglomeração populacional da região.

**Figura 10 - Distribuição organizacional das UBS e ESF em Itajubá**



Fonte: *GOOGLE EARTH*, com modificação do próprio AUTOR, 2022.

Durante as visitas alguns dados levantados sobre equipamentos importantes e geradores de energia a diesel foram identificados.

São dados relevantes quando diz respeito ao armazenamento de medicamentos e vacinas, a câmara de refrigeração é o equipamento mais importante das farmácias dos postos, o gerador a diesel fica reservado para mantê-la sempre funcionando em caso de falta de energia.

Vale ressaltar que quando o diesel fica armazenado por um longo período ocorre à formação de micróbios, principalmente pelo fato do biodiesel ser adicionado ao mesmo. Um aumento do índice de acidez durante o tempo de armazenamento indica degradação dos ésteres que compõe o biodiesel. Isto influencia na oxidação, afeta a estabilidade térmica na câmara de combustão e pode causar corrosão nos sistemas de armazenamento prejudicando o funcionamento em casos de emergência (ZIMMER, 2014).

A Figura 10 mostra a câmara de refrigeração do posto de saúde do bairro Rebourgeon, um equipamento controlado, próprio para refrigeração de medicamentos e acondicionamento de imunobiológicos, cuja temperatura de conservação está fixada na faixa entre +2°C e +8°C, é uma câmara positiva que trabalha com temperatura pré configurada de 4 °C, deve ser operada por pessoas qualificadas e não deve ser aberta de a temperatura for  $\geq$  a 5 °C (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2013).

**Figura 11** - Câmara de Conservação de Medicamentos Modelo 347 cv, ESF



Fonte: próprio AUTOR, 2021.

A Câmara de conservação de vacinas modelo 347 CV tem diversos acessórios opcionais, dentre eles uma discadora, que não foi adquirida e/ou foi retirada do equipamento, equipamento que pode ser considerado parte de uma rede inteligente, pois, em caso de alarmes por falta de energia envia mensagem ao usuário. Apesar de ser um equipamento tecnologicamente atual, a discadora dedicada para câmara de refrigeração não está sendo comercializado segundo DATAMED, representante de Minas Gerais, existe no mercado a

discadora para nova geração de câmaras refrigeradoras que não é compatível com o modelo usado.

### 3.1 Potencial Energético

Para dimensionar sistemas fotovoltaicos específicos para suprir a demanda do SEMSA de Itajubá primeiramente foi orçado 3 valores para suprir um polo do SEMSA. O Menor orçamento, conforme Tabela 4, foi utilizado para o cálculo de *Payback*. Também foi pesquisado os valores da mão de obra para a instalação.

**Tabela 5 - Orçamento Do Gerador On Grid 23,45 kwp Sem Mão De Obra**

Equipamento	Marca	Unidade	Quantidade
Módulo fotovoltaico 72 células 335W EMSH 335P	INTELBRAS	Unit.	70
Inversor ON GRID 10,5KW EGT 10500 PRO	INTELBRAS	Unit.	2
Perfil metálico (par)4150x34mm p/ sistema fotovoltaico	INTELBRAS	Unit.	18
Kit instalação de 4 módulos	INTELBRAS	Unit.	18
Grampo para junção	INTELBRAS	Unit.	17
Cabo solar Vermelho 1 kV 4MM	INTELBRAS	Unit.	250
Cabo solar preto 1 kV 4MM	INTELBRAS	Unit.	250
Conector para cabo mc4 par FM/MC 1 Via 1,5 KV 39A solar	INTELBRAS	Unit.	8
Chapa metálica p/ Junção de estruturas			34
Serviço de instalação		R\$19.299,64	
<b>Custo total</b>		<b>R\$89.477,58</b>	

Fonte: Intelbras Adaptado AUTOR, 2021.

Os valores de mão de obra da Tabela 5, são equivalentes a aproximadamente 28 por cento do valor dos equipamentos utilizados, que é a média cobrada pelas empresas do setor de energia solar, levando em conta o preço de mão de obra do instalador e projeto de engenharia.

**Tabela 6- Preço da mão de obra para instalação**

Potência do Gerador	Preço Médio da Instalação
Gerador Solar de 13,8 kWp	Preço médio do Serviço de instalação: R\$11.488,50
Gerador Solar de 17,36 kWp	Preço médio do Serviço de instalação: R\$12.866,01

Gerador Solar de 24,03 kWp	Preço médio do Serviço de instalação: R\$16.783,20
Gerador Solar de 28,48 kWp	Preço médio do Serviço de instalação: R\$19.229,64

Fonte: Intelbras Adaptado AUTOR, 2021.

### 3.2 Cálculo para atender a demanda do consumo.

Com a avaliação da área disponível ou útil de cada telhado das unidades, é possível mensurar as quantidades de placas fotovoltaicas que podem ser utilizadas em cada localidade através da Equação 8 e assim calcular o potencial de geração energética de uma determinada área disponível para a instalação do sistema. As placas solares de 335w foram escolhidas levando em consideração alguns aspectos, como preço, reputação da marca nacional, garantia de 25 anos, eficiência e geração de energia.

Conforme gráfico de gastos com a saúde do município, por mês o gasto energético seria de R\$10.917,41 já o valor por polos seria de R\$ 2.729,35. Sabendo desses valores pode-se através do valor cobrado do quilowatt pela concessionaria que é de R\$ 1,05 com bandeira vermelha 2, conhecer o Consumo em kwh por zona por mês, dividindo R\$ 2.729,35 por R\$ 1,05. E concluir o sistema de geração através da equação 8 e 9:

$$GER = \frac{(QP * PP * 4,65 * 30) - 12\%}{1000} \quad (8)$$

Em que GER é a geração, PP é a potência da placa, 4,65 é uma Constante de irradiação solar (um valor menor que a média admitido pelas empresas de instalação do sistema solar (INTELBRAS, 2021), 30 Número de dias do mês 12 % -Perda do sistema, considerando posição norte e 1000 é para transformar watts para kilo watts.

$$QP = \frac{GER * 1000}{(* PP * 4,65 * 30) - 12\%} \rightarrow QP = \frac{2599 * 1000}{(335 * 4,65 * 30) * 0,88} \quad (9)$$

onde,

QP= 63,21 placas ou 64 placas de 335 Wp.

