



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Fernando Reus da Rosa

Uso de indicadores para a avaliação da sustentabilidade com enfoque na energia elétrica: estudo de caso da comunidade tradicional de balneário ilhas, Araranguá-SC

ARARANGUÁ

2019

Fernando Reus da Rosa

Uso de indicadores para a avaliação da sustentabilidade com enfoque na energia elétrica: estudo de caso da comunidade tradicional de balneário ilhas, Araranguá-SC

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em energia e sustentabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em energia e sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Carla de Abreu D'Aquino

Co-orientador: Prof. Dr Giuliano Arns Rampinelli

Araranguá

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rosa, Fernando Reus da

Uso de indicadores para a avaliação da sustentabilidade com enfoque na energia elétrica : estudo de caso da comunidade tradicional de balneário ilhas, Araranguá-SC / Fernando Reus da Rosa ; orientadora, Carla de Abreu D'Aquino, coorientador, Giuliano Arns Rampinelli, 2019. 83 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, Araranguá, 2019.

Inclui referências.

1. Energia e Sustentabilidade. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Indicadores de sustentabilidade. 4. Energia renovável. I. D'Aquino, Carla de Abreu. II. Rampinelli, Giuliano Arns. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade. IV. Título.

Fernando Reus da Rosa

Uso de indicadores para a avaliação da sustentabilidade com enfoque na energia elétrica: estudo de caso da comunidade tradicional de balneário ilhas,
Araranguá-SC

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Carla de Abreu D'Aquino, Dr^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Giuliano Arns Rampinelli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luciano Lopes Pfitscher, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Carlyle Torres Bezerra de Menezes, Dr.
Universidade do Extremo Sul Catarinense

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Energia e Sustentabilidade.

Prof. Dr. Ricardo Alexandre Reinaldo de Moraes
Coordenador do Programa

Prof.^a Dr.^a Carla de Abreu D'Aquino
Orientadora

Araranguá, 08 de agosto de 2019.

“Você deve acreditar que o mundo a sua volta não é algo ‘dado’ e definitivo, e que é possível transformá-lo, que você mesmo pode ser alterado ao se dedicar a tarefa de mudá-lo.”

ZYGMUNT BAUMAN

AGRADECIMENTOS

Neste momento, se faz necessário expressar meus agradecimentos sinceros a todos que de alguma forma puderam me apoiar a estar completando mais esta etapa da minha vida, em especial: a minha orientadora, Dr. Carla de Abreu D'Aquino, pela paciência, pelo grande incentivo, apoio, motivação e dedicação prestada durante todo desenvolvimento desta dissertação.

Ao Professor Dr. Giuliano Arns Rampinelli, pela sua dedicação e contribuição como co-orientador do desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Luciano Lopes Pfitscher, por fornecer o equipamento analisador de qualidade de energia e se disponibilizar se deslocar até a comunidade para realizar a instalação do mesmo.

Aos todos os moradores da comunidade de Bal. Ilhas, por me receber juntamente com as pessoas que me auxiliaram na pesquisa.

Aos alunos do curso de Engenharia de Energia da UFSC, Gabriel Santiago Arruda, Larisse Lenin, Willian Leopoldino Nunes e Sung Chen Linpor se disponibilizarem e se dedicarem a percorrer a comunidade de Balneário Ilhas para a aplicação dos questionários.

À minha família, por me fornecer a base e todo o apoio necessário para que eu pudesse estar completando mais essa etapa na vida acadêmica.

Ao meu amigo Ciro de Moraes, pelo auxílio e conselhos que me foram dados durante o curso de mestrado.

À minha esposa, amiga e companheira Elen Fabrini Marques, por me acompanhar em toda minha trajetória acadêmica, me apoiando e me incentivando em todos os momentos com todo amor e compreensão necessária nessa jornada.

RESUMO

Os desafios que possibilitam a realização de ações sustentáveis devem ser avaliados inicialmente em locais específicos ou em pequenas regiões, nas quais os objetivos podem ser melhor avaliados e as medidas para alcançá-los mais efetivas. Foi embasado nesta premissa, que a presente pesquisa buscou o desenvolvimento de uma proposta metodológica na qual fosse possível realizar um diagnóstico, tendo como norte os três pilares do desenvolvimento sustentável. Seguindo os Objetivos Desenvolvimento Sustentável - ODS 7, foi inserido na metodologia o diagnóstico do sistema de distribuição elétrica local. Assim, a metodologia desenvolvida foi aplicada na localidade de Balneário Ilhas, no município de Araranguá/SC. Essa comunidade apresenta as características ideais para o estudo de caso da pesquisa, por ser pequena, formada por poucos moradores fixos, podendo ser caracterizada como uma comunidade tradicional, a qual teve sua origem na pesca artesanal. Os dados da pesquisa foram obtidos de forma primária, através de questionários. As informações foram utilizadas para a criação do Índice de Sustentabilidade Ambiental, Socioeconômica e Elétrica. A partir da média aritmética dos três índices é possível obter o Índice de Sustentabilidade Geral. Os resultados obtidos demonstram que há um equilíbrio nas questões ambientais da comunidade, principalmente relacionados às questões de saneamento, como abastecimento de água tratada, sistemas individuais de tratamento de esgoto e coleta regular de resíduos sólidos, porém ainda distante de um sistema ideal. Os indicadores sociais, no entanto, foram os que apresentaram pior índice, pesando sobre a comunidade a falta de desenvolvimento econômico local, reforçado por uma série de outros fatores que justificam uma baixa sustentabilidade para este indicador. Foi constatado que a energia elétrica fornecida não atende de maneira satisfatória a comunidade, favoreceu a percepção inicial de que o desenvolvimento de uma proposta de sistema de geração distribuída de energia solar fotovoltaica, elevaria o índice de sustentabilidade elétrica e conseqüentemente o índice de sustentabilidade geral. A metodologia proposta se mostrou eficiente, retratando de forma adequada as reais características da comunidade de Balneário Ilhas, para os indicadores de sustentabilidades propostos.

Palavras chave: Desenvolvimento sustentável. Indicadores de sustentabilidade. Energia renovável.

ABSTRACT

The challenges for sustainable action should be evaluated initially in specific locations or in small regions where objectives can be better assessed and measures to achieve them more effectively. It was based on this premise, that the present research sought the development of a methodological proposal in which it was possible to make a diagnosis, taking as a basis the three pillars of sustainable development. Following the Sustainable Development Objectives - ODS 7, the diagnosis of the local electric distribution system was inserted in the methodology. Thus, the methodology developed was applied in the locality of Balneário Ilhas, in the municipality of Araranguá / SC. This community presents the ideal characteristics for the case study of the research, because it is small, formed by few fixed dwellers, and can be characterized as a traditional community, which had its origin in artisanal fishing. The research data were obtained in a primary form, through questionnaires. The information was used to create the Environmental, Socioeconomic and Electric Sustainability Index. From the arithmetic mean of the three indices, it is possible to obtain the General Sustainability Index. The results show that there is a balance in the environmental issues of the community, mainly related to sanitation issues such as treated water supply, individual sewage treatment systems and regular solid waste collection, but still far from an ideal system. Social indicators, however, were those that presented the worst index, weighing on the community the lack of local economic development, reinforced by a series of other factors that justify a low sustainability for this indicator. It was verified that the electricity supplied does not satisfactorily respond to the community, favoring the initial perception that the development of a proposal for a distributed solar photovoltaic energy generation system would raise the electric sustainability index and consequently the general sustainability index. The proposed methodology proved to be efficient, adequately portraying the real characteristics of the community of Balneário Ilhas, for the proposed sustainability indicators.

Keywords: Sustainable development. Sustainability indicators. Renewable energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da comunidade de Balneário Ilhas.	14
Figura 2 – Os três eixos da sustentabilidade	19
Figura 3 – Crescimento na potência nacional e adições anuais na potência de energia solar fotovoltaica.	24
Figura 4 – Oferta de energia no Brasil em 2015-2024, Não renováveis (59,3%), Renováveis (39,4%).	25
Figura 5 – Oferta de energia elétrica em 2027.	25
Figura 6 – Consumo em kWh por setor do município de Araranguá.	27
Figura 7 – Número de micro e minigeradores por estado em 2017.	29
Figura 8 – Pirâmide de Bellen.	32
Figura 9 – Fluxograma da metodologia para o desenvolvimento da pesquisa.	34
Figura 10 – Fluxograma de metodologia para o desenvolvimento da pesquisa.	35
Figura 11 – Cartado município de Araranguá.	36
Figura 12 – Fluxograma da metodologia para o diagnóstico socioeconômico.	41
Figura 13 – Fluxograma da metodologia para o diagnóstico do fornecimento de energia elétrica.	46
Figura 14 – Analisador de Energia Powernet P600.	52
Figura 15 – Fluxograma de metodologia para a avaliação do Índice de Sustentabilidade Geral - ISG.	53
Figura 16 – Delimitação geográfica da comunidade de Balneário Ilhas.	57
Figura 17 – Delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APP.	58
Figura 18 – Construções, caracterizando áreas de ocupação irregular.	59
Figura 19 – Resultados obtidos pelo analisador de qualidade.	65
Figura 20 – Consumo mensal de uma residência localizada na comunidade de bal. Ilhas.	68
Figura 21 – Características gerais do sistema simulado para a residência analisada na comunidade de balneário Ilhas.	70
Figura 22 – Relação consumo/geração (kWh).	71
Figura 23 – Relação entre o que é pago e o que seria pago (em kWh).	71
Figura 24 – Relação de valores pagos (em R\$) atualmente e caso fosse implantado o sistema de GD.	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Variáveis para o índice de ocupação de áreas irregulares.....	37
Quadro 2 – Variáveis para o índice de Coleta de Resíduos - CR.....	37
Quadro 3 – Variáveis para o índice Sistema de tratamento de esgotamento sanitário – STES.....	38
Quadro 4 – Variáveis para o índice Abastecimento de Água – AA.....	39
Quadro 5 – Variáveis para o índice Uso dos Recursos Naturais - URN.....	40
Quadro 6 – Variáveis para o índice Número de moradores por Residência - NMR. .	42
Quadro 7 – Variáveis para o índice Número de moradores que trabalham por residência - NMTR.	43
Quadro 8 – Variáveis para o indicador Fonte de Renda - FR.	44
Quadro 9 – Variáveis para o índice Renda - RD.	45
Quadro 10 – Variáveis para o índice Atendimento das necessidades de energia elétrica - ANEE.....	47
Quadro 11 – Variáveis para frequência no interrupção do fornecimento.	48
Quadro 12 – Variáveis para o índice Falhas no fornecimento de energia elétrica. ...	49
Quadro 13 – Variáveis para o índice Sistemas complementares de energia - SCTB.	50
Quadro 14 – Número de residências localizadas na comunidade de Balneário Ilhas.	59
Quadro 15 – Resultados obtidos para o Índice de Sustentabilidade Ambiental.	60
Quadro 16 – Resultados alcançados para o Índice de Sustentabilidade Social (ISS).	61
Quadro 17 – Resultados alcançados para o Índice de Sustentabilidade Elétrica (ISE).	62
Quadro 18 – Valor obtido para o Índice de Sustentabilidade Geral – ISA.....	66
Quadro 19 – Irradiação média mensal (em kWh).....	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	PERGUNTA DE PESQUISA.....	16
1.2	OBJETIVO GERAL	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	18
2.2	INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO	31
3	METODOLOGIA	34
3.1	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	35
3.1.1	Índice de Ocupação Irregular	36
3.1.2	Sistema de Coleta de Resíduos Sólidos	37
3.1.3	Sistema de tratamento de esgoto sanitário	38
3.1.4	Abastecimento de água	38
3.1.5	Uso de recursos naturais	39
3.2	DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO	41
3.2.1	Número de moradores por Residência	42
3.2.2	Número de moradores com renda por residência	43
3.2.3	Fonte de Renda	44
3.2.4	Renda	45
3.3	SISTEMA ELÉTRICO	46
3.3.1	Diagnóstico do fornecimento de energia elétrica	46
3.3.2	Atendimento das necessidades de energia elétrica	47
3.3.3	Frequência na Interrupção do fornecimento	48
3.3.4	Efeito das Falhas no fornecimento de energia elétrica	49
3.3.5	Sistemas complementares de energia elétrica	50
3.4	ANALISADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA.....	51
3.4.1	Qualidade de energia elétrica	51
3.4.2	Análise dos dados	52
3.4.3	Comparativo entre dados técnicos e questionário (Sistema elétrico)	52
3.5	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE GERAL	53
3.6	PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA.....	54

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
4.1	SUFICIÊNCIA AMOSTRAL	56
4.2	INDICADORES AMBIENTAIS	57
4.3	INDICADORES DO MEIO SOCIAL	61
4.4	INDICADORES DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	62
4.4.1	Análise dos dados técnicos	64
4.5	ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE GERAL	66
4.6	PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTOVOLTAICA	67
4.6.1	Média mensal de energia elétrica consumida	68
4.6.2	Valores de irradiação	68
4.6.3	Características do sistema a ser implantado	69
4.6.4	Economia de energia	71
4.7	REAVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
	REFERÊNCIAS	78
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	83

1 INTRODUÇÃO

O estudo do meio ambiente ganhou força nas últimas décadas, muito em razão da devastação causada pelo homem, que toma proporções nunca vistas. Desta forma, a humanidade passou a buscar maneiras de conciliar a necessidade de expansão socioeconômica, com a manutenção de um meio ambiente equilibrado para a presente e as futuras gerações (MORAES, 2013).

Foi neste sentido que em 1972, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo na Suécia, na qual, foram discutidos temas vinculados ao desenvolvimento e o meio ambiente. No entendimento de Lago (2013, p. 28), “a Conferência de Estocolmo constituiu uma etapa histórica para a evolução no tratamento das questões ligadas ao ambiente no plano internacional e também no âmbito interno de grande número de países”. A partir da conferência foi estabelecido o conceito de Desenvolvimento Sustentável, como sendo, o uso equilibrado dos recursos naturais, voltado para a melhoria da qualidade de vida da presente geração, garantindo as mesmas possibilidades para as gerações futuras. O mais utilizado e difundido ainda na atualidade

De acordo com Leite (2017, p. 11), uma vez esclarecido o conceito de sustentabilidade e suas aplicações a respeito do processo de desenvolvimento, se faz necessário a busca por sua dimensão, quanto a um aspecto a ser quantificado. Boff (2015, p. 109), afirma que é possível mensurar o desenvolvimento sustentável, e uma das formas mais eficientes e tradicionais para esta avaliação é a utilização de indicadores.

Os indicadores de sustentabilidade podem ser utilizados como ferramentas que possibilitam subsidiar o monitoramento da operacionalização do desenvolvimento sustentável, onde a função principal é a revelação de informações sobre o estado das diversas dimensões ambientais, econômicas, socioeconômicas, que compõem o desenvolvimento sustentável do sistema no qual está inserido a sociedade (CARVALHO et al., 2011).

A questão energética, por exemplo, pode estar diretamente relacionada ao desenvolvimento sustentável, bem como há uma coerência em utilizá-la como uma variável no âmbito de indicadores, onde possa ser atrelado o acesso a uma energia de qualidade, baixo custo e confiável a uma melhoria significativa dos índices de

desenvolvimento.

No Brasil, segundo Moraes, Santos e Baldissera (2013), um dos caminhos encontrados para promover o desenvolvimento sustentável consiste justamente em explorar as potencialidades das fontes renováveis de energia, o que abre espaço no mercado para ideias como a da geração distribuída de energia elétrica.

A utilização de energia é essencial para o desenvolvimento da sociedade, pois ela é fundamental para a execução de muitas atividades no cotidiano. O uso de energia é inevitável para o desenvolvimento econômico e social, interferindo diretamente na qualidade de vida (LUCENA; OLIVEIRA; BEZERRA, 2015).

O uso da energia elétrica é um fator indispensável para a população, principalmente quando se discute as necessidades básicas dos seres humanos, sendo que o crescente aumento no uso energético vem acarretando a necessidade de maior oferta de fontes de energias para que se possa atender a demanda.

Diante deste contexto, o objetivo geral deste trabalho é o estabelecimento de uma metodologia composta por indicadores que permitam elaborar índices capazes de mensurar a sustentabilidade dos pilares ambiental, social e econômica, aliada a questão do fornecimento de energia elétrica às comunidades tradicionais. Com a obtenção dos dados foi possível fazer uma análise de quais melhorias nas questões energéticas poderiam ser aplicadas a comunidade e que poderiam resultar em um incremento no índice geral de sustentabilidade local de Balneário Ilhas, município de Araranguá.

A localidade de Balneário Ilhas está situada à margem esquerda do rio Araranguá e é parte integrante do Distrito de Hercílio Luz, situado no município que atribui nome ao rio. A figura 1 traz a localização da comunidade de Balneário Ilhas.

Figura 1 – Localização da comunidade de Balneário Ilhas.



Fonte: (CRISTIANO et al., 2018).

A pequena comunidade foi inicialmente formada por famílias que chegaram a região para desenvolver a atividade da pesca, incentivados pela grande disponibilidade de pescados e por apresentar uma localização privilegiada, estando inserida em um dos principais estuários do sul do país. Balneário Ilhas apresenta características comuns a muitas outras pequenas comunidades tradicionais distribuídas ao longo da faixa litorânea do Estado de Santa Catarina. Cabe ressaltar a importância dada pela Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, através do Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. O qual define Povos e Comunidades Tradicionais, como grupos culturalmente diferenciados, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição.

As belezas naturais de Balneário Ilhas atraem grande número de visitantes, o que faz com que ocorra uma grande pressão físico territorial. O uso dos recursos naturais locais como forma de subsistência tem dado lugar a uma crescente demanda exploratória por turismo. Este novo modelo de ocupação não vem sendo realizado de maneira adequada. A ausência do poder público tem causado grandes transtornos para a comunidade, incluindo falta de manutenção de estradas, abastecimento irregular de água, falta de uma rede de coleta e tratamento de efluentes sanitários e

uma deficiente distribuição de energia elétrica. A soma destes fatores faz com que quem visita Balneário Ilhas, tenha a impressão de que a comunidade parou no tempo, apesar do grande potencial turístico da região.

A comunidade de Balneário Ilhas possui uma população fixa de aproximadamente 270 pessoas, boa parte composta por aposentados, comerciantes locais e pescadores. Foi o núcleo de pesca que deu origem a localidade e que ainda apresenta suas características tradicionais. Uma pequena vila, situada distante da sede do município de Araranguá, onde o acesso é feito por grande parte em estradas de terra. A vila abriga casas simples e possui pouca infraestrutura, o que fica ainda mais evidentes durante os meses de verão, onde a população chega 4.500 pessoas, e dividem com os moradores fixos todos os recursos disponíveis. A demanda por moradias faz surgir uma pressão no uso do solo, que muitas vezes acabam se sobrepondo à Áreas de Preservação Permanente, causando impactos ambientais significativos a comunidade. A necessidade de abastecimento de água muitas vezes direciona ao uso de poços irregulares ou ligações clandestinas na rede pública de fornecimento. A deposição de efluentes domésticos nem sempre é feita de maneira adequada e com frequência resíduos sólidos são depositados em locais inadequados.

O aumento considerável no número de habitantes nos meses de verão não traz apenas impactos negativos, há um grande incremento na economia local, muitos dos pequenos comércios abrem apenas nos meses de alta temporada. Ao final do verão esse grande volume de pessoas volta para suas casas, deixando um grande vácuo na questão socioeconômica local. A falta de circulação de moeda na localidade nos meses subsequentes pode explicar os processos de evasão também de moradores fixos, que deixam a comunidade em busca de uma fonte de renda perene. Talvez este fator também possa levar a uma constatação de que a população de Balneário Ilhas está ficando mais idosa e dependendo, cada vez mais de aposentadoria como fonte de renda.