Então a potência do sistema será de 21.440 Wp

A Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA) está organizado em departamentos administrativos e em 8 polos de atendimento e os polos são compostos por PSF, ESF e

farmácias. Para delimitar o cálculo do sistema será utilizado 8 projetos devido ao número de polos da SEMSA.

O gráfico de variação da irradiação solar (ANEXO D), do município de Itajubá, destina-se ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em Itajubá a com a finalidade de auxiliar o dimensionamento dos sistemas.

### 3.2.1 Preço da Energia em períodos de estiagem.

O preço da energia está vinculado ao custo do combustível na geração de energia em períodos de estiagem. Através desta informação, podemos perceber que fatores diversos podem interferir no preço do combustível, e elevam o preço da energia. No caso de termelétricas acionadas a gás natural, para um dado mês “j” em que ocorre a geração, o preço do combustível será reajustado conforme a expressão a seguir,

$$PC = a \times HHref + Brentref + c \times NBPref + d \times JKMref + e + \frac{f}{e0}, \quad (10)$$

onde,

*HH* Cotação de fechamento no antepenúltimo dia útil do mês, nos Estados Unidos da América, referente ao contrato futuro de gás natural na NYMEX (Henry Hub Natural Gas Futures Contracts – NG1) (EPE, 2022).

*Brent* Média mensal das médias das cotações superior e inferior dos dias úteis do mês “j – 1”, do petróleo Brent (Dated Brent);

*NBP* Média mensal das cotações dos dias úteis (European Gas Midpoints) do mês “j – 1”, do UK National Balancing Point – NBP, conforme publicado no Platts European Gas Daily;

*JKM* Média mensal das cotações dos dias úteis (Daily LNG markers) do mês “j – 1”, do Japan/Korea Marker –

*JKM*, Constantes não negativas, com quatro casas decimais, declaradas pelo agente gerador no ato do cadastramento do empreendimento para habilitação técnica, devendo permanecer inalteradas durante toda a vigência do CCEAR.

*f* Termo declarado pelo agente gerador no ato do cadastramento do empreendimento para habilitação técnica, a ser atualizada anualmente, no mês de novembro, pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, tendo como data base o mês anterior ao da Portaria que

define as diretrizes do leilão em questão. Trata-se do mesmo termo apresentado na Equação (3);

*e<sub>v</sub>* Taxa de Câmbio Média da venda do dólar dos Estados Unidos da América divulgada pelo BACEN do mês “*j - 1*”, em R\$/US\$. Os preços de combustível de cada fonte serão determinados com base nas Especificações dos combustíveis utilizados.

Custo do combustível: O custo do combustível para empreendimentos que utilizem fonte energética atrelada a reajustes distintos do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA é expresso pela seguinte relação,

$$C_{comb} = i \times PC \times e_0, \quad (11)$$

onde

*PC* Expectativa de preço futuro dos combustíveis referenciados

*e<sub>0</sub>* Média da Taxa de Câmbio, de venda do dólar dos Estados Unidos da América

*i* Fator de Conversão, Tem a função de converter o preço do combustível em custo de geração elétrica associado ao combustível, dimensionado em unidade monetária por unidade de energia elétrica.

### 3.3 Cálculo dos indicadores econômicos

Como podemos perceber na tabela 6 de *Payback* solar, a taxa de reajuste anual da energia faz crescer o valor da economia, diferente de outros cálculos de *Payback* convencionais, isso porque o reajuste anual aumenta o valor pago pela energia a cada ano, e esse valor é visto como ganho.

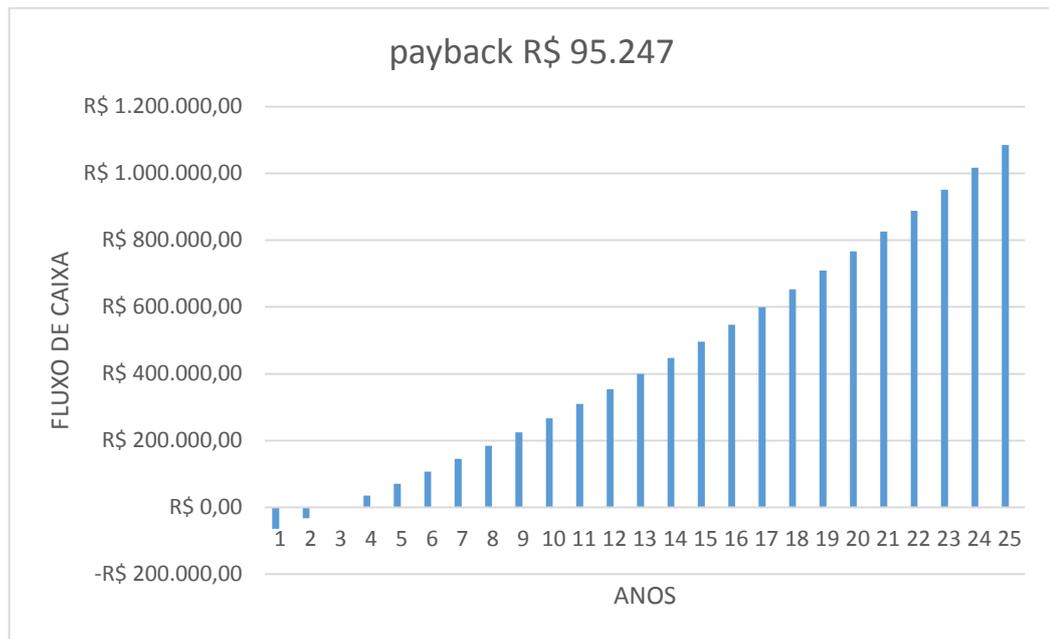
**Tabela 7-** Payback do valor orçamento de R\$ 95247,00

DADOS DA GERAÇÃO FV POR PÓLO			VPL/ PÓLO
IRRADIAÇÃO.	4,65	KWh/m <sup>2</sup> .dia	R\$ 272.638,49
POT. MODULO	335	W	
QUANT.	64	Unid.	Referente à geração total dos 8 pólos do município.
TARIFA.	1,05	R\$/KWh	
GASTO MENSAL	R\$ 2.729	Reais	
Investimento inicial	Economia mensal 95%	R\$ 2.592,88	
	Economia 1º ano	R\$ 31.114,59	
	Reajuste anual	4%	
-R\$95.247	Perda de eficiência	0,7%	↓

Fluxo de caixa	Ano	Economia	Fluxo de caixa
-R\$ 64.132,41	1	R\$ 31.114,59	-R\$ 513.059,28
-R\$ 31.991,04	2	R\$ 32.141,37	-R\$ 255.928,31
R\$ 1.211,00	3	R\$ 33.202,04	R\$ 9.687,99
R\$ 35.508,70	4	R\$ 34.297,70	R\$ 284.069,62
R\$ 70.938,23	5	R\$ 35.429,53	R\$ 567.505,84
R\$ 107.536,93	6	R\$ 36.598,70	R\$ 860.295,46
R\$ 145.343,39	7	R\$ 37.806,46	R\$ 1.162.747,14
R\$ 184.397,47	8	R\$ 39.054,07	R\$ 1.475.179,73
R\$ 224.740,32	9	R\$ 40.342,86	R\$ 1.797.922,58
R\$ 266.414,49	10	R\$ 41.674,17	R\$ 2.131.315,96
R\$ 309.463,91	11	R\$ 43.049,42	R\$ 2.475.711,31
R\$ 353.933,96	12	R\$ 44.470,05	R\$ 2.831.471,71
R\$ 399.871,53	13	R\$ 45.937,56	R\$ 3.198.972,21
R\$ 447.325,03	14	R\$ 47.453,50	R\$ 3.578.600,22
R\$ 496.344,49	15	R\$ 49.019,47	R\$ 3.970.755,95
R\$ 546.981,60	16	R\$ 50.637,11	R\$ 4.375.852,83
R\$ 599.289,74	17	R\$ 52.308,13	R\$ 4.794.317,90
R\$ 653.324,04	18	R\$ 54.034,30	R\$ 5.226.592,32
R\$ 709.141,47	19	R\$ 55.817,43	R\$ 5.673.131,79
R\$ 766.800,88	20	R\$ 57.659,41	R\$ 6.134.407,07
R\$ 826.363,05	21	R\$ 59.562,17	R\$ 6.610.904,43
R\$ 887.890,78	22	R\$ 61.527,72	R\$ 7.103.126,21
R\$ 951.448,91	23	R\$ 63.558,14	R\$ 7.611.591,30
R\$ 1.017.104,47	24	R\$ 65.655,56	R\$ 8.136.835,74
R\$ 1.084.926,66	25	R\$ 67.822,19	R\$ 8.679.413,25

Fonte: próprio AUTOR, 2021.

E possível verificar com a tabela 6 e a Figura 11, que o retorno de investimento leva um pouco mais de 2 anos, demonstrando que é um grande investimento.

**Figura 12** - Gráfico de *Payback* por polo

Fonte: próprio AUTOR, 2021.

O investimento estimado para a implantação deste sistema foi de R\$ 95.247, sendo considerada a taxa de 4%. Para um ciclo de vida de 25 anos, a economia total obtida com a geração do sistema será de R\$ 1.084.927, para cada um dos 8 polos, totalizando R\$ 8.679,413 para todo o sistema.

Na tabela de *payback* solar (ANEXO E), fornecido pela empresa que utiliza os módulos Intelbras, os valores após 25 anos, foram superiores ao calculado anteriormente gerando um retorno financeiro de R\$2.152.344,45 para 1 polo do SEMSA, nesse sentido o retorno seria de R\$ 17.218.755,60. Os valores foram tão superiores devido ao fato da estimativa de aumento KWh cobrada pela CEMIG no período.

As tabelas 6 e 7 apresentam outras cotações de preço, que foram feitas para comparar os valores cobrados e levantar dados para o cálculo de *payback* solar. Os valores calculados seguirão as mesmas taxas da tabela 5 considerando um pior cenário de retorno de investimento.

**Tabela 8** - Orçamento Gerador 20,28 kwp

Descrição	Quantidade	Unidade
Módulo Fotovoltaico 390Wp	52	PC
Inversor Fotovoltaico Deye 20kW-LV (TRI-220V)	01	PC
String Box 3/3 850VDC	02	PC
String Box 80A 220VAC	01	PC
Placa de Geração Própria	01	PC

Par de Conectores MC4	06	PC
Cabo Fotovoltaico 4mm2 (Vermelho)	130	MT
Cabo Fotovoltaico 4mm2 (Preto)	130	MT
Cabo Fotovoltaico 6mm2 (Verde)	130	MT
Haste 1/2x2400mm + Grampo PC-20 - Aterramento	01	PC
Estrutura Importada Telhado Cerâmico de 03 módulos	01	PC
Estrutura Importada Telhado Cerâmico de 04 módulos	01	PC
<i>Estrutura Importada Telhado Cerâmico de 05 módulos</i>	<i>09</i>	<i>PC</i>
<b>INFORMAÇÕES SOBRE SISTEMA:</b>		
Gerador Fotovoltaico	20,2800 kWp	
Potência do Sistema Fotovoltaico	20,28 kWp	
Área estimada	117,00 m <sup>2</sup>	
Estimativa de Geração Mensal	2618,0000 kWh/mês	
O valor do investimento	R\$ 103.709,00	

Fonte: próprio AUTOR, 2021.

**Tabela 9 - Orçamento Gerador 20,24 kwp**

Descrição	Quantidade	Unidade
Módulo Fotovoltaico 440Wp	46	PC
Inversor Fotovoltaico Deye 20kW-LV (TRI-220V)	01	PC
String Box 3/3 850VDC	02	PC
String Box 80A 220VAC	01	PC
Placa de Geração Própria	01	PC
Par de Conectores MC4	06	PC
Cabo Fotovoltaico 4mm2 (Vermelho)	115	MT
Cabo Fotovoltaico 4mm2 (Preto)	115	MT
Cabo Fotovoltaico 6mm2 (Verde)	115	MT
Haste 1/2x2400mm + Grampo PC-20 - Aterramento	01	PC
Estrutura Importada Telhado Cerâmico de 03 módulos	01	PC
Estrutura Importada Telhado Cerâmico de 05 módulos	08	PC
<b>INFORMAÇÕES SOBRE SISTEMA:</b>		
Gerador Fotovoltaico	20,2400 kWp.	
Potência do Sistema Fotovoltaico	20,24 kWp	

Área estimada	104,00 m <sup>2</sup> .
Estimativa de Geração Mensal	2610,0000 kWh/mês
O valor do investimento	R\$ 109.036,00

Fonte: próprio AUTOR, 2021.