Além dos fatores sociais mencionados, a comunidade de ilhas está inserida em uma Área de Proteção Ambiental da Costa de Araranguá, criada pelo Município de Araranguá, através do Decreto Nº 7828 (ARARANGUÁ, 2016), o que remete a importância ecológica e ao capital ambiental da região. Outro ponto a ser abordado é a questão do fornecimento de energia elétrica a comunidade. Há evidências e relatos de moradores, de que a energia fornecida atualmente não atende a comunidade de

maneira satisfatória. Seja devido as constantes falhas e interrupções no fornecimento ou ainda pelo alto custo que a mesma representa para os moradores e comerciantes da localidade.

Há evidências qualitativas e quantitativas de que a comunidade de Balneário Ilhas não esteja se desenvolvendo de forma sustentável. Desta forma a pesquisa propõe uma metodologia de análise quali-quantitativa, que possa ser representado em números os levantamentos que deram origem aos diagnósticos ambientais, socioeconômico e elétrico. A incorporação do diagnóstico elétrico na pesquisa representa uma relevante contribuição metodológica. Pois não foi observado na literatura, a utilização de indicadores elétricos atrelados aos pilares do desenvolvimento sustentável, tão pouco, como forma de atribuição de valores que pudessem quantificar níveis de sustentabilidade e que possam indicar novos caminhos a serem seguidos na busca de uma melhor qualidade de vida, através da elevação dos índices de sustentabilidade desenvolvidos para a avaliação da comunidade.

1.1 PERGUNTA DE PESQUISA

A melhoria na qualidade de energia elétrica fornecida, seria suficiente para elevar os níveis de sustentabilidade da comunidade de Balneário Ilhas?

1.2 OBJETIVO GERAL

Criar e aplicar uma metodologia composta por variáveis que envolvam os pilares do desenvolvimento sustentável, que permitam estabelecer índices capazes de mensurar a sustentabilidade nas esferas ambiental, socioeconômica, aliada a questão do fornecimento de energia elétrica às comunidades tradicionais.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar os Índices de Sustentabilidade ambiental, socioeconômica, elétrica e Geral da comunidade;
- Verificar se a disponibilidade de energia elétrica atende as necessidades da comunidade;

- Propor um sistema de geração distribuída que possa promover a eficiência energética e o desenvolvimento sustentável da comunidade;
- Avaliar se o sistema de geração distribuída proposto elevaria os índices de sustentabilidade da comunidade de Balneário Ilhas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O termo “desenvolvimento sustentável” teve sua origem a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre as alterações climáticas, como uma resposta, perante a crise social e ambiental pela qual o mundo passava a partir da segunda metade do século XX. Na Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), também conhecida como Relatório de Brundtland, no processo preparatório a Conferência das Nações Unidas – “Rio 92”, na qual foi desenvolvido um relatório que ficou conhecido como “Nosso Futuro Comum” (BARBOSA, 2008, p.1). O relatório apresenta a definição mais aceita acerca do conceito: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades.

O conceito de desenvolvimento sustentável, embora bastante difundido, ainda é muito sucinto no panorama mundial. Muitos autores, apesar de concordarem com o conceito inicial inserem novos atributos e direcionam o conceito de forma mais ampla e abrangente.

Para Goldenberg, Giancesella e Corrêa (2010, p. 51), é comum associar o conceito de sustentabilidade ao Relatório Brundtland. No entanto cabe ressaltar que suas origens são um pouco mais antigas, mais especificamente, essa ideia começou a ser utilizada nas áreas de engenharia e pesca, para definir o quanto seria possível retirar de um sistema pesqueiro e florestal sem afetar suas condições de reprodução. Também, não é verdadeiro afirmar que a questão ambiental teve sua origem nos anos setenta, com a institucionalização do movimento ambientalista. Há evidências de que questionamentos sobre a relação, sociedade e natureza começaram a ser levantados no início do século XX, justamente durante a expansão industrial e o aumento da poluição e conseqüentemente a degradação ambiental.

Ainda segundo Goldenberg, Giancesella e Corrêa (2010), a ideia de sustentabilidade surgiu na primeira conferência mundial sobre o meio ambiente realizada em Estocolmo em 1972, na qual foi proposto o termo ecodesenvolvimento. Nessa época já se iniciou a preocupação com a produção de bens e consumo para

satisfazer as necessidades da população humana em constante crescimento sem exaurir os recursos naturais finitos e com o menor impacto sobre o meio ambiente.

Para Renn, Goble e Kastenholz, (1998apud CAMARGO, 2002), o termo desenvolvimento sustentável é uma combinação hipotética de duas palavras que unem ambos os aspectos: progresso econômico e qualidade ambiental, em uma só visão.

De acordo com Barbosa (2008, p. 4), “o desenvolvimento sustentável deve estar relacionado ao desenvolvimento social, econômico e da preservação ambiental” e estar interligado com os temas demonstrados na figura 2.



Fonte: (BARBOSA, 2008, p. 5).

O conceito de desenvolvimento sustentável tem se tornado muito amplo, o que dificulta seu entendimento e aplicação, tornando a busca ou os caminhos para atingi-lo ainda mais complexos. Acredita-se que uma subdivisão ou incorporando a temas distintos, como por exemplo, agricultura, mineração e energia, dentre outros, seria mais adequado tornando sua interpretação um pouco mais clara e de melhor compreensão.

Para Stoffel e Colognese (2015, p. 20), o termo Desenvolvimento Sustentável vem se impondo como um desafio, a medida em que se torna um requisito obrigatório nos debates acerca do desenvolvimento. Foi na década de 1970 que se difundiram os primeiros questionamentos acerca da capacidade de o Planeta Terra subsidiar os recursos naturais necessários para a manutenção do crescimento econômico. Desde então vem se estabelecendo interações entre economia e meio ambiente, que tendem

a ser geridas de forma adequada, atendendo as necessidades presentes sem que possa pôr em risco as futuras gerações.

Para Veiga (2008), estamos na presença de uma co-evolução entre dois sistemas que estão interligados por escala sociais distintas. A sustentabilidade no tempo das civilizações humanas vai ser dependente da capacidade de se submeter aos preceitos da prudência ecológica e de fazer uso adequado dos recursos naturais.

O mundo atual, apesar do reconhecimento da importância da concepção de desenvolvimento sustentável, caminha concretamente por rumos que desafiam qualquer noção de sustentabilidade (CAMARGO, 2003). Mesmo com as definições de incertezas que afloram sobre a possibilidade de um desenvolvimento sustentável utópico, há pesquisadores que defendem a ideia de que é possível alcançá-lo.

Segundo Calgaro (2005), acredita-se que apesar da complexidade das questões envolvidas, o alcance do desenvolvimento só é possível se conseguirmos o equilíbrio sobre as relações diversas entre dimensões sociais, ambientais e econômicas, “como uma maneira de equilíbrio entre o meio ambiente, a tecnologia e o progresso, atendendo as necessidades presentes e garantindo uma vida melhor para as gerações futuras, onde as mesmas possam usufruir de um planeta mais harmônico e equilibrado” (CALGARO, 2005, p. 5).

Há uma infinidade de definições acerca do desenvolvimento sustentável, no entanto o termo não está completamente compreendido, sob a forma na qual se pode atingi-lo em sua plenitude. Desta forma dentre as incógnitas referentes à suas definições, incertezas de que se é possível ou não e como atingi-lo, surge mais outra questão, que torna a temática ainda mais complexa. Como mensurar e estabelecer níveis de sustentabilidade?

De acordo com Ribeiro (2000 apud ALBUQUERQUE NETO et al., 2008, p. 3), para que o debate sobre sustentabilidade seja melhor direcionado é necessário que se saia do plano teórico. Para que isso seja possível torna-se necessário pensar uma maneira de quantificar a sustentabilidade. A identificação da informação relevante, capaz de potencialmente esclarecer a existência de quaisquer processos não sustentáveis de desenvolvimento na relação entre sociedade e meio ambiente. É algo somente possível para uma sociedade, se ela dispuser de instrumentos técnico-científicos e políticos construídos com essa finalidade.

Segundo Benetti (2006), ao se pensar o desenvolvimento de forma

sustentável, é preciso ter em mente a necessidade de um acompanhamento simultâneo, também a ser estabelecido, que possibilite percepções a curto, médio e longo prazos.

As necessidades de desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade encontram-se nos capítulos 8 e 40 da Agenda 21 Global. O capítulo 8 orienta expressamente que os “países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação do avanço para o desenvolvimento sustentável adotando indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental” Já o capítulo 40 considera que:

No desenvolvimento sustentável, cada pessoa é usuário e provedor de informação, considerada em sentido amplo, o que inclui dados, informações e experiências e conhecimentos adequadamente apresentados. A necessidade de informação surge em todos os níveis, desde o de tomada de decisões superiores, nos planos nacional e internacional, ao comunitário e individual. (BRASIL, 2012, não paginado).

A utilização de indicadores para avaliar a dinâmica de um sistema complexo (ambiente, organização, território etc.) deve levar em conta os objetivos essenciais para os quais ele foi concebido. A priori, um indicador pode ter os objetivos de agregar dados que possam ser usados para a obtenção de um índice (EEA, 2004; HAMMOND et al, 1995; IISD, 1999; OECD, 1994; apud TURNES, 2004).

- a) Definir ou monitorar a sustentabilidade de uma realidade;
- b) Facilitar o processo de tomada de decisão;
- c) Evidenciar em tempo hábil modificação significativa em um dado sistema;
- d) Caracterizar uma realidade, permitindo a regulação de sistemas integrados;
- e) Estabelecer restrições em função da determinação de padrões;
- f) Sistematizar as informações, simplificando a interpretação de fenômenos complexos;
- g) Ajudar a identificar tendências e ações relevantes, bem como avaliar o progresso em direção a um objetivo;
- h) Prever o status do sistema, alertando para possíveis condições de risco;
- i) Detectar distúrbios que exijam o replanejamento; e,
- j) Medir o progresso em direção à sustentabilidade.

Todos esses objetivos tendem a potencializar as ações que buscam o aumento do protagonismo dos atores locais, isto é, podendo contribuir para a melhoria do nível de percepção social em meio a realidade local e oferecer informações que

possam nortear a tomada de decisão que permitindo uma avaliação periódica de todo o processo de desenvolvimento (BENETTI, 2006, p. 51).

Para Hammond (et al., 1995 apud BENETTI, 2006, p. 52), os indicadores possuem a capacidade de fornecer informações simplificadas, e pode se tornar mais compreensível que os complexos métodos estatísticos, além de proporcionar um modelo mais próximo da realidade.

A grande maioria das propostas metodológicas utilizadas para mensurar o desenvolvimento sustentável, dispões de uma abordagem genérica, desta forma pode-se concluir que as mesmas podem ser utilizadas nos mais diversos ramos e setores, podendo ser adaptadas aos objetivos propostos. É comum a utilização de parâmetros ambientais, sociais e econômicos como base de avaliação de níveis de sustentabilidade. No entanto, outros fatores podem ser incorporados. A questão energética é um exemplo. Ela pode ser inserida neste contexto uma vez que o termo desenvolvimento sustentável também está ligado a energias renováveis e eficiência energética. Desta forma é coerente sua utilização como indicador de índices sustentabilidade.

Segundo Goldenberg (2010), está cada vez mais claro que os atuais hábitos da humanidade em relação à energia devem mudar para reduzir riscos significativos de saúde pública, evitar pressões sobre sistemas naturais fundamentais e, em especial, gerenciar os riscos substanciais causados pelas mudanças climáticas globais. Ao se promover subsídios para o desenvolvimento de alternativas energéticas, uma readequação às fontes renováveis de energia pode ser capaz de minimizar as especulações acerca da segurança energética.

Para Piera (2015, p. 4), o futuro da energia será o resultado de um confronto entre os fatos da natureza, princípios políticos e programas, somados à evolução da tecnologia e da sociedade. Os avanços tecnológicos podem ser fundamentais para definir o futuro, porém, dadas as diferentes características geográfica, econômica, pessoal, legal, local, territorial e ambiental.

Lucon e Goldemberg (2009) apontam que as energias renováveis não são e não devem ser consideradas "alternativas", mas sim prioritárias. Com a Agenda 2030 foram criados 17 objetivos para alcançar o Desenvolvimento Sustentável, dentre este, podemos destacar o objetivo 7 que propõe: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos.

De acordo com a Nações Unidas Brasil (2018, não paginado), no item:

7.1, Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia; 7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global; 7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética.

E ainda:

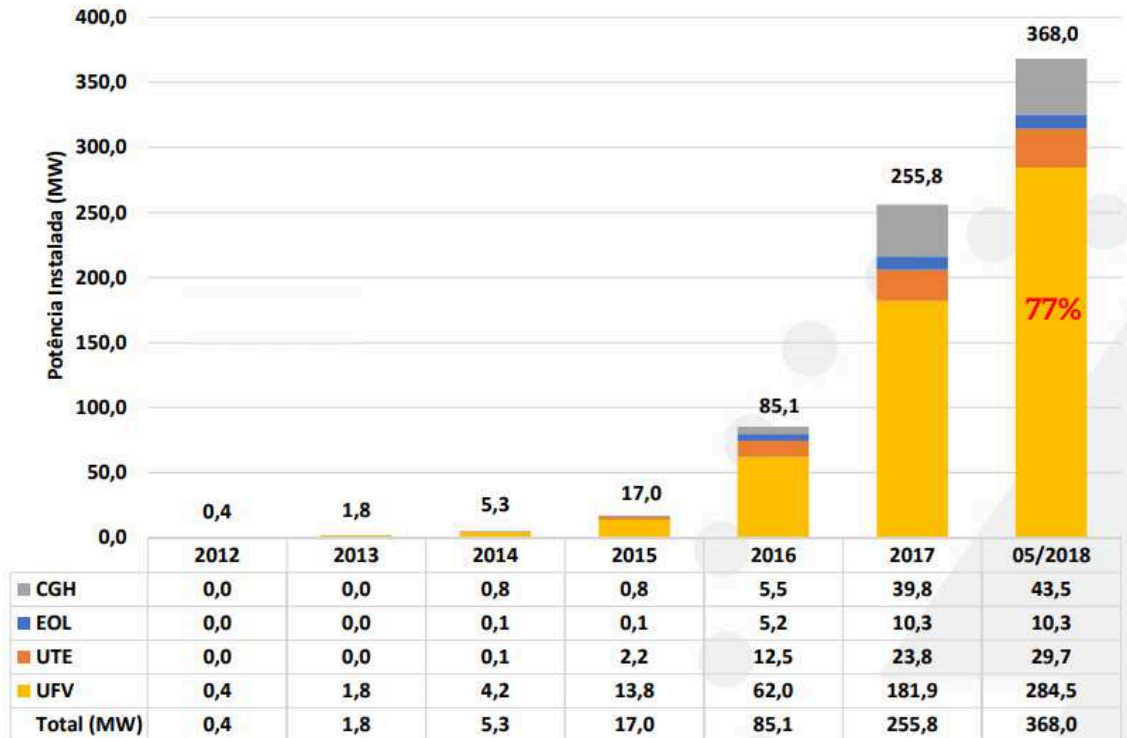
7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa; 7.b Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento [...]. (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2018, não paginado)

De acordo com a Agência Internacional de Energias (2017), ao longo de 2016, as energias renováveis tem alcançado altos níveis de penetração em vários países: por exemplo, a energia eólica reuniu 37,6% da eletricidade na Dinamarca, 27% na Irlanda, 24% em Portugal, 19,7% em Chipre e 10,5% na Costa Rica; e a energia solar fotovoltaica representou 9,8% da eletricidade em Honduras, 7,3% na Itália, 7,2% na Grécia e 6,4% na Alemanha. Os níveis de penetração mais elevados de energia renovável foram recebidos com cortes em alguns países, especialmente na China. No entanto, para períodos curtos, alguns países e regiões conseguiram integrar níveis muito altos de energia renovável como matriz energética, por exemplo, na Dinamarca (140%) e da Escócia (106%).

O crescimento contínuo e a expansão geográfica da energia renovável foram impulsionados pelo contínuo declínio nos preços de tecnologias (em particular, para a energia solar fotovoltaica e eólica), pelo aumento da demanda de energia em alguns países e por mecanismos de apoio às energias renováveis direcionados.

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar (2018), em 2017, a adição de potência de energia renováveis alcançou 368 MW, com destaque para a energia solar fotovoltaica, com um acréscimo de 156 % com relação ao ano anterior. A produção de energia solar total a nível nacional foi de 284,5 MW. A evolução da geração de energias renováveis por fontes no Brasil, podem ser melhor visualizadas na figura 3.

Figura 3– Crescimento na potência nacional e adições anuais na potência de energia solar fotovoltaica.



Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA, 2018).

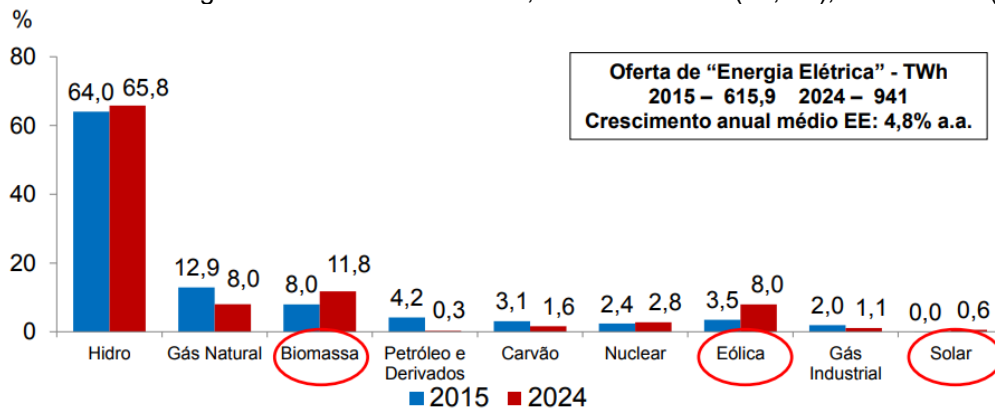
A tendência do crescimento destacado para a energia solar se deve ao avanço tecnológico e a inserção de algumas políticas públicas que favorecem o desenvolvimento do setor. O Brasil se destaca no meio internacional por ter como base em sua matriz energética fontes renováveis de geração de elétrica, composta principalmente por hidroelétricas e usinas de biomassa. Fontes eólicas vem se destacando nos últimos anos, principalmente na região Nordeste do país. A inserção de fontes renováveis é de suma importância, garante a estabilidade energética e minimiza os impactos ambientais, substitui o uso de carvão mineral e gás natural, considerados altamente impactantes, desde seu processo de extração até sua dispersão após a queima. Além da fonte eólica os sistemas solares fotovoltaicos também estão em expansão, principalmente através de pequenas fontes geradoras, como residências por exemplo.

Segundo o Balanço Energético Nacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA 2018a, p. 16), O Brasil dispõe de uma matriz elétrica predominantemente renovável, onde se destaca a geração hidráulica que responde por 65,2% da oferta interna, seguida por biomassa, com 8,2%, eólica com participação de 6,8% e a solar fotovoltaica com 0,13%.

As fontes renováveis representam 80,0% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável.

Goldemberg (2015), afirma que a matriz energética brasileira, em contraste com a matriz energética mundial, tem uma participação muito significativa de energias renováveis e a projeção é otimista. A figura 4 traz a oferta de energias renováveis e não renováveis de 2015 e um possível panorama no ano de 2024.