### 3.3.1- Problemas encontrados nas visitas

Durante a visita foi possível perceber que o grupo gerador está presente em todas as unidades, também foi possível perceber que não é um equipamento que está sendo testado periodicamente, no posto de saúde Santo Antônio a área do gerador serve de depósito de cadeiras dificultando o acesso ao mesmo. Já no posto Santa Rosa, apresenta fácil acesso, porém foi descrito como “motor que faz um barulhão” e que poucas vezes ligou e foi ligado manualmente quando faltou energia. No posto de saúde do bairro Rebourgeon, da mesma forma o gerador está em local apropriado, mas não se sabe sobre o funcionamento, sobre o tempo que o combustível (diesel) está armazenado dentro do tanque.

## 4 RESULTADOS ESPERADOS

Mudar a maneira como a eletricidade é entendida pelo consumidor, melhoria na saúde, buscar a aceitação da GD e o sistema de energia sustentável, pois é o consumidor quem determina que tipo de energia deva utilizar e quanta energia consumir, assim consumir de maneira eficiente, buscar o engajamento da comunidade em produzir energia renovável, e o destaque do projeto de GD é a construção de confiança entre as pessoas e os grupos locais, para o desenvolvimento do projeto, para que o projeto de redes inteligentes seja bem sucedida e sustentável.

Mobilizar o compromisso político, a fim de apoio e recursos, e encontrar formas de encorajar novos compromissos públicos e privados dos setores de energia e saúde, a tomarem ações o sobre saúde e mudanças climáticas, diante da crise econômica e de saúde que vive o país.

Melhorar a saúde e os meios de subsistência do sistema municipal de saúde por meio da adoção de energia limpa e sustentável.

Após a análise do trabalho, realizado pela gestão da saúde municipal, seja feito a opção por investir em energias renováveis no setor de saúde. Não existe ambiente tão democrático quanto os postos de saúde do sistema SUS. Assim toda a população que utilizar o sistema básico também estaria se beneficiando e contribuindo para um bem maior.

Recomendação para construção e manutenções.

É preciso antes da instalação pensar que o projeto é para durar no mínimo 25 anos de uso, assim é necessário verificar a qualidade da edificação do telhado, se existem árvores plantadas ao redor que a longo prazo pode gerar sombras e se existe a possibilidade de existir construções na vizinhança que podem gerar sombreamento e interferir no funcionamento do sistema.

Os painéis solares precisam de pouca manutenção, em períodos chuvosos ocorre a limpeza natural, mesmo assim existe a necessidade de uma manutenção preventiva uma ou duas vezes por ano, que é essencial para se obter o melhor rendimento, pois a passagem da luz do sol é limitada pelo acúmulo de sujeira sobre a superfície do painel solar, reduzindo a eficiência das células solares, os profissionais de manutenção de painéis devem ser treinados para trabalho em altura (NR 35), e para não danificar os módulos, que tem algumas restrições sobre o modo de fazer a limpeza.

Os inversores solares, possuem sistema de resfriamento interno composto por uma ventoinha e dissipador de calor aletado, onde com o passar do tempo ocorre o acúmulo de sujeira que precisa ser retirada para evitar danos ao equipamento. Esse tipo de manutenção diferente da manutenção dos painéis precisam ser feito por pessoas qualificadas, sob o risco de acidentes com eletricidade ou danificar os equipamentos.

## **5 CONCLUSÕES**

Este trabalho demonstrou a importância do aporte da comunidade no desenvolvimento do SUS através de medidas locais, como a implementação de um sistema de GD nas UBSs do município de Itajubá.

O uso da conferência municipal de saúde, para demonstrar o projeto de GD, buscando a participação cidadã, é uma estratégia que permite aos usuários serem incluídos ativamente, nos processos políticos, econômicos e democráticos do município, beneficiando toda a comunidade.

Adicionalmente, considerando o desenvolvimento sustentável, a implementação de sistemas de GD nas UBSs permite incrementar a qualidade de vida da população e simultaneamente aprimora o serviço prestado à comunidade.

Especificamente, a implementação de sistemas de GD e sistemas de redes inteligentes nas UBSs do município de Itajubá é viável. Como resultado desta implementação, se projeta

uma redução no consumo de energia. Também, com a implementação de redes inteligentes e de sistemas de GD, há uma diminuição nas emissões de gases de efeito estufa, uma melhoria na saúde pública. Adicionalmente, em países onde o consumo per capita passa de dois TEPs existe maior desenvolvimento humano. Assim, o acesso à energia pode afetar a qualidade de vida, melhorar a saúde e o bem-estar das pessoas, pelo qual é fundamental ter abordagens integradas aos desafios de saúde, energia, desenvolvimento, sustentabilidade e sociedade.

Considerando a viabilidade na implantação de sistemas de GD nas UBSs do município de Itajubá, as análises demonstraram e validaram o desempenho do sistema fotovoltaico na recuperação financeira das UBSs. Os painéis fotovoltaicos apropriados e seu inversor correspondente foram selecionados de forma a garantir o maior potencial de geração com eficiência. Verificou-se que o ângulo de inclinação ideal para a instalação de módulos fotovoltaicos fixos nas unidades é de 21°. Além disso, foi realizada uma análise econômica de todo o sistema. Mesmo que o custo de kWh produzido pelo sistema fotovoltaico tenha sido estimado e considerado ainda mais alto em comparação com o preço subsidiado atualmente, a situação pode mudar significativamente no futuro próximo, com o aumento dos preços dos combustíveis e diminuição do custo dos sistemas fotovoltaicos. Em resumo, a implementação de tais sistemas pode fortalecer o SUS através do fortalecimento das UBSs. Aportando assim no desenvolvimento da sociedade através de medidas locais.

A pesquisa ainda mostrou respeito ao dinheiro público e ao meio ambiente, por utilizar como geradora de energia uma fonte limpa, inesgotável e renovável.

Além disso, a falta de água nos reservatórios é o maior dos problemas, a água que sai dos reservatórios serve para: agricultura, irrigação, navegação, saneamento e geração de energia, esta escassez levam ao aumento dos preços de geração devido a necessidade da utilização de termelétricas.

Mostrou-se também que as políticas voltadas para comunidades como Luz para Todos, com utilização de energia sustentável, têm maior probabilidade de sucesso se também contribuírem para outros objetivos de desenvolvimento social e econômico, tendo como meta objetivos relacionados à energia, o desenvolvimento de recursos renováveis a redução das formas locais de poluição. Desta forma, conclui-se que a geração fotovoltaica nos postos de saúde é uma opção viável e que traz diversos benefícios para a sociedade e a administração pública.

## REFERÊNCIAS

- ABOBOREIRA, F. L.; FERREIRA, A. **A IMPORTÂNCIA DO SMART GRID NA REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO DO BRASIL**, 2016.
- AMARAL, R. C. DO. IMPACTO TÉCNICO E ECONÔMICO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS ATRAVÉS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA. 2016.
- ANEEL. Resolução Normativa nº 687 de 2015 da ANEEL. **Aneel**, p. 24, 2015.
- ANEEL. ANEEL. 2017a
- ANEEL. Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024. **Agência Nacional de Energia Elétrica**, 2017b.
- ANTONIO, L. et al. Energia, Industrialização e Modernidade - História Social. p. 1–34, 2006.
- BAGATTOLLI, C.; DAGNINO, R. **Política de C&T e dinâmica inovativa no Brasil: avaliação de resultados**. [s.l: s.n.]. v. 66
- BODSTEIN, R. Atenção básica na agenda da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 3, p. 401–412, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. 2017.
- BRASIL. Presidência da República. **casa civil**, p. 1–10, 2022.
- BRASIL, M. DA S. **MANUAL DE ESTRUTURA FÍSICA DAS UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE SAÚDE DA FAMÍLIA**. Ministério da Saúde. **Anais...**2006
- BUTANTAN. **retrospectiva-2021-segundo-ano-da-pandemia-e-marcado-pelo-avanco-da-vacinacao-contra-covid-19-no-brasil @ butantan.gov.br**, 2021. Disponível em: <<https://butantan.gov.br/noticias/retrospectiva-2021-segundo-ano-da-pandemia-e-marcado-pelo-avanco-da-vacinacao-contra-covid-19-no-brasil>>
- CAMPANA, G. A.; OPLUSTIL, C. P. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 47, n. 2, p. 119–127, 2011.
- CASTAGNA, A. A. et al. Letramento, Desenvolvimento Local E Sustentabilidade. **Semioses**, v. 10, n. 2, 2016.
- CELSO FURTADO. DESENVOLVIMENTO: INCLUDENTE, SUSTENTÁVEL, SUSTENTADO. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 13, n. 2, p. 1048, 2018.

CEMIG D. Requisitos para a conexão de acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig–Conexão em Média Tensão. **Norma Técnica ND 5.31, julho de 2011**, 2011.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS CGEE. **Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro: Evolução tecnológica nacional no segmento de geração de energia elétrica**. [s.l: s.n.]. v. 4–8

**Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas)**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>>. Acesso em: 7 abr. 2022.

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. **Viabilidade Econômica De Sistemas Fotovoltaicos No Brasil E Possíveis Efeitos No Setor Elétrico**. [s.l: s.n.].

DIAS, M. V. X.; BOROTNI, E. D. C.; HADDAD, J. Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras. **SBPE Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, Revista Brasileira de Energia, vol. 11, nº 2**, v. 11, p. 1–11, 2004.

DOS SANTOS, J. B.; JABBOUR, C. J. C. Adoção da energia solar fotovoltaica em hospitais: Revisando a literatura e algumas experiências internacionais. **Saude e Sociedade**, v. 22, n. 3, p. 972–977, 2013.

ENERGIA.RS, M. E. 16 Eficiência Energética. In: [s.l: s.n.].

EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 – Demanda de eletricidade. p. 440, 2020.

EPE, E. D. P. E. –. Leilão de Reserva de Capacidade na Forma de Energia de 2022 Preços de Referência dos Combustíveis para as Usinas Termelétricas. p. 1–13, 2022.

FORTES, M. Z. et al. Análise Da Adoção De Medidores Inteligentes Como Instrumento Da Política Pública De Eficiência Energética. **Engevista**, v. 19, n. 2, p. 316, 2017.

FRAGA, A.; LAGO, M.; ROCHA, R. Despite Troubles, Brazil’s SUS Health System Can Be a Model for Latin America. **Americas Quarterly**, p. 1–9, 2020.

FRANÇOISE CARDOSO, B.; ARRUDA DE OLIVEIRA, T. J.; DA ROCHA SILVA, M. A. Eletrificação Rural e Desenvolvimento Local Uma Análise do Programa Luz Para Todos. p. 23, 2013.

FREITAS, G. DE; SILVEIRA, S. DE F. R. PROGRAMA LUZ PARA TODOS: UMA REPRESENTAÇÃO DA TEORIA DO PROGRAMA POR MEIO DO MODELO LÓGICO. **planejamento e políticas públicas | ppp |**, 2015.