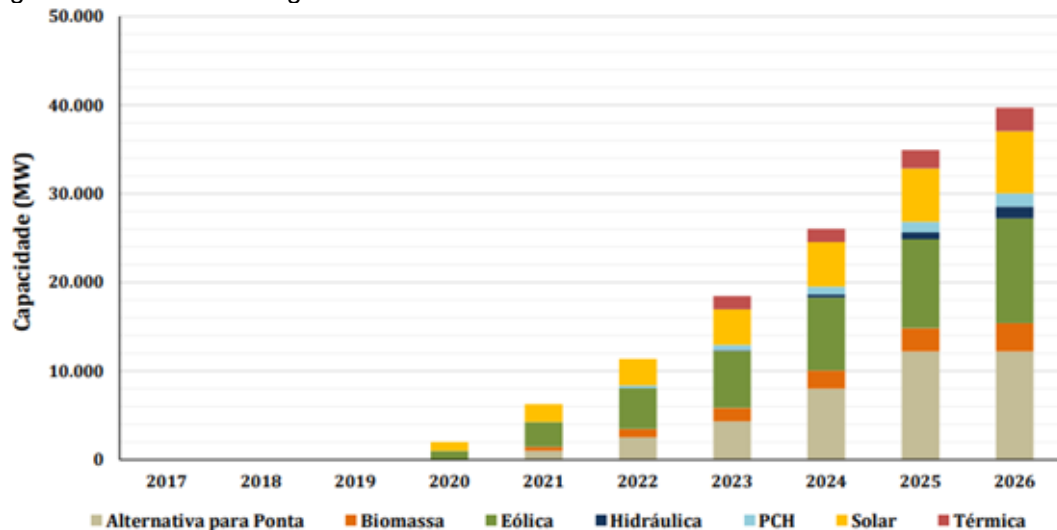
Figura 4 – Oferta de energia no Brasil em 2015-2024, Não renováveis (59,3%), Renováveis (39,4%).



Fonte: (CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA, 2016).

O Plano decenal de Expansão de Energia (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018b), traz uma visão ainda mais otimista com relação a inserção de fontes renováveis de energia, conforme pode-se observar na figura 5. Pode-se afirmar que este panorama positivo está diretamente ligado a inserção de micro e minigeradores conectados à rede através do conceito de geração distribuída.

Figura 5 – Oferta de energia elétrica em 2027.



Fonte: (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018b).

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018b) projeta que a oferta de energia elétrica a partir de fontes renováveis alcançará 88% ao final de seu panorama, sobretudo em função do aumento de geração a partir das energias eólica, solar e biomassa.

No horizonte decenal, existe um grande potencial de oferta de energia proveniente de fontes renováveis que, neste relatório, são apresentadas em dois grupos: as usinas hidrelétricas (UHE) e as outras fontes renováveis, destacadamente as PCH, usinas eólicas, térmicas a biomassa e solar. Essas fontes poderão contribuir para manter a elevada participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018b).

Segundo o Plano Decenal de Energia 2016 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2007), a potência instalada no Brasil em 2015 foi de 150,4 GW de capacidade de geração, sendo que Santa Catarina aparece com 3,87% desta capacidade, ou seja, com 5,45 GW. Este valor, apesar de baixo, pode ser considerado significativo.

Percebe-se que a matriz energética Catarinense é fundamentada em energia proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's, representada por 76 %, e uma parcela significativa de energia térmica, 19,6%. Outras fontes também estão inseridas em menor quantidade, como eólica 4,3% e solar 0,1%. Para o Estado de Santa Catarina o incremento de energia renovável, comparando ao ano de 2015, houve um aumento de apenas 17 MW, o que significa um acréscimo de somente 0,31%, estes dados refletem o baixo investimento no setor de geração elétrica no Estado.

De acordo com PDE 2016 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017), em 2016 participação das fontes Renováveis na geração de energia elétrica foi predominante renovável, tanto no Brasil quanto em Santa Catarina com 80% e 85% da geração total respectivamente. Em Santa Catarina a participação hídrica dentre as renováveis foi ainda maior com 95,75%, seguida da biomassa com 2,96%, eólica com 1,17% e solar/outras também com menos de 1%.

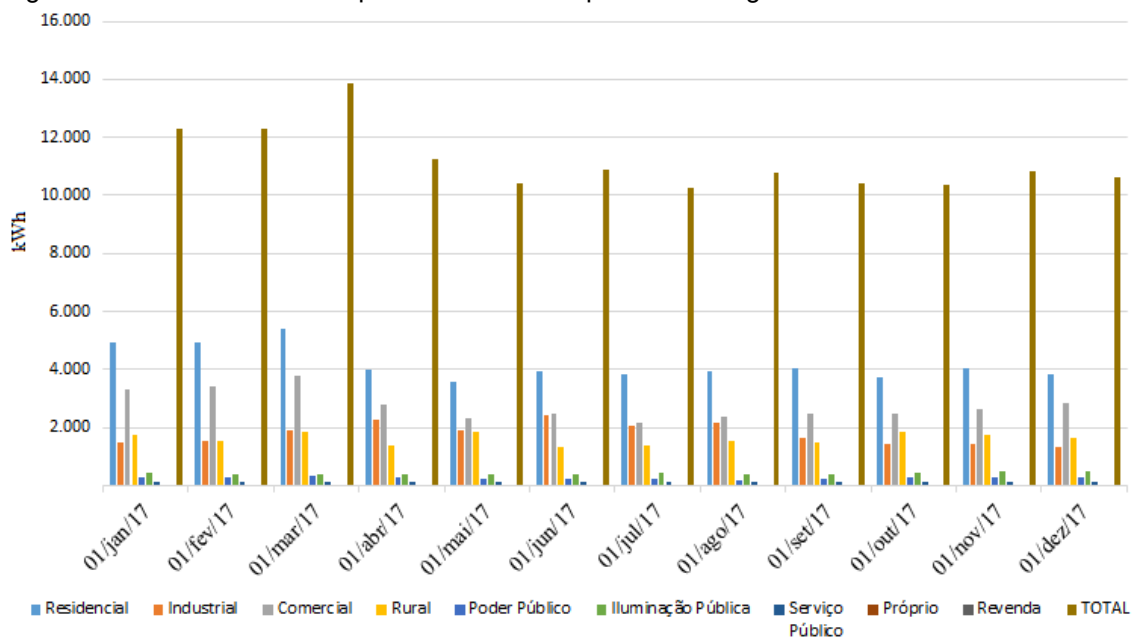
De acordo com o PDE 2026 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017b), grande parte da demanda futura de energia elétrica será suprida por fontes de energias renováveis. A expectativa de oferta de energia elétrica a partir de fontes renováveis, alcancem o patamar de até 90% da matriz elétrica em 2026,

principalmente com o aumento de geração das fontes eólica, solar e biomassa. Isso garantiria que o Brasil possa cumprir os acordos internacionais firmados para a mitigação dos efeitos adversos das mudanças climáticas, mantendo elevadas a participação na matriz das fontes de energia renovável como principal estratégia para que as emissões da produção e uso de energia de combustíveis fósseis continuem baixos. O Estado de Santa Catarina se destaca neste contexto, pois já apresenta número próximo desta meta do PDE 2016 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2007) com 85% de geração de fontes renováveis, com base em fontes hídrica, eólica, solar e biomassa.

Quanto ao consumo de energia elétrica se destaca a região norte de Santa Catarina, caracterizada pelo avanço no setor industrial. Seguido, pela região Sul, onde apesar de também existir uma concentração de indústrias, o setor residencial é o que mais consome energia elétrica.

Segundo dados das Centrais Elétricas de Santa Catarina (2019), o município de Araranguá, possui uma grande demanda de energia elétrica se relacionado com seu número de habitantes. Os principais consumidores são os setores residencial, comercial e industrial, respectivamente. Uma melhor visualização dos consumidores de Araranguá pode ser visualizada na figura 6.

Figura 6 – Consumo em kWh por setor do município de Araranguá.



Fonte: (CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA, 2019).

A demanda energética para suprir as necessidades residenciais gira em torno de 4.000 kWh/mês, considerada alta na proporcionalidade ao número de habitantes. Isso faz com que uma avaliação da qualidade de energia fornecida a uma comunidade do município de Araranguá, aliada a uma proposta de geração distribuída que vise melhorias ao sistema elétrico municipal, seja ainda mais adequada a realidade do município. Mesmo se tratando de uma proposta de ação local, acaba impactando de maneira mais ampla, diminuindo o consumo mensal de energia de fontes convencionais, pois ao inserir novas alternativas de fontes de energia elétrica de Geração Distribuída (GD), diminui-se o consumo de geração centralizada convencional geradora de impactos ambientais de grandes magnitudes.

Os grandes sistemas geradores de energia elétricas atuais, não podem contar com a proximidade dos grandes centros consumidores, sendo que a energia consumida é gerada a dezenas de quilômetros de distância. Este fato não apenas eleva os custos de transmissão, mas também é responsável por uma significativa perda. A alternativa aceita para solucionar este problema está associada ao conceito de Geração Distribuída - GD.

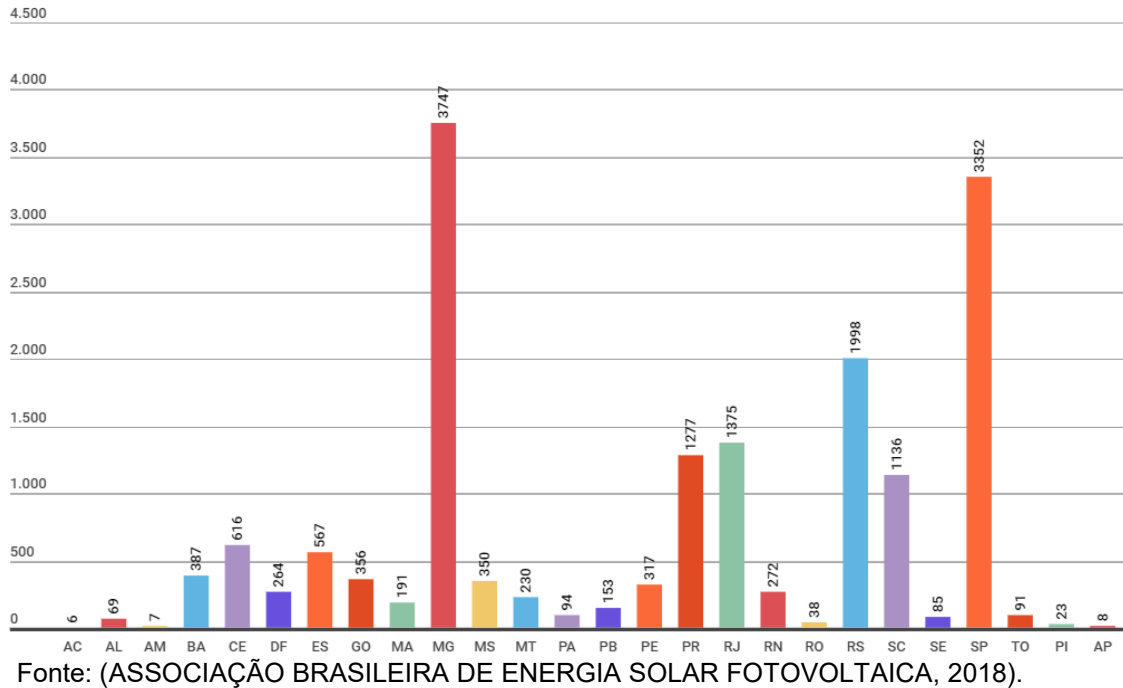
A geração distribuída pode ser definida como uma fonte de energia elétrica conectada diretamente à rede de distribuição ou situada no próprio consumidor. No Brasil, a definição de GD é feita a partir do Artigo 14º do Decreto Lei nº 5.163/2004, atualizada pelo decreto 786/2017, que considera geração distribuída toda produção de energia elétrica proveniente de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador.

Para o PDE 2026 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017b), a inclusão da análise mais detalhada sobre geração distribuída decorre da crescente importância que ela deverá desempenhar nos próximos anos. É fato, que o país tem caminhado na direção de incentivar a penetração da geração distribuída de pequeno porte, por exemplo, com as Resoluções Normativas nº 482/2012 e nº 687/2015 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; 2015), que, entre outras, estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia, além do sistema de compensação de energia elétrica.

Conforme apresentado na Figura 7, “o número de consumidores com micro

ou minigeração distribuída no final de 2016 é 4,4 vezes superior ao registrado no final de 2015, indicando um crescimento acentuado no último ano, mas ainda abaixo do potencial de expansão no país” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA, 2018, p. 2).

Figura 7 – Número de micro e minigeradores por estado em 2017.



As ações pelo lado do consumidor final de energia consideram tanto os ganhos de eficiência energética quanto a penetração de geração distribuída nestes consumidores finais. Juntas, tais alternativas contribuem com parcela importante do atendimento da demanda de energia no horizonte decenal e permitem reduzir a necessidade de expansão da geração centralizada no SIN.

Para Matos e Catalão (2013, p. 4), “a geração distribuída oferece uma série de vantagens que abrangem as mais diversas áreas”, facilitando “a produção de energias consideradas mais limpas, fruto da utilização de fontes renováveis de energia em muitas unidades de cogeração e pequena geração ao longo da rede elétrica”.

Para Barbosa e Azevedo (2014, p. 7), as vantagens da geração distribuída correlacionadas a sustentabilidade são:

- Redução das emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE;
- Minimização dos impactos ambientais, pela redução das necessidades de grandes instalações de geração de cargas e extensas linhas de transmissão;

- Diminuição do uso de fontes de energia não renováveis;
- Diminuição do desmatamento;
- Possibilidade de melhorar a eficiência energética;
- Uso adequado dos recursos renováveis.
- Incremento de energia na rede elétrica, melhorando sua qualidade e disponibilidade;
- Possibilidade de geração de energia elétrica com um custo menor que o cobrado pela distribuidora e;
- Incentivo a autoprodução e desenvolvimento do mercado, gerando empregos e movimentando a economia.

Ainda segundo Barbosa e Azevedo (2014, p. 7), os benefícios sociais da GD, nas questões sociais:

- A eletricidade gerada pela GD tem menor custo para o consumidor;
- Contribuição para o aumento do mix da geração, levando a um maior segurança do suprimento energético;
- Contribuição para o desenvolvimento local (social e econômico), devido ao uso de recursos próprios da região na qual está inserida a instalação elétrica.

Outros autores que tratam do tema não correlacionaram a GD com desvantagens ao meio social e ambiental. Porém destacaram que há impactos no que se refere as questões técnicas e econômicas.

A inserção de sistema de geração distribuída também pode trazer impactos negativos a rede, na medida em que ela possa estar sujeita a ser afetada pela qualidade e confiabilidade da energia gerada e também exigir gastos mais elevados para que seu funcionamento continue sendo executado de maneira correta, (CARVALHO, 2016.)

Para Shayani (2010), outro fator pode ser considerado negativo com relação a geração distribuída, é a modificação do fluxo de potência em redes radiais de distribuição. Os sistemas de distribuição foram anteriormente projetados pressupondo um fluxo de energia elétrica unidirecional, desde o sistema de energia até a carga. O aparecimento de flutuações ou de um fluxo de potência inverso na rede elétrica, causados pela adição de GD, pode influenciar o sistema de distribuição em termos de perdas de energia.

De maneira geral pode-se considerar as substanciais vantagens da utilização da GD e seus avanços tecnológicos, que tendem a difundir ainda mais seu emprego na matriz energética mundial, principalmente por estar relacionada a fontes de energias renováveis, o que diminui os impactos ambientais e eleva os fatores de desenvolvimento social. Trilhando, assim, o caminho que leva a um desenvolvimento mais sustentável.

2.2 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO

É cada vez mais importante a criação de métodos de mensuração que possam ser utilizados para uma análise sistemática de desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Diante desta perspectiva, a transformação de medidas em índices, podem fornecer informações mais coerentes sobre uma análise mais objetiva. Para a interpretação deste fenômeno, é necessário considerá-lo na sua multiplicidade de aspectos, procurando suas várias dimensões analíticas (SOLIGO, 2012, p. 14)

A sustentabilidade é algo que não pode ser obtido de maneira instantânea, “ela é um processo de mudança, de aperfeiçoamento frequente e de transformações estruturais que deve contar com a participação da população como um todo, e a consideração de todas as suas dimensões” (BENETTI, 2006, p. 36).

Uma das características essenciais dos indicadores para sua funcionalidade é a identidade numérica. Sem essa faceta quantitativa, os indicadores são mais subjetivos e podem perder, inclusive, sua aplicabilidade. A subjetividade contida em um indicador qualitativo pode conduzir a análise para o limbo do viés da percepção (PEREIRA; SAUER; FAGUNDES, 2015, p. 329).

É importante também lembrar que a construção de um indicador ou um Sistema de Indicadores para elaboração de diagnósticos propositivos em Políticas Públicas se dá a partir da explicitação do conceito de interesse programático que se quer investigar ou mensurar objetivamente (JANUZZI, 2009, p. 23).

Carvalho e Barcellos (2009) afirmam que a melhor maneira de introduzirmos o tema é pela abordagem da pirâmide de Bellen (2005). Na base, temos muitas informações nas quais podemos definir como dados primários, um segundo conjunto do qual vai virar estatística. Os indicadores são um subconjunto das estatísticas, e a agregação das informações nos fornece um ou mais índices, nos quais podem ser

entendidos como uma agregação de indicadores (CARVALHO; BARCELLOS, 2009, p. 3).

O topo da pirâmide corresponde ao grau máximo de agregação e a base da pirâmide representa os dados primários desagregados. Sua representação pode ser melhor compreendida ao analisar a figura 8.

Figura 8– Pirâmide de Bellen.



Fonte: (BELLEN, 2005, adaptado).

Para identificar um bom indicador, um dos caminhos é saber das propriedades desse indicador. A literatura apresenta várias propriedades desejáveis e todas são muito parecidas. Tendo definido o objetivo, o mesmo deve ser decomposto para verificar quais dimensões de análise formam sua base conceitual. É importante verificar quais são todas as dimensões possíveis para se compor o objetivo. E embora possa ser feita uma verificação de todas as dimensões, só devem prosseguir na construção do indicador aquelas que são relevantes para o alcance do objetivo, ou seja, aquelas que sejam essenciais detalhar (PEREIRA, SAUER e FAGUNDES, 2015, p.12).

Por fim, um bom indicador é aquele no qual é confiável, é útil e acessível. Um indicador precisa tratar de um tema relevante, ter base na teoria para que possa ser creditado e validado, ter uma boa cobertura estatística, ser sensível às mudanças e específico para o objeto que está sendo mensurado, ser de entendimento simples para o público especializado e para o público em geral, ser passível de atualização, ser desagregável em partes (CARVALHO; BARCELLOS, 2009, p. 5).

A construção de indicadores é a maneira mais adequada para uma avaliação de fatores preponderantes sobre a ótica do que se pretende determinar. O principal parâmetro para a construção de um indicador é qual o objetivo final que se deseja obter através dele. Diante desta informação é possível especificar quais dados podem

ser obtidos para que esses possam formar um conjunto de informações qualitativas que sejam passíveis de mensuração.

Martins, Ferraz e Costa (2006) trataram a sustentabilidade ambiental como uma nova dimensão do índice de desenvolvimento humano dos países, utilizando a metodologia de Pressão-Estado-Resposta e atribuindo valores e variáveis que compõem o índice de sustentabilidade Ambiental - ISA. Kemerich, Ritter e Borba (2014), descreveram os indicadores de sustentabilidade ambiental, incluindo métodos de aplicações. Rabelo e Lima (2007) destacam o uso de variáveis de saneamento básico, como indicadores de sustentabilidade ambiental.

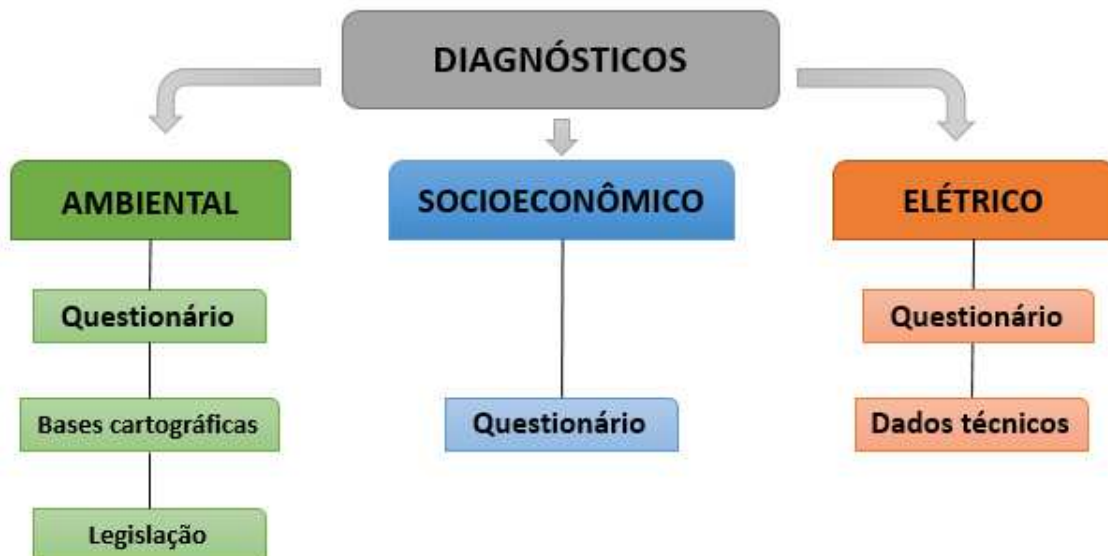
Um único indicador pode estar atrelado a diversas variáveis e uma composição de mais de um indicador nos fornecem índices que serão os pontos iniciais de tomada de decisão. É baseado nestes parâmetros que se estabeleceu a proposta metodológica para uma avaliação de sustentabilidade em uma localidade tradicional, onde seja possível aliar aos pilares de desenvolvimento sustentável a questão energética local.

3 METODOLOGIA

Buscou-se o desenvolvimento da metodologia que pudesse ser adequada as características da comunidade estudada, no qual é possível atribuir valores aos indicadores e suas variáveis. Desta forma os índices propostos para a avaliação de sustentabilidade local foram determinados a partir da verificação dos principais elementos que devem estar presentes, para que os requisitos de sustentabilidade sejam satisfeitos. A partir dessa verificação, procedeu-se à estruturação da metodologia, com base em questionários através de perguntas relacionadas aos aspectos ambientais, socioeconômicos e questões referentes ao fornecimento de energia elétrica.

As perguntas formuladas que compõem o questionário (apêndice A), foram distribuídas entre os três grupos mencionados que formarão a base para os diagnósticos. As etapas metodológicas podem ser melhor visualizadas na Figura 9.

Figura 9 – Fluxograma da metodologia para o desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram realizadas duas visitas na comunidade de Balneário Ilhas na qual buscou contato com as lideranças locais, como representante da Associação de Moradores de Balneário Ilhas e Colônia de pesca. O objetivo das visitas preliminares foi apresentar o pesquisador a comunidade e buscar identificar as principais necessidades destacadas pelos moradores. Este primeiro contato com a comunidade bem como os questionários aplicados no município de

Araranguá pelo projeto Ilhas (Projeto em paralelo desenvolvido na Comunidade de Balneário Ilha) foram fundamentais para o desenvolvimento da metodologia proposta e a elaboração do questionário elaborado, que será a base para o desenvolvimento desta pesquisa.

Para a aplicação dos questionários que forneceram os resultados para a pesquisa, foram realizadas três visitas à comunidade, nos dias, 24 de novembro de 2018, 09 e 17 de dezembro de 2018 e contou-se com uma equipe formada pelos membros de um projeto de extensão que busca avaliar a percepção da comunidade do município de Araranguá quanto ao uso sustentável da região de Balneário Ilhas, SC. No qual a presente pesquisa está inserida.

3.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental foi realizado utilizando-se três ferramentas distintas: a) revisão bibliográfica (Legislação ambiental); b) uso de ferramentas de geoprocessamento e; c) questionários.

As informações obtidas nestes levantamentos forneceram subsídios para a criação do Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA. A sequência metodológica pode ser melhor visualizada de acordo com a figura 10.

Figura 10–Fluxograma de metodologia para o desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O ISA será formado pelos valores atribuídos aos resultados obtidos para os indicadores: Ocupação Irregular (OI); Coleta de Resíduos (CR); Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário (STES); Abastecimento de água (AA); Uso de Recursos Naturais (URN).

3.1.1 Índice de Ocupação Irregular

O indicador Ocupação Irregular (OI), será obtido através do diagnóstico do meio físico da comunidade e do uso de ferramentas de geoprocessamento com o auxílio dos programas AutoCad e ArcGis, no qual foi produzido uma carta de uso do solo que será a base para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APP. A figura 11 mostra a carta utilizada de base cartográfica para a delimitação de área em locais irregulares da comunidade de Balneário Ilhas.

Figura 11– Cartado município de Araranguá.



Fonte: (informação recebida por e-mail)¹.

O critério para a identificação de construções em Áreas de Preservação Permanente, obedeceu ao Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), que estabelece o limite mínimo de Área de Preservação Permanente - APP para faixas marginais de cursos d'água de acordo com a largura da calha dele.

Foi realizada a verificação das residências que estão inseridas em locais inadequados, seja em áreas de preservação permanente ou áreas de risco de inundação. Os valores desta variável foram atribuídos de acordo com o quadro 1.

¹Imagem fornecida por e-mail pela Prefeitura Municipal de Araranguá em abril de 2017.

Quadro 1–Variáveis para o índice de ocupação de áreas irregulares.

Ocupação Irregular - OI	Valor
Número de Residências em Área Adequada - NRAA	1
Número de Residências em Área Irregular - NRAI	1

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice de Ocupação Irregular (OI) é obtido através da eq. 1.

$$OI = 100 - \frac{NRAI \cdot 100}{NTR} \quad (1)$$

Onde: AI = Número de residências em áreas irregulares.

NTR = Número total de residências.

3.1.2 Sistema de Coleta de Resíduos Sólidos

Para a avaliação do índice de Coleta de Resíduos (CR), foram obtidos dados junto a prefeitura Municipal de Araranguá, empresa responsável pela coleta dos resíduos na localidade de Balneário Ilhas e ainda por meio de questionário. Para o indicador coleta de resíduos, os valores atribuídos estão de acordo com o quadro 2.

Quadro 2–Variáveis para o índice de Coleta de Resíduos - CR.

Coleta de Resíduos – CR	Valor
Residências Atendidas por Coleta de Resíduos - RACR	1
Residências Não Atendidas por Coleta de Resíduos - RNCR	1

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice de Coleta de Resíduos (CR) é obtido através da eq. 2.

$$CR = 100 - \frac{RNCR \cdot 100}{NTR} \quad (2)$$

Onde: RACR = Número de residências não atendidas por sistema de coleta de resíduos.

NTR = Número total de residências.

3.1.3 Sistema de tratamento de esgoto sanitário

Para a avaliação do Sistema de tratamento de esgoto sanitário (STES), foi avaliado o sistema de deposição de efluentes sanitários utilizados pela comunidade de Balneário Ilhas. Foram considerados sistemas adequados, aqueles que estiverem de acordo com a NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), a qual define os parâmetros para Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. As residências que não utilizam nenhum tipo de tratamento para seus efluentes, lançando-os diretamente no solo ou em recursos hídricos foram consideradas inadequadas.

Para o item sistema de tratamento de esgoto sanitário os valores atribuídos são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 –Variáveis para o índice Sistema de tratamento de esgotamento sanitário – STES.

Sistema de tratamento de Esgoto Sanitário - STES	Valor
Residências com Sistema de Tratamento de Esgotamento Sanitário Adequado – STESA	1
Residências com Sistema de Tratamento de Esgotamento Sanitário Inadequado – STESI	1

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice de Sistema de Tratamento de Efluentes Sanitários (STES) é obtido através da eq. 3.

$$STES = 100 - \frac{STESI \cdot 100}{NTR} \quad (3)$$

Onde: STESI= Número de Residências com Sistema de Tratamento de Esgotamento Sanitário Inadequado.

NTR = Número total de residências pesquisadas.

3.1.4 Abastecimento de água

O diagnóstico do sistema de Abastecimento de Água (AA), foi construído a partir de dados coletados juntamente a fornecedora de água tratada para a comunidade de Bal. Ilhas e a aplicação de questionário. Foram consideradas

atendidas pelo abastecimento de água as residências que possuem ligação com o ramal de distribuição da fornecedora e não atendidas, aquelas que utilizam outras formas de atendimento, como poços por exemplo.

Os valores para o indicador Abastecimento de água estão apresentados no quadro 4.

Quadro 4 –Variáveis para o índice Abastecimento de Água – AA.

Abastecimento de Água – AA	Valor
Residências Atendidas por Abastecimento de Água – AAA	1
Residências Não Atendidas por Abastecimento de Água – NAAA	1

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice de Abastecimento de Água (AA) é obtido através da eq. 4.

$$AA = 100 - \frac{NAAA \cdot 100}{NTR} \quad (4)$$

Onde: NAA = Número de Residências não atendidas por sistema de abastecimento de água.

NTR = Número total de residências avaliadas.

3.1.5 Uso de recursos naturais

A definição do índice Uso de Recursos Naturais (URN) foi obtida por meio dos questionários, buscando compreender as principais relações dos moradores com os recursos naturais locais. Foram considerados mais sustentáveis aqueles que utilizam os recursos naturais como meio de sobrevivência, a exemplo da pesca artesanal e menos sustentáveis os que afirmaram não utilizar os recursos naturais locais.

O fato de afirmarem que não usam os recursos naturais locais, não exclui o uso indireto, uma vez que acabam exercendo pressão a estes recursos naturais, quanto ao uso do solo, geração de resíduos líquidos e sólidos. Também é considerado atividade menos sustentável o turismo, onde apesar de ser uma fonte importante para o meio socioeconômico, exerce pressão ambiental de maneira significativa na comunidade através de atividades degradantes. As variáveis para o uso dos recursos naturais locais estão de acordo com o quadro 5.

Quadro 5 –Variáveis para o índice Uso dos Recursos Naturais - URN.

Uso dos Recursos Naturais - URN	Valores
Pesca Artesanal - PA	100
Lazer – LZ	80
Não se Relaciona com os Recursos Naturais Locais - NRRNL	60
Turismo – TR	40

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

A eq. 5 apresenta o Índice de Uso dos Recursos Naturais (URN).

$$URN = \frac{X_1 \cdot PA + X_2 \cdot LZ + X_3 \cdot NRRNL + X_4 \cdot CL}{NA} \quad (5)$$

Onde: X_1 = Número famílias que se relacionam através da pesca artesanal.

X_2 = Número famílias que se relacionam através do lazer.

X_3 = Número famílias que não se relacionam com os recursos naturais locais.

X_4 = Número famílias que se relacionam através do turismo.

NA = Número de Famílias consideradas na amostra.

O Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA foi obtido através da equação 6 a qual uniu os indicadores apresentados anteriormente. A utilização de uma média aritmética para obtenção do ISA, se deve a todos os indicadores possuir o mesmo grau de importância, não sendo possível hierarquizar os mesmos. Em um sistema ambiental complexo como o apresentado na comunidade, todos os fatores estão interligados de maneira equivalente.

$$ISA = \frac{AA + CR + STES + AA + URN}{5} \quad (6)$$

O ISA com valor aproximado de 100, equivale a uma localidade com alta sustentabilidade ambiental, e um ISA próximo de 0, a um local com tendência a uma baixa sustentabilidade ambiental. Os indicadores que compõe o ISA foram embasados em Pereira, Sauer e Fagundes (2015), os quais estabelecem uma metodologia para mensurar a sustentabilidade ambiental em uma proposta de índice para o estado do Mato Grosso do Sul, neles estão definidas como indicadores ambientais a questão sanitária. No entanto, a inserção de indicadores de uso de

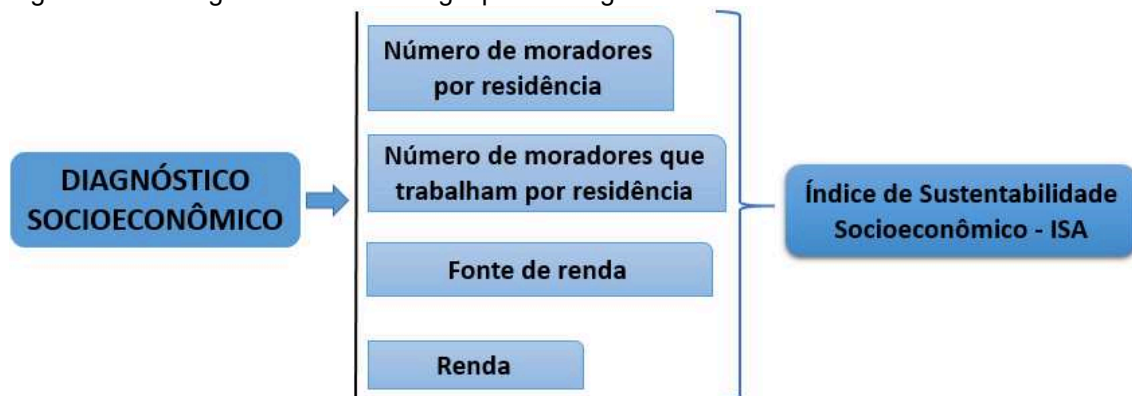
recursos naturais e ocupação em áreas irregulares para serem incorporados ao Índice de Sustentabilidade Ambiental, são exclusivos da presente pesquisa. No entanto, houve pequenas adaptações sob a ótica do processo de avaliação, considerando a realidade da comunidade avaliada, de forma que a verificação do ISA como macroindicador de desenvolvimento, pudesse considerar os aspectos que se julgam mais relevantes para definição de sustentabilidade de pequenas comunidades.

Os indicadores e suas variáveis foram estabelecidos com base nas características da comunidade, considerando a pressão que ela exerce sobre o meio físico com relação a uso do solo, utilização de recursos naturais e destinação adequada de seus resíduos líquidos e sólidos.

3.2 DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

Para obtenção do diagnóstico socioeconômico da comunidade, foram realizados 2 procedimentos distintos: a) visitas a comunidade objetivando uma análise qualitativa, buscando um melhor entendimento das características locais e, b) aplicação de questionário junto à comunidade. Ambos forneceram subsídios para a criação do Índice de Sustentabilidade Social – ISS. Apresentado na figura 12.

Figura 12– Fluxograma da metodologia para o diagnóstico socioeconômico.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O ISS foi formado pelos valores atribuídos aos seguintes índices:

- a) Número de Moradores por Residência (NMR);
- b) Número de Moradores que Trabalham por Residência (NMTR),
- c) Fonte de Renda (FR);
- d) Renda (RD).

3.2.1 Número de moradores por Residência

Através do Número de Moradores por Residência (NMR), foi possível identificar a permanência de pessoas na comunidade, uma vez que se considera sustentáveis comunidades onde não há migração maciça de membros da família para busca de oportunidades em outros locais.

Comunidades que apresentam um número reduzido de famílias com poucos membros tendem ao decréscimo da população local, levando uma regressão de fatores econômicos e sociais, o que pode representar uma baixa sustentabilidade local. Desta forma as residências com mais pessoas tendem a ter uma maior sustentabilidade. Esta análise apenas pode ser confirmada, com um conhecimento prévio das características da comunidade. Isto demonstra a importância das visitas pré-pesquisa, as quais fornecem as primeiras impressões acerca da dinâmica na comunidade. Diálogos estabelecidos com moradores mais antigos, trazem uma história rica em detalhes, o que leva a definição destes critérios para o uso da valoração deste indicador. Ainda que possa se apresentar contraditório, quanto maior o Número de Moradores por Residência, maior o Índice de Sustentabilidade Socioeconômica, devido as características da comunidade de Balneário Ilhas. Os valores atribuídos para este indicador estão apresentados no quadro 6.

Quadro 6 –Variáveis para o índice Número de moradores por Residência - NMR.

Número de Moradores por Residência - NMR	Valores
1 Morador – M1	20
2 Moradores – M2	40
3 Moradores – M3	60
4 Moradores – M4	80
Acima de 4 Moradores – M5	100

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O indicador de número de moradores por residência foi obtido através da eq.

7.

$$\text{NMR} = \frac{X_1 \cdot M1 + X_2 \cdot M2 + X_3 \cdot M3 + X_4 \cdot M4 + X_5 \cdot M5}{NA} \quad (7)$$

Onde: X_1 = Número de famílias com 1 morador por residência.
 X_2 = Número de famílias com dois moradores por residência.
 X_3 = Número de famílias com três moradores por residência.
 X_4 = Número de famílias com quatro moradores por residência.
 X_5 = Número de famílias com cinco ou mais moradores por residência.
NA = Número de Amostras.

3.2.2 Número de moradores com renda por residência

O Número de moradores que trabalham por residência (NMTR), busca definir as oportunidades de geração de renda dentro da própria comunidade, o que evidencia uma maior probabilidade de oportunidades locais. Desta forma quanto mais pessoas trabalham dentro de cada residência evidenciam a tendência de uma maior sustentabilidade. Os Valores atribuídos a este indicador está de acordo com o quadro 7.

Quadro 7–Variáveis para o índice Número de moradores que trabalham por residência - NMTR.

Número de Moradores com Renda por Residência– NMCR	Valores
0 Morador – M1	20
1 morador – M2	40
2 moradores – M3	60
3 Moradores – M4	80
Acima de 3 Moradores – M5	100

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice de número de moradores com renda por residência foi obtido através da eq. 8.

$$NMCR = \frac{X_1 \cdot M1 + X_2 \cdot M2 + X_3 \cdot M3 + X_4 \cdot M4 + X_5 \cdot M5}{NA} \quad (8)$$

Onde: X_1 = Número de moradores que trabalham por residência = 0.
 X_2 = Número de moradores que trabalham por residência = 1.
 X_3 = Número de moradores que trabalham por residência = 2.
 X_4 = Número de moradores que trabalham por residência = 3.
 X_5 = Número de moradores que trabalham por residência acima de 3.
NA = Número de Amostras.

3.2.3 Fonte de Renda

O indicador de Fonte de Renda (FR) busca uma avaliação qualitativa das ofertas de trabalho disponíveis na comunidade. Desta forma o trabalho fora da comunidade traduz uma baixa sustentabilidade. Quanto a aposentadoria, apesar de ser um fator relevante para a manutenção da economia local, não estabelece um grau de sustentabilidade adequando, pois não está associada a uma fonte de renda local e sim a uma fonte de renda externa.

A pesca como fonte de renda, pode ser considerada como uma atividade que incrementa o índice de qualidade. No entanto, a atividade demanda normalmente profissionais autônomos, não agregando geração de emprego e renda a maiores núcleos. Já comércio local, gera um consumo cíclico de bens, materiais e renda, o que pode ser um fator determinante para evitar a migração de pessoas e atrair novos moradores. Isto faz com que para o comércio local seja atribuído uma alta sustentabilidade. Os valores atribuídos para a variável FR, está de acordo com o quadro 8.

Quadro 8 –Variáveis para o indicador. Fonte de Renda - FR.