- FREY, K. Desenvolvimento sustentável local na sociedade em rede: o potencial das novas tecnologias de informação e comunicação. **Revista de Sociologia e Política**, n. 21, p. 165–185, 2003.
- FURTADO, A. et al. O problema do desenvolvimento sustentável. **Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável**, p. 262, 1994.
- GAUDIANA, R. Third-Generation Photovoltaic Technology – The Potential for Low-Cost Solar Energy Conversion. **The Journal of Physical Chemistry Letters**, v. 1, n. 7, p. 1288–1289, 2010.
- GAYE, A. Access to Energy and Human Development. **United Nations Development Programme**, n. 25, p. 21, 2007.
- GOLDEMBERG, J. Dossiê Recursos Naturais. v. 12, n. 33, p. 5–15, 1998.
- GRIMONI, A. B. et al. IMPACTOS NO SISTEMA E MITIGAÇÃO IMPACTOS NO SISTEMA E MITIGAÇÃO. 2004.
- HAINES, A. et al. Policies for accelerating access to clean energy, improving health, advancing development, and mitigating climate change. **Lancet**, v. 370, n. 9594, p. 1264–1281, 2007.
- HORTON, R. Righting the balance: energy for health. **Lancet**, v. 370, n. 9591, p. 921, 2007.
- INTELBRAS. **Ems 330p**. [s.l: s.n.].
- JUR, A. Presidência da República. p. 1–29, 2022.
- LATOURE, B. **Reagregando-o-social-uma-introdu-o-Teoria-do-Ator-Rede**. Bauru, SP: EDUSC/ Salvador, BA: EDUFBA, 2012.
- MARQUEZAN, L. ANÁLISE DE INVESTIMENTOS. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, v. iii, n. 55, p. 1–21, 2006.
- MATEUS, F. O. **DINAMIZANDO A ECONOMIA LOCAL COM O ACESSO À ENERGIA ELÉTRICA: Os Centros Comunitários de Produção como alternativa para potencializar os resultados do Programa Luz para Todos**. [s.l: s.n.].
- MENDIONDO, R.; SOUSA OLIVEIRA, P. S. ELETRIFICAÇÃO RURAL E POLÍTICAS PÚBLICAS – O ATENDIMENTO A COMUNIDADES ISOLADAS. 2014.
- MENGOLINI, A.; VASILJEVSKA, J. **The social dimension of smart grids: consumer, community, society**. [s.l: s.n.].
- MIGUEL, J.; CARVALHUÇO, M. Análise da influência do produtor-consumidor doméstico numa rede elétrica inteligente. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunizações**. [s.l: s.n.].

MME, B. Estimativa da Capacidade Instalada de Geração Distribuída no SIN : Aplicações no Horário de Ponta. **Empresa de Pesquisa energética**, 2015.

MME DO BRASIL. Plano Nacional de Eficiência Energética. **Premissas e Diretrizes Básicas**, p. 156, 2011.

MORAIS, H. A. R. DE; PAIVA, J. A. DE; SOUSA, W. J. DE. AVALIAÇÃO DO PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS (P1MC): eficácia, eficiência e efetividade nos territórios do Rio Grande do Norte (2003/2015). **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, p. 133, 2017.

MULLER, G. DE M. **IMPACTO DE NOVAS TECNOLOGIAS E SMART GRIDS NA DEMANDA DE LONGO PRAZO DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO**, 2016.

NARUTO, D. T. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA Denise Tieko Naruto CONECTADO À REDE ELÉTRICA. 2017.

NASCIMENTO, L. **energia-renovavel-emprega-mais-de-10-milhoes-de-pessoas-no-mundo @ agenciabrasil.etc.com.br**, 2018. Disponível em: <<https://agenciabrasil.etc.com.br/economia/noticia/2018-05/energia-renovavel-emprega-mais-de-10-milhoes-de-pessoas-no-mundo>>

NISA, T. H. (INSTITUTO S. DE E. DE L. Avaliação Económica de Sistemas Solares Fotovoltaicos Residenciais. p. 116, 2014.

PASSOS, R. A. et al. A Pluralidade do Conceito de Saúde : o Poder de Voz dos Usuários do SUS em uma Conferência Municipal de Saúde System ( SUS ) Users in a Municipal Health Conference. **Revista Ciências em Saúde**, v. 5, n. 2, p. 1–9, 2015.

PAULO, S. Gestão ativa da demanda de energia elétrica para consumidores inseridos em redes inteligentes Gestão ativa da demanda de energia elétrica para consumidores inseridos em redes inteligentes. 2018.

PRADO, R. Sobre o Impacto da Tarifa Branca no Payback de um Sistema Fotovoltaico de uma Unidade Básica de Saúde (UBS). **Design**, p. 1–3, 2019.

REGINA XEYLA, C. V. SUS cuida da mulher em todas as fases da vida. p. 49–52, 2021.

REIS, L. R. DE D. DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE MÓDULOS

FÓTOVOLTAICOS UTILIZANDO O MÉTODO DE NEWTON RAPHSON E ALGORITMOS GENÉTICOS Laiz Rocha de Deus Reis. **Uberl, Universidade Federal D E Faculdade, U F U El, D E Engenharia De, Trica Programa El, E M Engenharia**, 2018.

SANTOS, R. DOS; DOLNY, L. L. **Participação comunitária e controle social**, 2017.

SAÚDE, M. DA. **CADERNOS de ATENÇÃO BÁSICA, PROGRAMA SAÚDE da FAMÍLIA**. [s.l: s.n.].

SAÚDE, M. DA. Mortalidade infantil no Brasil. **Pediatr. mod**, v. 24, n. 3, p. 72–4, 2021.

**Secretaria de Estado da Saúde de Goiás**. Disponível em: <<https://indicadores.saude.go.gov.br/public/sim.html>>. Acesso em: 7 abr. 2022.

SENADO. **queda-na-realizacao-de-exames-laboratoriais-de-rotina-na-pandemia-pode-impactar-saude-publica @ www12.senado.leg.br**, 2021. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/radio/1/conexao-senado/2021/10/01/queda-na-realizacao-de-exames-laboratoriais-de-rotina-na-pandemia-pode-impactar-saude-publica#:~:text=O presidente da Câmara Brasileira,protocolos de segurança aos pacientes>>

SOUTO, L. Sete em cada 10 brasileiros dependeram do SUS em 2019, diz IBGE | Radioagência Nacional. p. 4, 2020.

SOUZA, J. **Ralé brasileira**. [s.l: s.n.].

TEIXEIRA, C. F. DE S. et al. A saúde dos profissionais de saúde no enfrentamento da pandemia de Covid- 19. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3465–3474, 2020.

TOLMASQUIM, M. As Origens da Crise Energética Brasileira. **Ambiente & Sociedade**, n. 6–7, p. 179–183, 2000.