Fonte de Renda – FR	Valores
Trabalho Fora da Comunidade – TFC	25
Aposentadoria – AP	50
Pesca – PC	75
Comércio Local – CL	100

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice fonte de renda foi obtido através da eq. 9.

$$FR = \frac{X_1 \cdot TFC + X_2 \cdot AP + X_3 \cdot PC + X_4 \cdot CL}{NA} \quad (9)$$

Onde: X_1 = Número de famílias que dependem de trabalho fora da comunidade.

X_2 = Número de famílias que dependem de aposentadoria.

X_3 = Número de famílias que dependem da pesca.

X_4 = Número de famílias que dependem do comércio local.

NA = Número de Amostras.

3.2.4 Renda

O indicador de renda por residência (RD), buscou uma avaliação quantitativa das oportunidades de trabalho na comunidade. Desta forma, quando maior renda, maior a sustentabilidade da comunidade. Os valores atribuídos a fonte de renda estão de acordo com o quadro 9.

Quadro 9 –Variáveis para o índice Renda - RD.

Renda	Valores
Até 1 Salário Mínimo – SM1	20
Até 2 Salários Mínimos – SM2	40
Até 3 Salários Mínimos – SM3	60
Até 4 Salários Mínimos – SM4	80
Acima de 4 Salários Mínimos – SM5	100

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Índice de renda foi obtido através da eq. 10.

$$RD = \frac{X_1 \cdot SM1 + X_2 \cdot SM2 + X_3 \cdot SM3 + X_4 \cdot SM4 + X_5 \cdot SM5}{NA} \quad (10)$$

Onde: X_1 = Número de famílias que recebem até 1 salário mínimo.

X_2 = Número de famílias que recebem até 2 salários mínimos.

X_3 = Número de famílias que recebem até 3 salários mínimos.

X_4 = Número de famílias que recebem até 4 salários mínimos.

X_5 = Número de famílias que recebem acima de 4 salários mínimos.

NA = Número de Amostras.

O Índice de Sustentabilidade Social – ISS, foi então calculado através da equação 11.

$$ISS = \frac{NMR + NMTR + FR + RD}{4} \quad (11)$$

O ISS de valor 100 equivale a uma localidade com alta sustentabilidade social, enquanto os valores próximos a 0 indicam uma baixa sustentabilidade social. A escolha dos critérios que compõe o ISS foi embasada em Rabelo e Lima (2007), nos quais desenvolveram uma metodologia de indicadores de sustentabilidade e suas

possibilidades de mensuração, onde destacam as principais variáveis do meio socioeconômico o trabalho e renda, e ainda suas derivações, como atividades complementares de renda e consumo.

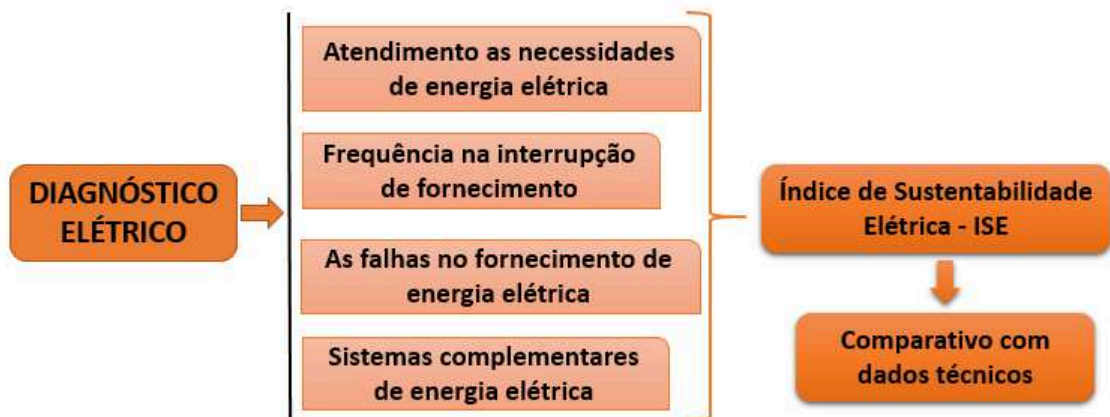
Aulicino (2008) elaborou também uma metodologia de avaliação de sustentabilidade social e econômica de habitações urbanas de interesse social no estado de São Paulo, na qual propôs, dentre outros, o uso de determinados indicadores como, renda, disponibilidade de trabalho e saneamento básico. Alguns dos quais foram utilizados na presente pesquisa.

3.3 SISTEMA ELÉTRICO

A figura 13 apresenta a sequência metodológica para a obtenção do indicador de sistema elétrico. Os dados de qualidade de energia foram coletados de duas formas distintas, uma por meio de questionários, que forneceram dados quantitativos referente a percepção da comunidade com relação ao fornecimento de energia elétrica. Outra, por meio de dados técnicos coletados por um equipamento analisador de qualidade da energia, instalado em uma residência na comunidade.

Esses dados forneceram subsídios para o Índice de Sustentabilidade Elétrica (ISE).

Figura 13 – Fluxograma da metodologia para o diagnóstico do fornecimento de energia elétrica.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

3.3.1 Diagnóstico do fornecimento de energia elétrica

O diagnóstico do fornecimento de energia elétrica foi embasado nos questionários aplicados a comunidade de Balneário Ilhas. Através dele foi possível

obter dados com relação a percepção da população local com relação a energia elétrica fornecida pela distribuidora. Este diagnóstico forneceu indicadores para compor o Índice de Sustentabilidade Elétrica – ISE, conforme valores atribuídos as seguintes variáveis:

- a) Atendimento das Necessidades de Energia Elétrica com relação a atual disponibilidade (ANEE);
- b) Frequência da Interrupção do Fornecimento (FIF);
- c) Falhas no Fornecimento de Energia Elétrica (FFEE);
- d) Sistemas complementares de Energia Elétrica (SCEE).

As quais serão descritas separadamente a seguir.

3.3.2 Atendimento das necessidades de energia elétrica

O Atendimento das Necessidades de Energia Elétrica (ANEE), com relação a atual disponibilidade é fundamental para um embasamento sólido da pesquisa, uma vez que pode ser quantificado a satisfação do morador com relação a qualidade de energia fornecida. O nível de sustentabilidade foi definido com relação a sensação de atendimento da demanda de energia elétrica pelos moradores da comunidade. Quando predomina um sistema insustentável, o morador julga que o sistema atual de fornecimento não atende à demanda necessária para o desenvolvimento de suas atividades diárias. As variáveis do atendimento das necessidades de energia elétrica e os valores atribuídos a ela estão de acordo com o quadro 10.

Quadro 10 –Variáveis para o índice Atendimento das necessidades de energia elétrica - ANEE.

Atendimento das necessidades de energia elétrica– ANEE	Valores
Atendimento Suficiente – AS	100
Atendimento Insuficiente – AI	75
Atende com Falhas – AF	50
Não Atende – NA	25

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice Atendimento das necessidades de energia elétrica (ANEE), com relação a atual foi obtido através da eq. 12.

$$ANEE = \frac{X_1 \cdot AS + X_2 \cdot AI + X_3 \cdot AF + X_4 \cdot NAT}{NA} \quad (12)$$

Onde: X_1 = Número de famílias que afirmam ser suficiente o atendimento atual.
 X_2 = Número de famílias que afirmam ser insuficiente o atendimento atual.
 X_3 = Número de famílias que afirmam serem atendidas com falhas.
 X_4 = Número de famílias que afirmam não serem atendidas.
NA = Número de Amostras.

3.3.3 Frequência na Interrupção do fornecimento

O índice de Frequência na Interrupção do Fornecimento (FIF) foi uma das formas encontradas para avaliar se a demanda de energia elétrica fornecida a comunidade é satisfatória. É a avaliação da percepção dos moradores quanto a frequência com que costuma ser interrompido o fornecimento de energia elétrica na comunidade. Desta forma, quanto mais frequente são as interrupções no fornecimento, menos sustentável é o sistema atualmente disponível. As variáveis de frequência na interrupção no fornecimento de energia elétrica e os valores atribuídos a ela estão de acordo com o quadro 11.

Quadro 11 –Variáveis para frequência na interrupção do fornecimento.

Frequência no Interrupção do fornecimento (FIF)	Valores
Não Ocorre – NO	100
Raramente Ocorre – RO	75
Periodicamente Ocorre – PO	50
Frequentemente Ocorre – FO	25

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O indicador Frequência no Interrupção do fornecimento energia elétrica (FIF), foi obtido através da eq. 13.

$$FIF = \frac{X_1 \cdot NO + X_2 \cdot RO + X_3 \cdot PO + X_4 \cdot FO}{NA} \quad (13)$$

Onde: X_1 = Número de famílias que afirmam não ocorrer interrupções de fornecimento.
 X_2 = Número de famílias que afirmam que raramente ocorre interrupções de fornecimento.
 X_3 = Número de famílias que afirmam que periodicamente ocorre

interrupções de fornecimento.

X_4 = Número de famílias que afirmam que frequentemente ocorre interrupções de fornecimento.

NA = Número de Amostras.

3.3.4 Efeito das Falhas no fornecimento de energia elétrica

O indicador que trata do efeito das Falhas no Fornecimento de Energia Elétrica (FFEE) foi criado para a verificar os possíveis efeitos caso, as interrupções no fornecimento de energia elétrica forem consideradas com relativa frequência. É importante verificar se este fator é relevante para influenciar na qualidade de vida dos moradores, bem como se há um comprometimento das atividades econômicas locais. As Falhas no fornecimento de energia elétrica e os valores atribuídos a ela estão apresentados o quadro 12.

Quadro 12 –Variáveis para o índice Falhas no fornecimento de energia elétrica.

Falhas no Fornecimento de Energia Elétrica – FFEE	Valores
Não Afetam a Qualidade de Vida e Economia – NAQVE	100
As Vezes Afetam a Qualidade de Vida e Economia - AVAQVE	75
Frequentemente Afetam a Qualidade de Vida e Economia – FAQVE	50
Sempre Afetam a Qualidade de Vida e Economia – SAQVE	25

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice Falhas no Fornecimento de Energia Elétrica (FFEE), foi obtido através da eq. 14.

$$FFEE = \frac{X_1 \cdot NAQVE + X_2 \cdot AVAQVE + X_3 \cdot FAQVE + X_4 \cdot SAQVE}{NA} \quad (14)$$

Onde: X_1 = Número de famílias que afirmam não serem afetadas pelas falhas no fornecimento.

X_2 = Número de famílias que afirmam que as vezes são afetadas pelas falhas o fornecimento.

X_3 = Número de famílias que afirmam que são frequentemente afetadas pelas falhas no fornecimento.

X_4 = Número de famílias que afirmam que sempre são afetadas pelas falhas o fornecimento.

NA = Número de Amostras.

3.3.5 Sistemas complementares de energia elétrica

Diante das variáveis anteriormente citadas, é de fundamental importância buscar também junto à comunidade uma opinião quanto a possibilidade de melhorias no fornecimento de energia elétrica. Desta forma é estabelecido um indicador que busca retratar a percepção da comunidade perante a uma eventual proposta de sistema de geração distribuída de energia elétrica e se este traria benefícios econômicos e a qualidade de vida local. Esta variável não será utilizada no cálculo final do índice de sustentabilidade elétrica, pois se pode considerar que uma projeção futura, não retrata de maneira adequada a atual situação do sistema implantado, mas pode demonstrar uma percepção favorável a implantação de sistemas alternativos de energias renováveis que busque a sustentabilidade para a comunidade. Para este indicador os valores atribuídos a estão de acordo com o quadro 13.

Quadro 13 –Variáveis para o índice Sistemas complementares de energia - SCTB.

Sistemas Complementares de Energia Elétrica - SCEE	Valores
Traria Benefícios Significativos – TBS	100
Traria Poucos Benefícios – TPB	75
Nada Mudaria – NM	50
Traria Efeitos Negativos –TEN	25

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O Índice Sistemas Complementares de Energia Elétrica (SCEE), foi calculado através da eq. 15.

$$SCEE = \frac{X_1 \cdot TBS + X_2 \cdot TPB + X_3 \cdot NM + X_4 \cdot TEN}{NA} \quad (15)$$

Onde: X_1 = Número de famílias que afirmam que sistemas complementares de energia elétrica traria benefícios significativos.

X_2 = Número de famílias que afirmam que sistemas complementares de energia elétrica traria poucos benefícios.

X_3 = Número de famílias que afirmam que nada mudaria.

X_4 = Número de famílias que afirmam que sistemas complementares de energia elétrica traria efeitos negativos.

NA = Número de Amostras.

Desta forma o Índice de Sustentabilidade Elétrica(ISE) foi obtido através da equação 16.

$$\text{ISE} = \frac{\text{ANEE} + \text{FIF} + \text{FFEE}}{3} \quad (16)$$

O ISE de valor 100 equivale a uma localidade com alta sustentabilidade elétrica, enquanto os valores próximos a zero indicam uma baixa sustentabilidade elétrica. A escolha dos critérios que compõem o ISE foi inspirada no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 7, proposto pelas Nações Unidas, na Plataforma da Agenda 2030. O qual relaciona desenvolvimento sustentável a um acesso universal à energia, de custo razoável, confiável e sustentável. De acordo com Borba e Carvalho (2010), um acesso à energia de qualidade é essencial para o desenvolvimento sustentável.

Correlacionando o acesso à energia elétrica de qualidade ao desenvolvimento sustentável, foram definidas as variáveis hora mencionadas, nas quais possuem a possibilidade de agregar um ISE coerente com a realidade vivida pela comunidade.

3.4 ANALISADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA

Foi instalado um analisador de dados técnicos, na residência de um morador na comunidade, como o objetivo de apurar os parâmetros técnicos que definem a qualidade de energia elétrica disponibilizada pela empresa fornecedora da região do município de Araranguá.

3.4.1 Qualidade de energia elétrica

A avaliação da qualidade do fornecimento será realizada através do uso de um analisador de qualidade de energia elétrica do fabricante IMS, modelo PowerNet P-600, instalado logo após o medidor de consumo da residência, porém antes da distribuição da carga na unidade consumidora. O analisador foi configurado para registrar os dados de tensão, corrente, potência ativa, potência reativa e potência aparente, componentes harmônicas e fator de potência em um intervalo de 10 minutos. A Figura 14 ilustra o equipamento utilizado.

Figura 14 –Analisador de Energia Powernet P600.



Fonte: (IMS POWER QUALITY, 2014).

Com a instalação do Analisador de Qualidade de Energia IMS é possível verificar os seguintes parâmetros de qualidade de energia fornecida: Variação de Tensão, e; Interrupção no fornecimento.

3.4.2 Análise dos dados

Os dados coletados pelo analisador PowerNet P-600 são armazenados diretamente no equipamento e posteriormente são transferidos para o computador. Foram coletados dez dias ininterruptos de dados relativos a tensão, os quais foram tratados com apoio dos softwares Power Manager Desktop Lite e Microsoft EXCEL.

3.4.3 Comparativo entre dados técnicos e questionário (Sistema elétrico)

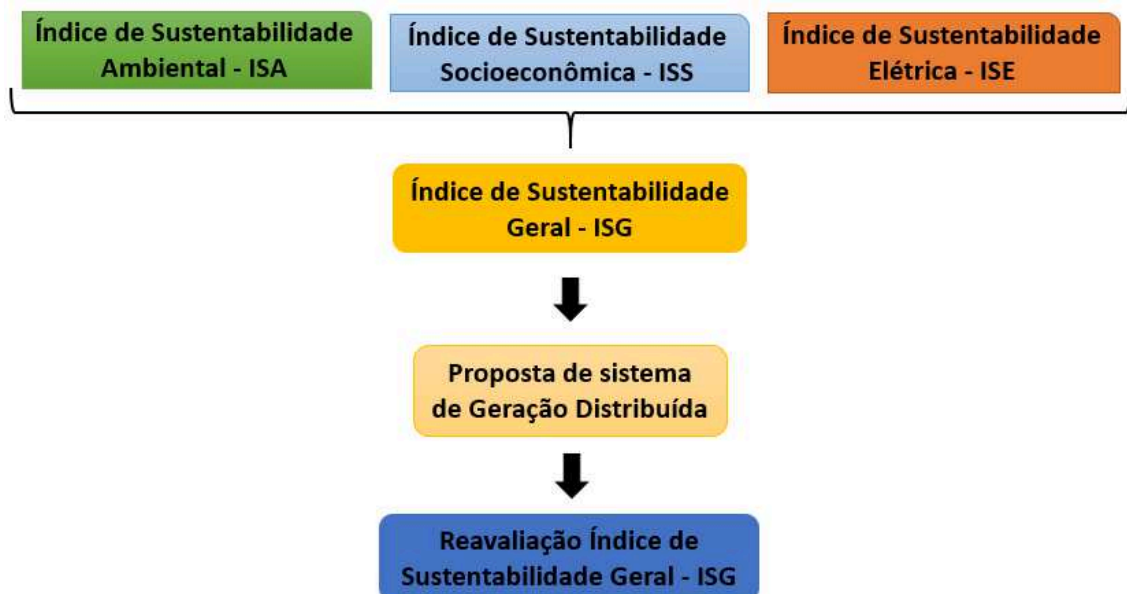
A obtenção dos dados técnicos será de fundamental importância, uma vez que serão comparados aos dados obtidos no questionário referente ao sistema elétrico. As duas formas de avaliação da qualidade de energia devem representar a realidade da qualidade de distribuição de energia elétrica na comunidade. A avaliação do ISE será considerada satisfatória se as ambas formas de avaliação divergirem para o mesmo sentido, indicando um possível atendimento satisfatório. Evidenciando um sistema elétrico sustentável ou um sistema de distribuição elétrica com falhas, nas quais submetem a comunidade a uma pior qualidade de vida, comprometendo as

atividades econômicas desenvolvidas na localidade, fazendo com que se concretize a análise de um sistema de distribuição elétrica insustentável, no qual necessita de melhorias para o pleno atendimento a comunidade.

3.5 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE GERAL

A avaliação da sustentabilidade geral engloba pilares estabelecidos nesta pesquisa para um diagnóstico acerca da sustentabilidade da localidade de Balneário Ilhas. A sequência metodológica a obtenção do Índice de sustentabilidade Geral – ISG, pode ser melhor visualizada de acordo com a figura 15. A qual mostra que o ISG é composto pelo ISA, ISS e ISE, integrando os aspectos de desenvolvimento sustentável discutidos nesta pesquisa.

Figura 15 – Fluxograma de metodologia para a avaliação do Índice de Sustentabilidade Geral - ISG.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Os valores atribuídos a cada variável que compõe os índices para cada um dos pilares de desenvolvimento sustentável foram atribuídos e calculados com base nas equações anteriormente mencionadas. Cada um dos índices apresenta o mesmo peso, sem que seja estabelecido uma hierarquia de variáveis, fazendo com que o ISA, ISS e ISE, ocupe o mesmo nível de importância dentro dos conceitos fundamentais de desenvolvimento sustentável. Desta forma, o índice de Sustentabilidade (ISG), será obtido através da equação 17.

$$\text{ISG} = \frac{\text{ISA} + \text{ISS} + \text{ISE}}{3} \quad (17)$$

O ISG de valor 100 equivale a uma localidade com alta sustentabilidade, onde os itens ISA, ISS e ISE, estão sendo atendidos de maneira satisfatória.

Quando ao ISA, está em conformidade com a legislação vigente. Demonstra que há acesso a saneamento básico, através de abastecimento público de água tratada, deposição adequada de efluentes sanitários e resíduos sólidos. Que utiliza de maneira consciente seus recursos naturais locais, garantido um ambiente equilibrado para gerações futuras, conforme estabelece o Art.º 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Quanto ao ISS, demonstra uma relação entre a geração de trabalho e renda local, fazendo com que uma parcela significativa da população local não necessite migrar para outros locais, nos quais possam oferecer uma possibilidade de desenvolvimento que localmente não encontra. Em que a economia possa ser mantida com os recursos e mão de obra extraídas de dentro da própria comunidade e que tenha a capacidade de desenvolvimento, agregando novas oportunidades de negócios, com foco no que de melhor a comunidade pode oferecer.

Quando o ISE seja suficiente para o atendimento a demanda, suprimindo as necessidades da comunidade, garantido o fornecimento de energia elétrica confiável e de qualidade para acompanhar a demanda crescente em que uma comunidade na qual se desenvolve sustentavelmente necessita. Quanto ao ISG mais próximo de 0, há a indicação de que a comunidade não está se desenvolvendo ou seu desenvolvimento está sendo de forma inadequada. Onde os pilares básicos para o desenvolvimento sustentável estão sendo negligenciados e a falta de uma estrutura ambiental, socioeconômica e elétrica básica, evidenciam uma sociedade com carências.

3.6 PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

O sistema de geração de energia elétrica proposto foi embasado na fatura de energia de uma residência padrão, localizada na comunidade de Balneário Ilhas. A partir da fatura, foi obtido o consumo de energia elétrica de um período de 12 meses. Foi utilizada a ferramenta *on-line* disponibilizada pelo Instituto para o Desenvolvimento

de Energias Alternativas na América Latina – IDEAL. O simulador de energia solar fotovoltaica AMERICADOSOL, fornece dados preliminares de projeto, como, a área a ser coberta pelos módulos fotovoltaicos, inclinação, capacidade de produção de energia e estimativa de geração e consumo.

O simulador utiliza dados de fatura de energia, tipos de conexão e distribuidora e energia elétrica da comunidade. Todos os dados necessários para a simulação do sistema proposto foram retirados da fatura de energia e da central Elétrica de Santa Catarina – CELESC.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção integra a análise de dados e a interpretação dos resultados alcançados, bem como os índices de sustentabilidade obtidos.

4.1 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

Para o cálculo de suficiência amostral da presente pesquisa foi utilizado o modelo proposto por Barbetta (2002). Onde a suficiência amostral (n) é obtida a partir da equação 18.

$$n = \frac{N^{\circ} \times n_0}{N^{\circ} + N_0} \quad (18)$$

Onde:

N° = 60 famílias moradoras fixas na comunidade (Cadastro de famílias posto de saúde de Hercílio Luz)

E_0 = erro amostral tolerável = 4%

($E_0 = 0,04$)

$n_0 = 1/(0,04)^2 = 400$ famílias

n = (tamanho da amostra corrigido)

Aplicando a eq. 18- $n = 60 \times 400 / 60+400 = 52,17 = 53$ famílias

A amostragem alcançada na pesquisa se mostra bastante expressiva, uma vez que 88,33% das famílias com moradia fixa foram representadas no levantamento dos dados primários, sendo este a base para o desenvolvimento da pesquisa. O número de amostras obtidas representa um nível de confiança de 96%.

Definiu-se um número que atingisse a suficiência amostral de famílias pesquisadas. Nas quais, foram escolhidas pelo critério de moradias fixas na comunidade. Os questionários aplicados seguiram uma suficiência amostral para o número de moradores fixos na comunidade. Desta forma foram aplicados 53 questionários, ou seja, 53 famílias pesquisadas. O número de pessoas atingidas pela pesquisa foi de 140, considerando que a população fixa da comunidade de Balneário

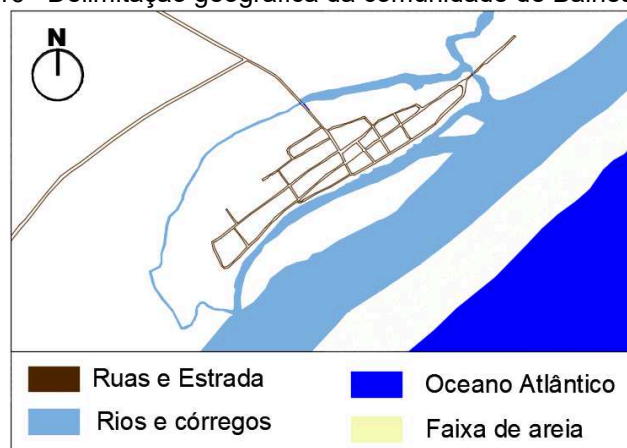
Ilhas é de aproximadamente 270 pessoas, chegou-se a 51,8% dos moradores da comunidade.

4.2 INDICADORES AMBIENTAIS

O diagnóstico ambiental foi realizado com base em revisão bibliográfica (Legislação ambiental), uso de ferramentas de geoprocessamento e questionário. Os levantamentos para o diagnóstico ambiental geraram dados primários. E no indicador Ocupação Irregular houve uma comparação entre os dados obtidos com a legislação ambiental em vigor.

Para a variável ocupação irregular foi realizado um levantamento a partir de ferramentas de geoprocessamento, onde foram delimitados ruas, rios, faixa de areia e oceano atlântico. O resultado deste levantamento está destacado na figura 16.

Figura 16– Delimitação geográfica da comunidade de Balneário Ilhas.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

A partir do desenho elaborado foi possível definir as linhas paralelas que demarcam as Áreas de Preservação Permanente e áreas alagáveis, onde foi possível determinar o número de residências que ocupam áreas consideradas irregulares, de acordo com a legislação ambiental vigente (BRASIL, 2012). A delimitação destas áreas está de acordo com a figura 17.

Figura 17 – Delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APP.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Com o auxílio desta ferramenta pode-se realizar a contagem das residências que ocupam áreas irregulares, como faixas marginais de rios e áreas alagáveis. Ainda durante as saídas de campo realizadas na comunidade pode-se constatar que há uma grande quantidade de residências nessas áreas, consideradas de acordo com suas características, ocupações já consolidadas. A figura 18 traz alguns exemplos encontrados.

Figura 18–Construções, caracterizando áreas de ocupação irregular.



Legenda: A – Ocupação irregular as margens do canal de ligação com a área de mangue (APP). B – Ocupação e deposição irregular de resíduos de construção civil em área de mangue (APP). C – Aterro com resíduos de construção civil em APP para o estabelecimento de novas edificações. D – Ocupação irregular em área de APP do rio Morto.

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Foram identificadas através de imagens aéreas um número considerável de residências na comunidade de Balneário Ilhas, que ocupam às áreas consideradas irregulares. Como pode ser visualizado no quadro 14, 40,37% das residências ocupam áreas irregulares na comunidade.

Quadro 14– Número de residências localizadas na comunidade de Balneário Ilhas.

Total de casas	Casas em áreas irregulares
327	132

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Ainda que, para o indicador OI, tenha estado em um nível considerado mediano, a situação ambiental da comunidade é bastante preocupante, devido a magnitude do impacto ambiental negativo que estas ocupações irregulares causam ao ecossistema estuarino.

Para as demais variáveis, a composição dos valores e indicadores ambientais foram obtidos por meio de aplicação do questionário. Do qual foi possível obter o

Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA, que foi calculado de acordo com as equações apresentadas na metodologia. Os resultados obtidos estão expressos no quadro 15.

Quadro 15– Resultados obtidos para o Índice de Sustentabilidade Ambiental.

Índice	Indicadores	Valores	Total do Indicador
Ambiental	Ocupação Irregular – OI	59,6	81,5
	Coleta de Resíduos – CR	96,1	
	Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário –STES	98,1	
	Abastecimento de Água - AA	100	
	Uso de recursos naturais locais – URN	81,6	

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Para o indicador Coleta de Resíduos (CR), praticamente em sua totalidade, a comunidade é atendida pelo sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares do município de Araranguá, com periodicidade de duas vezes por semana, conforme relato de moradores. Há exceção de algumas residências que se instalaram de maneira irregular no limite sul de Balneário Ilhas, onde o poder público não reconhece a ocupação.

Na avaliação para o Sistema de tratamento de esgoto sanitário adequado (STES), o valor obtido para esta variável é considerado excelente, uma vez que quase a totalidade das residências pesquisadas possuem sistema de tratamento mínimo para os efluentes domiciliares gerados.

O indicador Abastecimento de Água (AA), o valor obtido é relevante para a melhoria das condições sanitárias da comunidade, sendo que atingiu o valor máximo possível, contribuindo de maneira significativa para a elevação do Índice de sustentabilidade Ambiental.

Complementa o diagnóstico ambiental o indicador Uso dos Recursos Naturais locais (URN), onde o valor obtido foi considerado satisfatório, pois revela uma relação de equilíbrio entre o uso dos recursos naturais locais com a sustentabilidade ambiental da comunidade.

O valor obtido para o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) é satisfatório, uma vez que demonstra que a comunidade é atendida por um sistema de saneamento básico adequado, através de coleta de resíduos sólidos, abastecimento de água, disposição adequada de efluentes sanitários e uma relação sustentável com os recursos naturais disponíveis na região. No entanto, devido ao grande potencial natural, aliado a estruturas básicas citadas, está ocorrendo uma expansão urbana

desordenada, o que faz com que aumente a pressão sobre as áreas que deveriam ser preservadas para a manutenção do ecossistema estuarino local.

4.3 INDICADORES DO MEIO SOCIAL

As questões elaboradas para o levantamento do meio social, também buscaram realizar um diagnóstico da questão econômica das famílias, com base nos objetivos determinados para a pesquisa. Os resultados alcançados para este indicador estão expressos no quadro 16.

Quadro 16– Resultados alcançados para o Índice de Sustentabilidade Social (ISS).

Índice	Indicadores	Valores	Total do Indicador
Social e Econômico	Número de Moradores por Residência - NMR	50,9	49,9
	Número de Moradores com Renda por residência – NMCR	46,0	
	Fonte de Renda – FR	54,7	
	Renda – RD	47,9	

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Os resultados alcançados para o indicador Número de moradores por Residência, confirmou uma hipótese levantada durante a pesquisa, de que há poucas famílias com números elevados de indivíduos na localidade. Normalmente compostas por um casal com poucos filhos. O fato de existirem aproximadamente apenas 270 moradores fixos na comunidade aliado a um baixo número de moradores em cada residência, evidencia uma baixa sustentabilidade. Desta forma o índice de sustentabilidade para o indicador NMR é considerado baixo e está fora do valor considerado adequado que é de no mínimo 70.

O indicador Número moradores com Renda por Residência (NMCR) está atribuído ao desenvolvimento econômico e social das famílias pesquisadas. No entanto poucos trabalhadores por família ou ainda um número significativo de aposentados pode significar que não há oportunidades de geração de trabalho e renda dentro da comunidade, causando um declínio nos níveis de sustentabilidade para este indicador. Os resultados obtidos mostram um número elevado de aposentados na comunidade. Este fato, de acordo com a proposta metodológica é o pior dos cenários para a sustentabilidade local. Ainda que possuem uma fonte de renda confiável, na qual pode ser usada para o desenvolvimento do comércio, os aposentados não contribuem com a força de trabalho direta na comunidade.

Outro ponto que pode ser analisado e de que os valores de número de pessoas e pessoas que trabalham por residência não se equivalem. Isso mostra uma tendência de pessoas que não possuem ocupação, não agregando renda e desenvolvimento social a comunidade. O índice para o indicador de pessoas que trabalham por residência, foi considerado baixo, evidenciando um frágil desenvolvimento econômico local, com base em renda de aposentados e/ou pensionistas.

O indicador fonte de renda buscou avaliar de maneira mais direta a relação das duas variáveis anteriores, NMR e NMCR e relacioná-las com a capacidade de absorção de mão de obra local, assim quanto mais pessoas trabalham e geram renda localmente, melhores serão os índices de sustentabilidade local.

Os resultados obtidos para o indicador renda evidenciam que a comunidade de Balneário Ilhas é composta em sua maioria por pessoas de baixo poder econômico, o que reflete diretamente de maneira negativa nos índices de sustentabilidade socioeconômico.

O ISS obtido através dos levantamentos dos dados primários, mostram uma situação preocupante com relação a questão socioeconômica para a comunidade de Balneário Ilhas. Reflete uma comunidade, onde sua estrutura atual não é capaz de fornecer subsídios que possam favorecer o desenvolvimento local. Este fato fica explícito ao obter o baixo índice de sustentabilidade social. No qual se destaca negativamente, sendo o índice mais baixo avaliado.

4.4 INDICADORES DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Os resultados para o diagnóstico do fornecimento de energia elétrica foram obtidos através de questionário, nos quais foram levantados dados primários sobre a percepção da comunidade com relação ao fornecimento atual de energia elétrica. Os resultados obtidos para esse indicador estão expressos no quadro 17.

Quadro 17 – Resultados para o Índice de Sustentabilidade Elétrica (ISE).

Índice	Indicadores	Valores	Total do Indicador
Elétrico	Atendimento das necessidades de energia elétrica–ANEE	74,1	59,1
	Frequência da Interrupção do fornecimento – FIF	46,7	
	Falhas no fornecimento de Energia Elétrica - FFEE	56,6	
	Sistemas complementares de Energia Elétrica - SCEE	93,9	

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Para o indicador de Atendimento das Necessidades de Energia Elétrica (ANEE), com relação a atual disponibilidade indica a percepção da comunidade a respeito ao atendimento no fornecimento é de que a energia elétrica disponível atualmente atende as necessidades básicas de consumo na grande maioria do tempo. O índice obtido para este indicador é considerado satisfatório, com um nível de sustentabilidade elevado. No entanto, há uma grande margem para a promoção de melhorias.

Quanto a Frequência da Interrupção do Fornecimento (FIF), a percepção dos moradores, indica que a energia elétrica fornecida atualmente atende às necessidades da comunidade. Mas é importante verificar quais motivos podem levar a uma não satisfação em sua totalidade. A causa provável é a constante interrupção do fornecimento de energia elétrica para a comunidade de Balneário Ilhas. Os resultados obtidos para este indicador evidenciam que, mesmo considerando que o sistema atenda às necessidades de consumo, as falhas ou interrupções no fornecimento são consideravelmente frequentes. Este fato reflete no baixo nível de sustentabilidade para este indicador. O resultado alcançado comprova que ainda há uma grande lacuna a ser preenchida com relação aos níveis de qualidade de energia necessários a sustentabilidade da comunidade de Balneário Ilhas.

Uma vez verificada que as interrupções no fornecimento de energia elétrica são frequentes, é importante que seja verificado se isto é fator relevante na qualidade de vida dos moradores, bem como se prejudicam a economia local. Para o indicador, Falhas no Fornecimento de energia Elétrica (FFEE), pode ser verificado que afeta a qualidade de vida e prejudica a economia. Foi constatado que há uma parcela significativa das famílias amostradas que afirmam ter a qualidade de vida afetada devido as falhas no fornecimento de energia elétrica. Este fato está ligado principalmente a dificuldades de realização de tarefas comuns, principalmente no período noturno. Queima de equipamentos e perda de alimentos que necessitam de refrigeração são os principais problemas observados. O índice obtido é considerado baixo e confirma a insatisfação das famílias com relação aos danos causados por sucessivas interrupções no fornecimento.

Diante dos resultados obtidos para os indicadores anteriores, o indicador Sistemas Complementares de Energia Elétrica (SCEE), se torna ainda mais relevante, nesta verificação os moradores puderam expressar suas percepções com relação ao

fornecimento atual, onde foi possível concluir o diagnóstico do sistema elétrico com um questionamento sobre a opinião dos moradores com relação a um sistema de geração de energia complementar, se este traria ou não benefícios a comunidade. O valor obtido para este indicador foi considerado satisfatório e evidencia dois fatores relevantes, o conhecimento da comunidade sobre o tema relacionado a energias renováveis e o reconhecimento da necessidade de melhorias no sistema atualmente implantado.

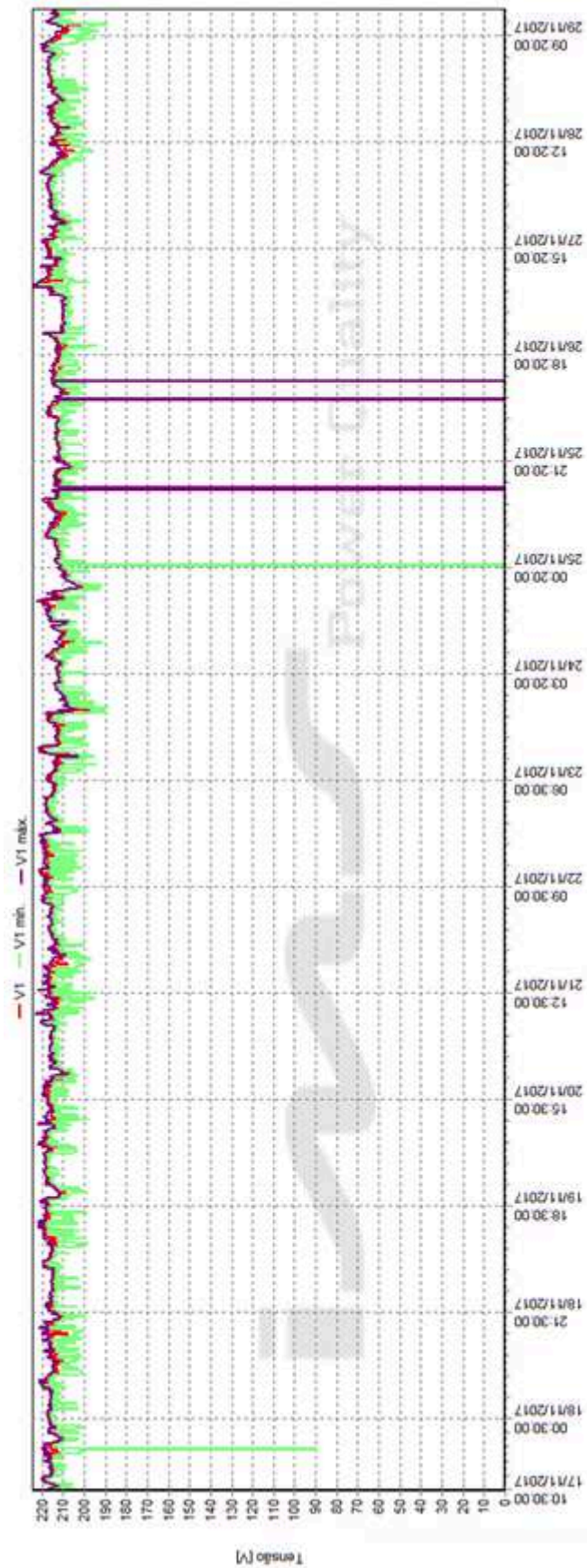
A partir dos resultados obtidos para os indicadores do meio elétrico, pode ser calculado o Índice de Sustentabilidade Elétrica (ISE). Considerado como critério de avaliação do índice de sustentabilidade elétrica apenas o diagnóstico da percepção da comunidade com relação a situação atual. No qual o indicador Sistemas complementares de Energia Elétrica, foi inserida no diagnóstico para que fosse verificado o nível de conhecimento da comunidade referente a fontes alternativas de energia e sua relação com o conceito de sustentabilidade. Apesar do resultado para o indicador ser bastante satisfatório 93,8, este não foi incorporado ao cálculo, pois distorceria o resultado do ISE, elevando os valores, tornando irreal o índice final.

Assim, o Índice de Sustentabilidade Elétrica de 59,1 está muito abaixo de 70, valor do índice considerado adequado para a comunidade. O que comprova que há espaço para implantação de projetos que visem a melhoria na qualidade do fornecimento, melhorando a qualidade de vida e elevando os índices de sustentabilidade da comunidade.

4.4.1 Análise dos dados técnicos

O analisador de qualidade de energia elétrica foi instalado na casa de um morador na comunidade de Balneário Ilhas no dia 17 de novembro de 2017, e permaneceu coletando os dados de tensão por dose dias ininterruptos. Os resultados estão expressos na figura 19.