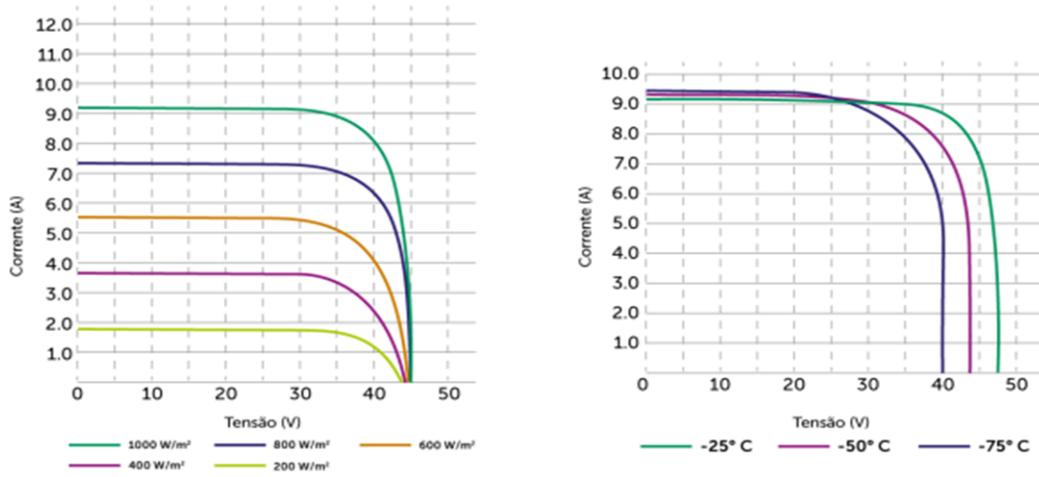
TORRES, R. C. Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais. 2012.

ZIMMER, A. R. Monitoramento e controle da contaminação microbiana durante o armazenamento simulado de misturas diesel/biodiesel com uso de biocida. 2014.

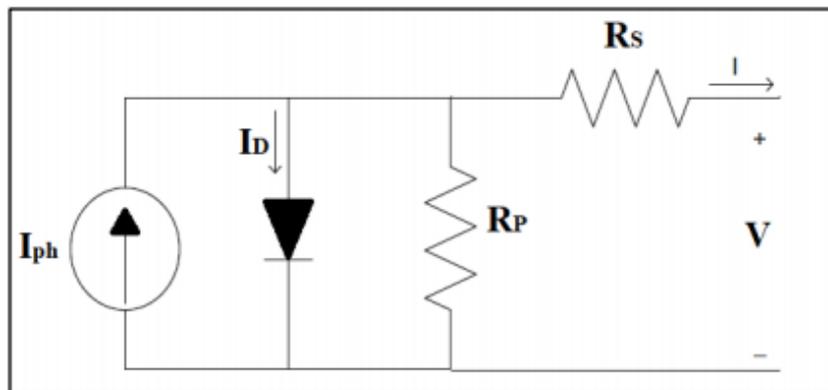
## ANEXO A – Curva Característica De Corrente Versus Tensão (I-V)

### Curvas I x V

#### EMS 330P

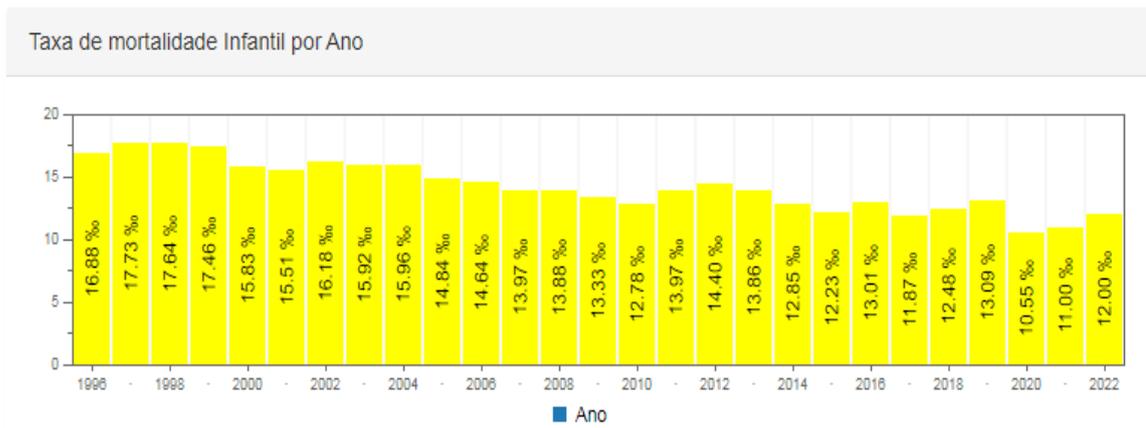


Fonte Portfólio de produtos Intelbras Solar, 2021.

**ANEXO B - Circuito equivalente de uma célula solar com um diodo**

Fonte: REIS 2018, p.41.

## ANEXO C - Taxa de mortalidade infantil por espaço temporal



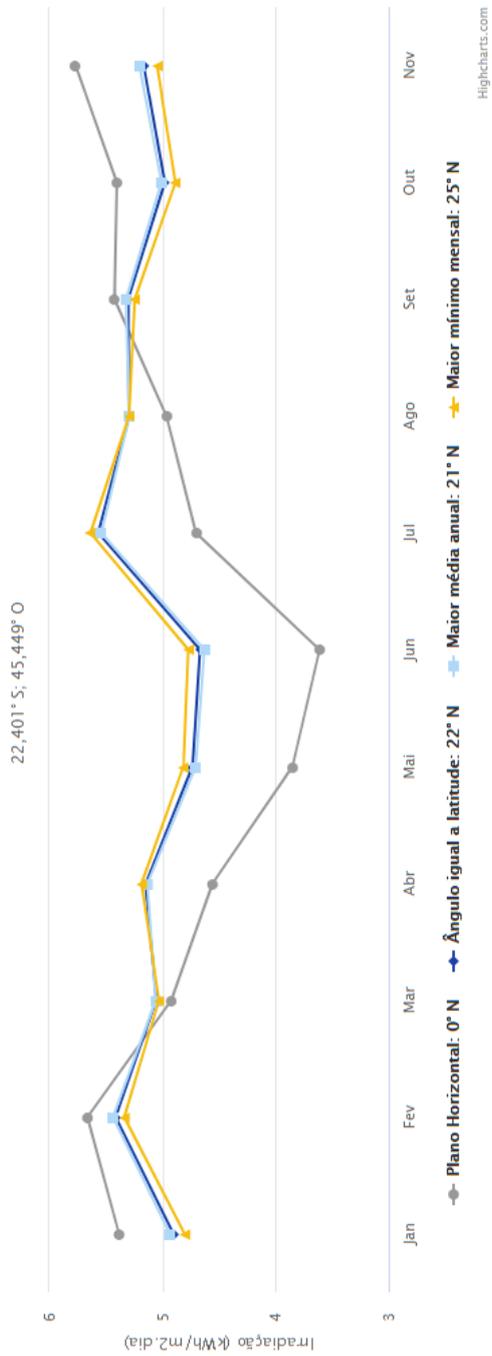
Fonte SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE GOIÁS, 2022.