Figura 19 – Resultados obtidos pelo analisador de qualidade.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Para o atendimento as necessidades da pesquisa, foi avaliado o parâmetro de Tensão na qual está relacionada a qualidade de energia elétrica. Grandes variações de tensão representa uma má qualidade de energia. Pode-se verificar na figura anterior que há uma variação significativa de tensão, inclusive chegando a zero em três ocasiões (representado pela linha cor lilás), ocorridas entre os dias 25 e 26 de outubro de 2017. O que significa que nesses períodos houve interrupções no fornecimento de energia elétrica na residência onde foi implantado o equipamento de análise. As interrupções ocorridas neste período coincidem com os relatos dos moradores sobre as quedas frequentes. Em apenas dois dias ocorreram três episódios de falhas no fornecimento.

Os dados mostram que a energia fornecida a comunidade pode ser melhorada. A geração de energia solar fotovoltaica conectada à rede é uma alternativa, pois a inserção de energia no sistema elétrico contribui na melhoria de níveis de tensão e estabilização do sistema.

4.5 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE GERAL

O Índice de Sustentabilidade Geral buscou relacionar todos os indicadores e suas variáveis a fim de obter uma média coerente das estruturas disponíveis em Balneário Ilhas e a relação dos moradores com o ambiente no entrono. Transformando esses dados em números que representasse a real situação vivida na comunidade. Os resultados obtidos para o ISG estão de acordo com o quadro 18.

Quadro18 – Valor obtido para o Índice de Sustentabilidade Geral – ISA.

INDICADORES	VALORES	ISG
Índice de Sustentabilidade Ambiental - ISA	81,5	63,5
Índice de Sustentabilidade Socioeconômica - ISS	49,9	
Índice de Sustentabilidade Elétrica - ISE	59,1	

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

O ISG obtido na pesquisa reflete uma comunidade que apresenta condições de saneamento básico relativamente adequado e uma relação íntima com as questões ambientais. Demonstrado através da dependência dos recursos naturais locais como forma de auto sustentação, por apresentar toda sua dinâmica embasada na pesca de subsistência e nas características naturais como atração turística, o que permite a movimentação do sistema econômico local.

Os mesmos recursos naturais que geram renda e conseqüentemente melhorias à comunidade, favorecem o crescimento de áreas consideradas irregulares para ocupação urbana, causando graves danos ambientais. Como reflexo disso, impactos ambientais que causam a degradação dos recursos naturais locais. Em curto prazo, pode tornar a localidade menos atrativa ao turismo, deixando ainda mais frágil a questão socioeconômica local, nas quais suas características são embasadas naturalmente na sazonalidade, de pesca ou de turismo.

A energia elétrica é fornecida a comunidade de maneira regular, no entanto, foram identificadas falhas frequentes que acabam trazendo transtornos a localidade, sendo um dos indicadores a serem melhorados. Uma das alternativas que pode se ajustar a necessidade da comunidade é a implantação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaico, individual, ou seja, por residência. Este sistema pode ser conectado à rede elétrica enquadrando-se no conceito de geração distribuída e também interligado a um banco de baterias nas quais forneceriam energia elétrica a unidade consumidora sempre que o sistema de distribuição interromper o fornecimento. Uma proposta de melhoria para este indicador está mais bem detalhada no próximo item.

4.6 PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTOVOLTAICA

A definição da proposta de sistema a ser implantado, foi embasada na realização uma simulação no simulador da empresa AMERICADOSOL®. Onde foi possível fazer obter os dados necessários, bem como a capacidade do sistema a ser implantado.

Para que a proposta possa ser representada de maneira adequada para uma real melhoria nos índices de sustentabilidade energética e assim um avanço no índice de desenvolvimento geral para a comunidade, alguns fatores básicos devem ser respeitados, como:

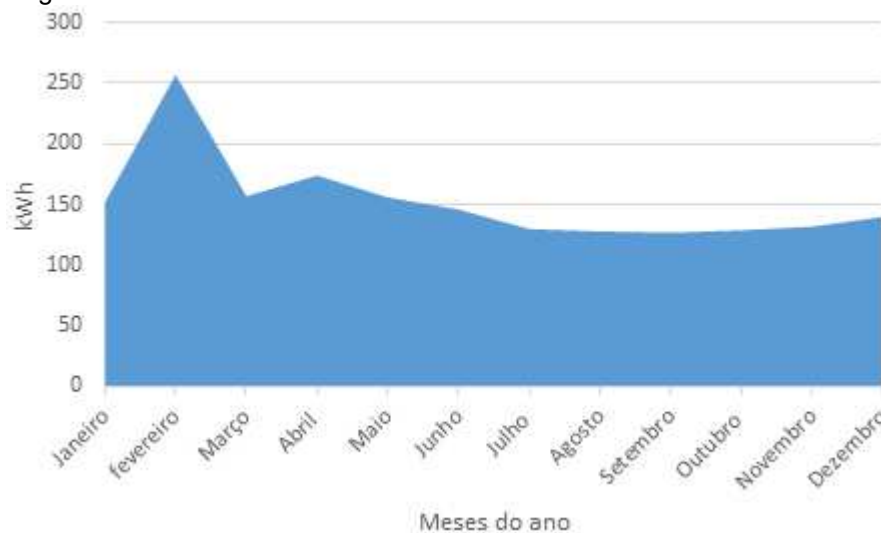
- Levantamento do consumo médio anual de energia elétrica da unidade residencial;
- Quanto de energia deseja produzir com o sistema em relação ao consumo médio; parcial ou total;

- Dados Solarimétricos disponíveis para o local da instalação e,
- Inclinação das placas.

4.6.1 Média mensal de energia elétrica consumida

Foi utilizada uma fatura de energia elétrica de uma residência da comunidade de Balneário Ilhas, na qual foi possível verificar o consumo referente ao último ano, 2018/2019. Os dados de consumo residencial estão expressos na figura 20.

Figura 20– Consumo mensal de uma residência localizada na comunidade de bal. Ilhas.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Pode se perceber, que o período de maior consumo são os meses referentes a estação mais quente, devido a incidência solar, justamente a com maior potencial de geração de energia solar fotovoltaica.

4.6.2 Valores de irradiação

Os dados de irradiação solar foram obtidos e descritos mês a mês, durante todos os meses do ano, onde é demonstrado sua média, conforme quadro 19. É notório que nos meses que correspondem a estação de inverno, onde os índices de irradiação sofrem um decréscimo. O que caracteriza uma menor geração de energia para este período, fazendo com que a energia ativa injetada na rede seja menor, aumentando a amplitude entre a geração e o consumo. O que pode interferir no sistema de compensação de energia elétrica. Fazendo com que a unidade

geradora/consumidora possa ter menos crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida.

Quadro 19– Irradiação média mensal (em kWh).

Mês	Irradiação Global	Irradiação Inclinada	Irradiação Direta
Janeiro	6,06 kWh/m ² /dia	5,37 kWh/m ² /dia	5,61 kWh/m ² /dia
Fevereiro	5,26 kWh/m ² /dia	5,34 kWh/m ² /dia	4,08 kWh/m ² /dia
Março	4,81 kWh/m ² /dia	5,35 kWh/m ² /dia	4,17 kWh/m ² /dia
Abril	4,47 kWh/m ² /dia	5,69 kWh/m ² /dia	5,71 kWh/m ² /dia
Mai	3,33 kWh/m ² /dia	4,70 kWh/m ² /dia	4,48 kWh/m ² /dia
Junho	2,80 kWh/m ² /dia	4,13 kWh/m ² /dia	4,20 kWh/m ² /dia
Julho	2,60 kWh/m ² /dia	3,84 kWh/m ² /dia	2,60 kWh/m ² /dia
Agosto	3,78 kWh/m ² /dia	4,98 kWh/m ² /dia	4,91 kWh/m ² /dia
Setembro	4,39 kWh/m ² /dia	5,08 kWh/m ² /dia	4,66 kWh/m ² /dia
Outubro	4,80 kWh/m ² /dia	4,93 kWh/m ² /dia	4,05 kWh/m ² /dia
Novembro	6,11 kWh/m ² /dia	4,93 kWh/m ² /dia	5,05 kWh/m ² /dia
Dezembro	6,70 kWh/m ² /dia	6,01 kWh/m ² /dia	5,61 kWh/m ² /dia

Fonte: (INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA, 2019).

4.6.3 Características do sistema a ser implantado

O sistema simulado apresenta as características fornecidas pelo Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina (IDEAL), através do simulador America do sol. É embasado em cálculo aproximado, que previu o abastecimento da demanda elétrica anual avaliada em uma residência da comunidade. A simulação considera que os módulos fotovoltaicos instalados estariam voltados para o Norte e com uma inclinação ótima de 29°, a qual corresponde à latitude da localização escolhida. Contudo, não considera as condições da vizinhança do local. O que pode levar a uma revisão da produção elétrica devido aos sombreamentos dos módulos, causados por árvores ou edificações próximas. Portanto, o resultado é uma aproximação da potência necessária para sua demanda elétrica. Para implantação definitiva do sistema é necessário uma avaliação mais detalhada, verificando as particularidades de cada residência.

Em 2018, o preço médio cobrado para instalação no Brasil foi de R\$ 5,21 por Watt pico (Wp) instalado, segundo o Estudo anual do Instituto IDEAL (INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA, 2018), chamado “O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica”.

Isso significa que, se para atender à demanda energética da residência analisada são necessários dois quilowatts pico (2kWp), o que daria uma média de R\$ 10.420,00. As características do sistema simulado estão de acordo com a figura 21.

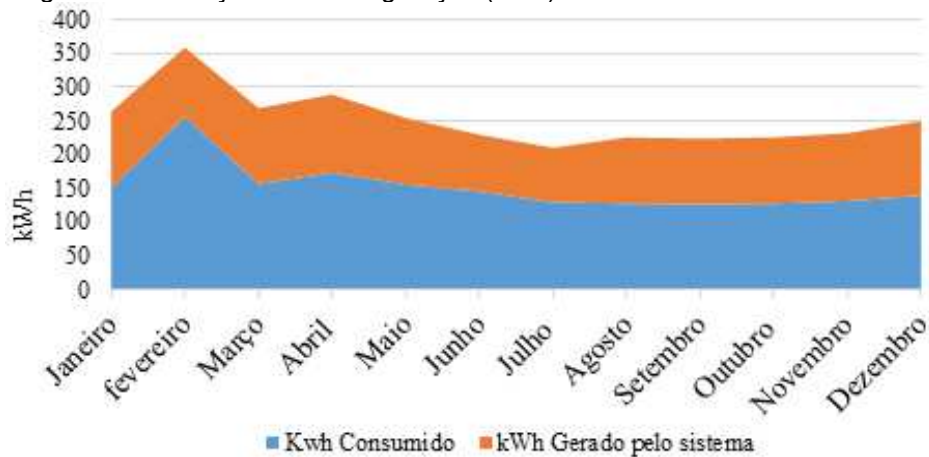
Figura 21– Características gerais do sistema simulado para a residência analisada na comunidade de balneário Ilhas.

Características do Sistema Fotovoltaico	
Capacidade do seu sistema (Potência)	1,0 kWp
Área ocupada pelo seu sistema*	de 6 a 9 m ²
Inclinação aproximada dos módulos	29°
Rendimento anual	1.243 kWh/kWp
Emissões de CO ₂ evitadas	361 kg/a
Como seria seu consumo elétrico anual	
Consumo Total	1.827 kWh
Seu consumo da rede elétrica	584 kWh
Sua geração fotovoltaica	1.243 kWh

Fonte: (INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA, 2019).

De acordo com os dados da base da pesquisa, fornecidos ao simulador, o sistema simulado seria capaz de atender de maneira satisfatória as necessidades da residência, suprimindo em 1.243 kWh dos 1.827, necessários a demanda de energia elétrica da residência. Através de um sistema compacto que necessitaria de uma área de ocupação de no máximo 9m², o que viabilizaria sua utilização de acordo com as características das construções locais. A figura 22, nos mostra a relação entre o consumo residencial e a geração de energia elétrica pelo sistema em kWh.

Figura 22 – Relação consumo/geração (kWh).

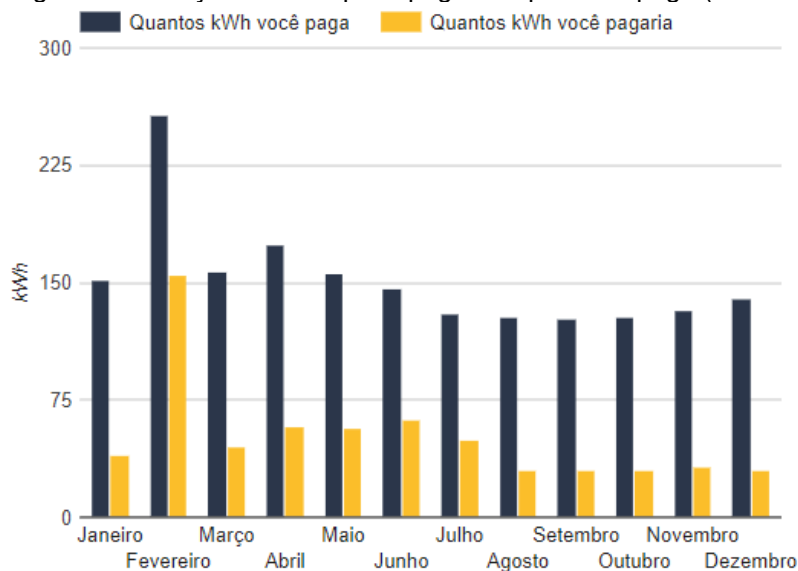


Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

4.6.4 Economia de energia

O sistema simulado seria capaz de fornecer energia elétrica suficiente para se obter uma economia de 68% na fatura de energia no período de 1 ano. A relação entre o que se paga sem o sistema e o que seria pago caso o sistema seja implantado em kWh, pode ser visualizado na figura 23.

Figura 23–Relação entre o que é pago e o que seria pago (em kWh).

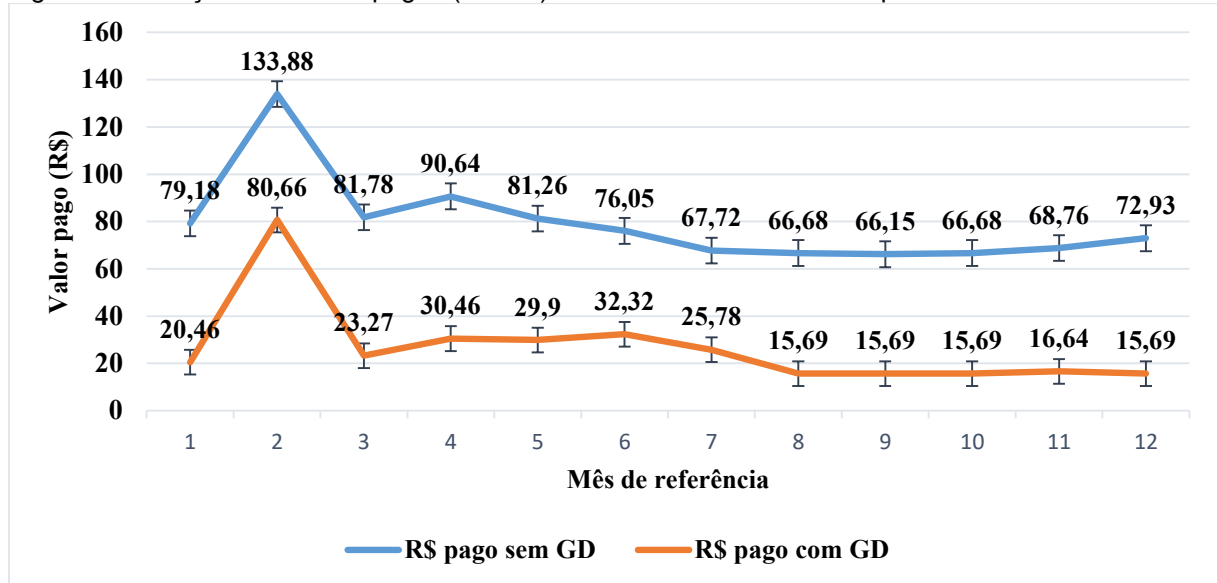


Fonte: (INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA, 2019).

A economia na fatura de energia elétrica seria significativa em todos os meses, mas pode ser destacado o período que compreende os meses entre maio e dezembro, devido ao fato de o consumo permanecer constante relacionado a taxa de

geração. O contrário, acontece entre os meses de janeiro e abril, onde o pico de consumo é maior, sendo que o sistema não seria capaz de gerar energia na mesma proporção de aumento do consumo. A relação detalhada entre o que é pago atualmente e o que seria pago caso houvesse um sistema de geração distribuída de energia solar fotovoltaica está expresso na figura 24.

Figura 24—Relação de valores pagos (em R\$) atualmente e caso fosse implantado o sistema de GD.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2019).

Os dados apresentados demonstram que é possível uma economia de R\$ 647,52 por ano, caso o sistema fosse implantado. Isto representaria um ganho significativo para as residências que seriam atendidas pelo sistema. Para o meio socioeconômico, de uma maneira mais ampla, se supor que o sistema fosse implantado em todas as residências de moradores fixos a economia gerada seria capaz de promover melhorias na economia local, desenvolvendo o comércio e gerando novas fontes de trabalho e renda. No meio elétrico por trazer melhorias ao sistema de fornecimento de energia elétrica local evitando sobrecargas no sistema de fornecimento e falhas frequentes identificadas durante a pesquisa, trazendo segurança elétrica e confiança no sistema de fornecimento de energia para os moradores, deixando de afetar a qualidade de vida e evitando dados econômicos a comunidade.

4.7 REAVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Para a reavaliação dos índices de sustentabilidade os ISA e ISS permanecem inalterados, uma vez que a mudança proposta é relativa a uma melhoria na qualidade do fornecimento de energia elétrica para a comunidade de Balneário Ilhas.

O sistema proposto de geração solar fotovoltaica conectado à rede no qual se enquadra no conceito de geração distribuída foi pensado para que solucionasse os problemas causados pelas frequentes falhas e interrupções no fornecimento de energia elétrica para a comunidade. As melhoras pretendidas são a estabilidade de tensões, adequação no fator de potência e principalmente suprir a demanda nos períodos de interrupções no fornecimento.

Com base no indicativo de que a demanda de energia elétrica da comunidade não seja atendida em sua totalidade, considerando o atual sistema de distribuição convencional implantado, somado ao sistema proposto. Podemos então atribuir melhores cenários ao valor de sustentabilidade elétrica. Caso o ISE fosse reavaliado após a implantação de um sistema complementar de energia, tornando o ISE = 70, já considerado um índice satisfatório. Recalculamos ISG de acordo com a equação 17, obtemos o ISG de 67,1.

Há um incremento significativo nos ISG, no qual sofreu um acréscimo de 5,67%. Este resultado é um indicativo de que fontes confiáveis de energia elétrica renovável e custos baixos podem trazer benefícios importantes, melhorando a qualidade de vida das pessoas com acesso a ela, agregando desenvolvimento e sustentabilidade.

A relação estabelecida no método proposto, busca evidenciar o mesmo nível de importância, entre os indicadores ambientais, socioeconômicos e também os elétricos. Nestes termos um acesso confiável e barato à fontes de energia, de preferência renovável possui a mesma significância de uma sistema ambiental em equilíbrio dentro de uma comunidade tradicional. Por isso os indicadores se equivalem, possuindo o mesmo peso para as suas variáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa foi desenvolvida a partir da percepção de necessidade de criação de indicadores que pudessem ser transformados em índices de sustentabilidade para pequenas comunidades. Optou-se pelo desenvolvimento de um método simples, de fácil compreensão e que pode ser facilmente alterado a partir de inserção de mais variáveis e indicadores, dependendo do que se pretende quantificar. O desenvolvimento dos indicadores que compõem cada índice foi a chave para o alcance dos objetivos traçados.