## ANEXO D - Variação da irradiação solar no município de Itajubá.

Estação: Itajuba  
 Município: Itajuba , MG - BRASIL  
 Latitude: 22,401° S  
 Longitude: 45,449° O  
 Distância do ponto de ref. (22,439431° S; 45,535747° O): 9,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,38	5,66	4,92	4,56	3,85	3,61	3,83	4,70	4,97	5,42	5,40	5,77	4,84	2,16
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	22° N	4,90	5,41	5,05	5,15	4,73	4,67	4,86	5,57	5,29	5,30	4,98	5,16	5,09	,90
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	4,93	5,44	5,06	5,13	4,70	4,63	4,82	5,54	5,29	5,32	5,01	5,20	5,09	,91
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	25° N	4,80	5,34	5,03	5,18	4,81	4,77	4,96	5,64	5,29	5,24	4,88	5,05	5,08	,87

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Itajuba–Itajuba, MG–BRASIL

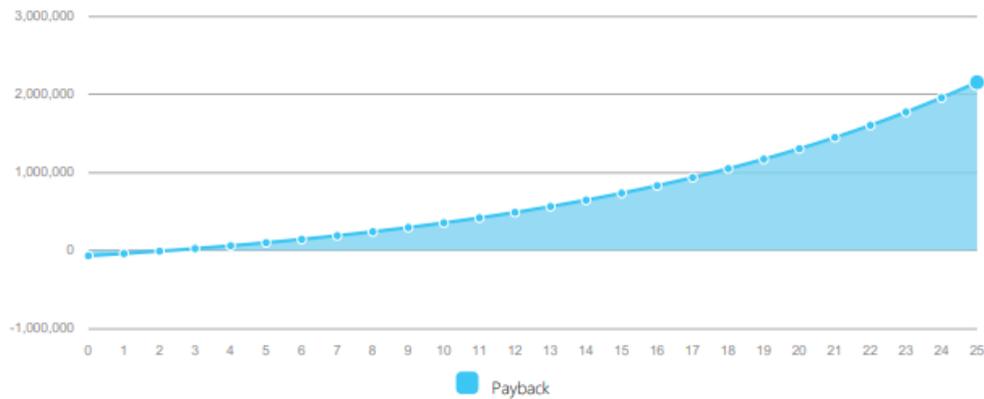


Fonte: CRESESB, 2018.

## ANEXO E - GRÁFICO E TABELA DE PAYBACK

### 2.2 Retorno Financeiro

GRÁFICO DE PAYBACK



- \* O payback foi calculado tendo como referência operações com pagamento à vista, desconsiderando as taxas e outros custos decorrentes de financiamento.
- \* Considerando taxa de aumento anual da tarifa de energia elétrica em 4,00%.
- \* Considerando performance linear mínima de 80% até o 25º ano conforme especificação técnica do produto.
- \* O cálculo de payback considera como data inicial o momento de ativação do gerador solar junto à concessionária.
- \* Esses valores são de referência e podem variar considerando condições climáticas, ajustes tarifários e fiscais.
- \* Os cálculos já consideram a taxa mínima da concessionária (valor cobrado mesmo que o consumo seja zero).
- \* Este cálculo não está considerando o valor da instalação

Tempo para retorno sobre o investimento (payback): 2.5 anos.

ANO	GERAÇÃO ANUAL (kWh/ano)	CUSTO DO kWh	ECONOMIA ACUMULADA	RETORNO DO INVESTIMENTO
1	31.863,65	R\$0,90	R\$28.477,29	-R\$41.770,68
2	31.700,25	R\$0,98	R\$30.897,95	-R\$10.872,74
3	31.536,85	R\$1,07	R\$33.522,04	R\$22.649,30
4	31.373,44	R\$1,17	R\$36.366,57	R\$59.015,87
5	31.210,04	R\$1,27	R\$39.449,97	R\$98.465,83
6	31.046,64	R\$1,39	R\$42.792,19	R\$141.258,02
7	30.883,23	R\$1,51	R\$46.414,85	R\$187.672,87
8	30.719,83	R\$1,65	R\$50.341,35	R\$238.014,22
9	30.556,43	R\$1,79	R\$54.597,04	R\$292.611,25
10	30.393,02	R\$1,96	R\$59.209,36	R\$351.820,61
11	30.229,62	R\$2,13	R\$64.208,05	R\$416.028,67
12	30.066,22	R\$2,32	R\$69.625,29	R\$485.653,96
13	29.902,81	R\$2,53	R\$75.495,93	R\$561.149,89
14	29.739,41	R\$2,76	R\$81.857,70	R\$643.007,59
15	29.576,01	R\$3,01	R\$88.751,45	R\$731.759,04
16	29.412,60	R\$3,28	R\$96.221,40	R\$827.980,44
17	29.249,20	R\$3,57	R\$104.315,44	R\$932.295,88
18	29.085,80	R\$3,90	R\$113.085,40	R\$1.045.381,28
19	28.922,39	R\$4,25	R\$122.587,37	R\$1.167.968,65
20	28.758,99	R\$4,63	R\$132.882,09	R\$1.300.850,74
21	28.595,59	R\$5,04	R\$144.035,27	R\$1.444.886,01
22	28.432,18	R\$5,50	R\$156.118,07	R\$1.601.004,08
23	28.268,78	R\$5,99	R\$169.207,46	R\$1.770.211,54
24	28.105,38	R\$6,53	R\$183.386,77	R\$1.953.598,30
25	27.941,97	R\$7,12	R\$198.746,15	R\$2.152.344,45

Fonte: INTELBRAS SOLAR, 2021.