Optou-se pela obtenção de dados primários, uma vez que não foram encontrados na literatura ou entidades informações similares que poderiam ser utilizadas para a atribuição de valores das variáveis definidas. Esta opção foi de grande valia para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que as visitas *in loco* foram determinantes para uma avaliação mais ampla e realista das situações vividas pelos moradores locais.

No processo de avaliação de sustentabilidade é importante que cada índice utilizado tenha o mesmo peso que os demais, isso evita distorções que podem levar a resultados equivocados, por isso todos os índices estabelecidos nesta pesquisa obtiveram o mesmo critério de avaliação e o mesmo peso, para o alcance do Índice de Sustentabilidade Geral.

O Índice de Sustentabilidade Ambiental obtido retrata a percepção que se tem ao conhecer a comunidade. Há fatores de saneamento que elevam este índice, o abastecimento de água é realizado de forma adequada, há um sistema de coleta de resíduos sólidos e as relações com os recursos naturais acontecem de forma respeitosa. No entanto, pode-se perceber que há um movimento crescente de expansão urbana que está causando uma pressão significativa em áreas que são de relevância física e ecológica para o estuário rio Araranguá. Esta expansão não está sendo causada por moradores antigos e sim por pessoas que veem na comunidade um ambiente adequado para passar a temporada de verão. Este fator não foi abordado nos questionários, mas foi relatado por moradores. Esta migração sazonal de pessoas a comunidade tem causado alguns desequilíbrios ambientais significativos, além da ocupação irregular, o lançamento de resíduos em grande quantidade em áreas alagáveis e áreas de preservação permanente. Estes fatores

fazem com que a ocupação de áreas irregulares seja o principal problema ambiental verificado na comunidade.

As variáveis escolhidas para representar o ISA se mostraram adequadas e cumpriram com os objetivos traçados para esta pesquisa. No entanto, é importante frisar que existem variações populacionais na comunidade estudada e que o método usado pode ser usado na mesma comunidade caso pretenda-se avaliar as alterações das questões ambientais durante este processo de migração na temporada de verão.

O meio social se mostrou representado através das variáveis definidas para este indicador. As questões relacionadas ao número de pessoas por família pesquisada e quantas delas trabalham é fundamental para uma avaliação da sustentabilidade social local. Os números obtidos mostram que há uma tendência a pessoas mais jovens em idade de trabalho se deslocar da comunidade em busca de oportunidades, nas quais não encontram localmente. O baixo número de pessoas por residência e o expressivo número de aposentados na comunidade comprovam este entendimento.

O baixo número de pessoas que obtém suas rendas através de comércio local é um retrato da volatilidade econômica vivida na comunidade. Onde as mesmas pessoas que causam certo desequilíbrio negativo nos índices de sustentabilidade ambiental, no ISS, proporcionam melhores rendas em meses de temporada para as famílias que vivem do comércio local.

Para o Índice de Sustentabilidade Social a metodologia proposta e os indicadores estabelecidos retratam de maneira satisfatória a realidade vivida pelos moradores fixos da comunidade. O valor obtido para este ISS é o mais baixo dos índices contemplados pela pesquisa e demonstra a necessidade de melhorias das questões sociais da comunidade. Como a inserção de posto de saúde, creche, escola e transporte público.

Pode-se perceber ao longo da pesquisa de campo junto à comunidade, que ela é composta principalmente por pessoas mais idosas, que tem acompanhado o passar dos anos e as alterações ocorridas. Os relatos afirmam que muito tem mudado na comunidade, fazendo com que ela perca gradativamente suas características tradicionais. Isso tem se tornado uma preocupação para os moradores locais, influenciando diretamente na sua qualidade de vida. A pesca artesanal, que foi a responsável não apenas pela formação, mas também da manutenção e subsistência

sustentável da comunidade tem ganhado ainda mais destaque com o passar dos anos. O grande potencial pesqueiro da localidade tem atraído cada vez mais pessoas que utilizam este recurso como pesca esportiva, muitas vezes predatória, causando uma diminuição significativa de pescados, afetando a principal atividade e fonte de renda para uma parcela da comunidade.

Devido às intervenções ocorridas por pessoas que não estabelecem uma relação sustentável com os recursos naturais locais, muitos dos moradores ouvidos mantêm uma postura mais conservadora, das quais opinam para que a comunidade permaneça com as características atuais. Porém, acreditam que o poder público pode melhorar as condições básicas de infraestrutura e intervir com mais rigor sobre o uso de áreas protegidas para a construção de novas residências. Fornecedores como, CELESC e SAMAE, deram início a ação mais efetiva neste sentido. Construções em áreas irregulares não podem mais ser conectadas a rede de energia e água, dificultando a execução de novas edificações.

Quanto ao levantamento das opiniões dos moradores com relação a distribuição de energia elétrica, estas foram atendidas pelas variáveis estabelecidas, pois representaram a percepção da comunidade com relação ao atual fornecimento. Foram constatadas através de relatos, interrupções frequentes no fornecimento, que acabam influenciando negativamente na qualidade de vida dos moradores, além de fatores econômicos ligados a queima de equipamentos e impossibilidade de atendimento no comércio local. O sistema de distribuição elétrica atualmente instalado na comunidade atende com falhas as necessidades da comunidade, isto deixa uma abertura significativa para a apresentação de propostas que visem a melhoria no sistema elétrico local.

Para o levantamento do meio elétrico, foi determinante a possibilidade de realizar uma comparação entre o que a comunidade relatou através dos questionários e os dados técnicos coletados pelo analisador de qualidade de energia. Ambos forneceram as mesmas informações de maneiras distintas, as interrupções são frequentes e a qualidade de energia distribuída na comunidade pode ser melhorada.

Uma das alternativas avaliadas foi a inserção de sistema de geração distribuída de energia solar fotovoltaica de maneira individualizada, ou seja, um sistema para cada residência, conectado à rede. Um melhor acesso à energia de qualidade e baixo custo é uma das formas de promover a sustentabilidade sem que

seja promovida grandes alterações em meio a comunidade, respeitando seus modos de vida ainda típico de comunidade tradicional.

A proposta do sistema de geração distribuída caso implantada, traria desenvolvimento sustentável a comunidade de Balneário Ilhas, porém o custo de implantação do sistema ainda é bastante elevado. Uma alternativa a esta barreira seria a criação de políticas públicas e incentivos voltados a comunidade tradicionais, nos quais pudessem estabelecer subsídios econômicos com o objetivo de viabilizar a implantação de sistemas complementares de geração de energia elétrica, possibilitando a promoção do desenvolvimento sustentável destas comunidades. A inserção de fontes alternativas de geração distribuída de energia elétrica tem se mostrado cada vez menos impactante ao ambiente e ao meio social e pode ser considerada um dos indicadores para a avaliação da sustentabilidade.

A metodologia aplicada para a comunidade de Balneário Ilhas, se mostrou eficiente, simples e de fácil compreensão. No entanto, como sugestão para pesquisas futuras, pode ser aprimorada e ampliada, através de desenvolvimento de novos indicadores e definições de variáveis que permitam uma melhor compreensão e diferentes níveis de acompanhamento na avaliação de desenvolvimento sustentável. O mesmo método pode ser aplicado e diferentes escalas, podendo ser aplicado em um município inteiro, tendo como divisões, os bairros, o que resultaria em um Índice de Desenvolvimento Sustentável municipal, com uma percepção local, onde pode ser avaliada as necessidades de cada bairro. Desta forma é possível traçar estratégias de desenvolvimento e ações mais específicas, agregando desenvolvimento e sustentabilidade voltadas as soluções locais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIAS. **Relatório de energias renováveis**. 2017. Disponível em: <https://www.iea.org/publicatons/renewables2017/>. Acesso em 09 de abril de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Resolução normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Resolução normativa nº 687**, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST.

ALBUQUERQUE NETO, H. C. *et al.* Os indicadores de sustentabilidade e a possibilidade da mensuração do índice de desenvolvimento sustentável do município de Campina Grande – Paraíba. In.: Encontro nacional de engenharia de produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, 28. **Anais...**Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.

ARARANGUÁ. **Decreto Nº 7828**, de 27 de dezembro de 2016. Dispõe sobre a criação da unidade de conservação da natureza municipal Área de Proteção Ambiental (APA) da costa de Araranguá, e dá outras providências.

ANDRADE, G. **Geração de energia elétrica sustentável e seu estímulo em Santa Catarina**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Geração distribuída solar fotovoltaica: benefícios líquidos ao Brasil**. 2018. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/16832773/4+-+ABSOLAR+GD+Solar+Fotovoltaica.pdf/f0d41ea4-4bba-8cf8-fb02-b864dc83c293>. Acesso em: 9 set 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997,

AULICINO, P. **Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade em ambientes construídos: os casos dos conjuntos habitacionais**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. 153 p.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 6. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Visões**, [S.l.], v.1, n 4. jan/jun, 2008.

BARBOSA, W. P.; AZEVEDO, A. C. S. de. Geração distribuída: vantagens e desvantagens. In: Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia, 2., 2014, **Anais...** p. 1 - 11.

BELLEN, H. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

BENETTI, L. B. **Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável (IDS) do município de Lages/SC através do método do painel de sustentabilidade**. Florianópolis, 2006. xii, 203 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: o que é, o que não é. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

BORBA, M. C. V.; GASPAR, N. F. **Um futuro com energia sustentável**: iluminando o caminho. São Paulo: FAPESP, 2010. 298 p.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Informação para a tomada de decisões. In.; BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento**. Capítulo 40. [2012]. Disponível em <http://www.mma.gov.br/informma/item/720-cap%C3%ADtulo-40.html>. Acesso em 10 de março de 2019.

CALGARO, C. Desenvolvimento sustentável: uma realidade a ser alcançada. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v. 8, n. 21, maio 2005. Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=534. Acesso em 1 mar. de 2018.

CAMARGO, A. L. B. **As dimensões e os desafios do desenvolvimento sustentável**: concepções, entraves e implicações à sociedade humana. Florianópolis, 2002. xiii, 182 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

CAMARGO, A.L.B. **Desenvolvimento sustentável**: dimensões e desafios. Campinas, SP: Papyrus, 2003.

CARVALHO, D. D. C. de. **Proposta de um modelo para implantação de sistemas híbridos de geração distribuída eólico-fotovoltaicos**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia,

Programa de pós-Graduação em Engenharia de Produção.

CARVALHO, G. M.; BARCELLOS, F. C. **Construindo indicadores de sustentabilidade**. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 1-14, 2009.

CARVALHO, J. R. M. *deet al.* Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 2, ago. 2011.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **Dados de consumo**. Disponível em: <http://www.celesc.com.br/portal/index.php/celesc-distribuicao/dados-de-consumo>. Acesso em 8 abr. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. **32a Reunião Ordinária Conselho Nacional de Política Energética**. 2016.

CRISTIANO S.C., et al. Strategies for the Management of the Marine Shoreline in the Orla Araranguá Project (Santa Catarina, Brazil). In: Botero C., Cervantes O., Finkl C. (eds) **Beach Management Tools: Concepts, Methodologies and Case Studies**. Coastal Research Library, vol 24. Springer, Cham. 2018. p. 735-754.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balanco Energético Nacional 2016**: ano base 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balanco Energético Nacional 2017**: ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017a.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balanco Energético Nacional 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018a.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Plano decenal de expansão de energia**: 2016. Brasília: MME, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Plano decenal de expansão de energia**: 2026. Brasília: MME, 2017b.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Plano decenal de expansão de energia**: 2027. Brasília: MME, 2018b.

GOLDEMBERG, J. Energia e Sustentabilidade. **Rev. Cult. e Ext. USP**, São Paulo, n. 14, p.33-43, nov. 2015.

GOLDENBERG, J.; GIANESELLA, S. M. F.; CORRÊA, F. M. P. **Sustentabilidade dos oceanos**. São Paulo: Blucher, 2010. 199 p. (Série sustentabilidade, v. 7)

IMS POWER QUALITY. **PowerNET P-600 G4**: 2014. Disponível em: http://www.ims.ind.br/Uploads/Produto/2fa948ef-b853-4d87-801a-84c281c88ec4PowerNET_P600_G4_Cat%C3%A1logo_P.pdf. Acesso em: 11 abr. 2019.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA. **O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica:** edição. 2017. 68 p. Disponível em: https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/estudoidealmercadofv2017_web. Acesso em 7 out 2018.

JANUZZI, P. de M. **Indicadores socioeconômicos na gestão pública.** Florianópolis, SC: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; [Brasília]: CAPES/UAB, 2009. 112 p.: il.

KEMERICH, P. D. C; RITTER, L. G; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista do Cento de Ciências Naturais e Exatas; Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 5, 2014. p. 3723-3736.

LAGO, A. A. C. do. **Conferências de desenvolvimento sustentável.** Brasília: FUNAG, 2013. 202 p.

LEITE, D. T. B. de S. **Indicadores de sustentabilidade: subsídios para o gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis no município de Aracaju/SE.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.

LUCENA, M. A. A. de; OLIVEIRA, M. G. B. de; BEZERRA, I. S. Consórcio de Energia Solar e Eólica em Áreas Isoladas no Semiárido Paraibano: um estudo de caso em Picuí – PB. **Revista Ambiental**, [S.l.],v.1, n. 3, p. 115-124, jul/set, 2015.

LUCON, O.; GOLDEMBERG, J. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil . **Estudos Avançados**, [S.l.], v. 23, n. 65, p. 121-130, 1 jan. 2009.

MARTINS, A. R. P. FERRAZ; F. T; COSTA, M. M. Sustentabilidade ambiental como nova dimensão do índice de desenvolvimento humano dos países. **Revista do BNDES**, RIO DE JANEIRO, V. 13, N. 26, P. 139-162, dez. 2006

MATOS, D.M.B.; CATALÃO, J.P.S. Geração Distribuída e os seus Impactes no Funcionamento da Rede Elétrica. In.: **International Conference on engineering**, 2013. **Anais...** Lisboa: Universidade de Lisboa, 2013.

MORAES, D. C. de; SANTOS, M. L. dos; BALDISSERA, L. B. A implementação da geração de energia elétrica de forma distribuída como vetor na busca pelo desenvolvimento sustentável. In: Congresso internacional de direito e contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede, 2., 2013, Santa Maria. **Anais...** . Santa Maria: [s.n.], 2013. p. 613 - 625.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **17 Objetivos para transformar nosso mundo.** Disponível em:<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. [2018]. Acesso em:9 abr. 2019.

PEREIRA, M.P; SAUER, L; FAGUNDES, M.B.B. Mensurando a sustentabilidade

ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 17, n. 2, p. 327-338, abr./jun. 2015.

PIERA, J. M. M. Upcoming Transitions in the Energy Sector and Their Impact on Corporations Strategies. **Energy And Power Engineering**, [s.l.], v. 07, n. 06, p.278-296, 2015. Scientific Research Publishing, Inc.,
<http://dx.doi.org/10.4236/epe.2015.76027>.

RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica do Prodepa**, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 55-76, 2007.

RODRIGUES, A. **Análise da viabilidade de alternativas de suprimento descentralizado de energia elétrica a comunidades rurais de baixa renda com base em seu perfil de demanda**. 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Fazenda. **Caderno de Indicadores**. Diretoria de Planejamento Orçamentário. Florianópolis, 2016, 171p.:il.

SHAYANI, A. F. **Método para determinação do limite de penetração da geração distribuída fotovoltaica em redes radiais de distribuição**. 186p. Dissertação (Doutorado) Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2010.

SOLIGO, V. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Est. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 12-25, maio/ago. 2012.

STOFFEL, J.A; COLOGNESE, S. A. O desenvolvimento sustentável sob a ótica da sustentabilidade multidimensional. **Rev. FAE**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 18 - 37, jul./dez. 2015.

TURNES, V. A. **Sistema dos indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável** : indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável. Florianópolis, 2004. 236 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 3.ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC – CENTRO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SAÚDE

Mestrando: Fernando Reus da Rosa – fernandoreusr@hotmail.com

Orientadora: Dr. Carla de Abreu D'Aquino - Carla.daquino@ufsc.br

COLETA DE DADOS JUNTO A COMUNIDADE DE BALNEÁRIO DE ILHAS – ARARANGUÁ/SC

DATA: / / Local da entrevista: . Entrevistador: .

Levantamento Meio Social	Percepção da comunidade com relação ao fornecimento de energia elétrica
<p>1. Qual o número de moradores na residência?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> Outros: _____</p>	<p>5. O fornecimento de energia elétrica disponível atualmente, atende as necessidades da família?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Atende com falhas <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Pode melhorar</p>
<p>2. Quantos dos moradores trabalham:</p> <p><input type="checkbox"/> 1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> Outros: _____</p>	<p>6. As interrupções no fornecimento de energia elétrica são frequentes?</p> <p><input type="checkbox"/> Não ocorre <input type="checkbox"/> Raramente ocorre <input type="checkbox"/> Periodicamente ocorre <input type="checkbox"/> Frequentemente ocorre</p>
<p>3. Qual a principal fonte de renda da família?</p> <p><input type="checkbox"/> Aposentadoria <input type="checkbox"/> Comércio Local <input type="checkbox"/> Pesca <input type="checkbox"/> Trabalho fora da localidade <input type="checkbox"/> Outros: _____</p>	<p>7. As quedas no fornecimento de energia elétrica são suficientes para afetar a qualidade de vida ou mesmo a atividade econômica desenvolvida na comunidade?</p> <p><input type="checkbox"/> Não afetam <input type="checkbox"/> Às vezes afeta <input type="checkbox"/> Frequentemente afeta <input type="checkbox"/> Sempre afeta</p> <p style="font-size: small;">Caso a afete, qual dano já ocorreu em sua residência por falha no fornecimento de energia elétrica? _____; _____;</p>
<p>4 – Qual a renda média da família?</p> <p><input type="checkbox"/> Até 01 salário mínimo <input type="checkbox"/> Até 02 salários mínimos <input type="checkbox"/> Até 03 salários mínimos <input type="checkbox"/> Até 04 salários mínimos <input type="checkbox"/> Acima de 4 salários mínimos</p>	<p>8. Na sua opinião um sistema de geração de energia complementar traria benefícios sociais e econômicos a comunidade de Bal. Ilhas?</p> <p><input type="checkbox"/> Traria Benefícios Significativos <input type="checkbox"/> Traria Poucos Benefícios <input type="checkbox"/> Nada mudaria <input type="checkbox"/> Traria Efeitos Negativos</p>
Diagnóstico das questões ambientais	
<p>9 – A residência é atendida pela sistema de coleta de resíduos sólidos do município?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (O que é feito com os resíduos gerados na residência? _____)</p>	<p>11. Sua residência é atendida pela rede de distribuição de água tratada?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (Qual a fonte de abastecimento de água em sua residência? _____)</p>
<p>10 – Qual o Sistema de tratamento de esgoto da residência?</p> <p><input type="checkbox"/> Fossa-Filtro-Sumidouro <input type="checkbox"/> Não há sistema de tratamento de esgoto.</p>	<p>12. Qual a interação dos membros da família com os recursos naturais disponíveis na comunidade?</p> <p><input type="checkbox"/> Pesca artesanal <input type="checkbox"/> Lazer <input type="checkbox"/> Não se relaciona com os recursos naturais locais <input type="checkbox"/> Comércio local.</p>
<p>13. Na sua opinião, o que a comunidade de Balneário Ilhas precisa pra se desenvolver nos contextos sociais, ambientais e econômicos?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	