

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOECONÔMICAS**

**CURSO DE COMANDO E ESTADO MAIOR: ESPECIALIZAÇÃO EM  
ADMINISTRAÇÃO EM SEGURANÇA PÚBLICA COM ÊNFASE NA ATIVIDADE  
BOMBEIRO MILITAR**

**LEANDRO FLORES EMMANUELLI**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO  
FOMENTO A UMA POLÍTICA INSTITUCIONAL SUSTENTÁVEL NO CORPO DE  
BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

**Florianópolis - SC  
Outubro 2021**

**Leandro Flores Emmanuelli**

**Proposta de implantação da energia fotovoltaica como fomento a uma política institucional sustentável no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**

Monografia apresentada ao Curso de Comando e Estado-Maior e ao Curso de Especialização em Administração em Segurança Pública com ênfase na atividade Bombeiro Militar, do Centro de Ensino Bombeiro Militar (CBMSC) e do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas (UDESC) como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Administração em Segurança Pública com Ênfase à Atividade Bombeiro Militar.

**Orientador (a): Prof Dra Janice Mileni Bogo**

**Florianópolis  
2021**

*Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor com orientações da Biblioteca CBMSC*

---

**Emmanuelli, Leandro Flores**

Proposta de implantação da energia fotovoltaica como fomento a uma política institucional sustentável no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. / Leandro Flores Emmanuelli. -- Florianópolis : CEBM, 2021.

65 p.

Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2016.

Orientador: Dra. Janice Mileni Bogo

1. Energia Fotovoltaica. 2. Sustentabilidade. 3. Política Institucional. I. Bogo, Janice Mileni. II. Título.

---

**LEANDRO FLORES EMMANUELLI**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO FOMENTO A UMA POLÍTICA INSTITUCIONAL SUSTENTÁVEL NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

Monografia apresentada ao Curso de Comando e Estado-Maior e ao Curso de Especialização em Administração em Segurança Pública com ênfase na atividade Bombeiro Militar, do Centro de Ensino Bombeiro Militar (CBMSC) e do Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas (UDESC) como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Administração em Segurança Pública com Ênfase à Atividade de Bombeiro Militar.

**Banca Examinadora:**

**Orientador(a):**

---

Dra. Janice Mileni Bogo  
UDESC

**Membros:**

---

Dr. Valério Alécio Turnes  
UDESC

---

Me. Marco Aurelio Stimamiglio Timmermann  
Tenente CBMSC

**Florianópolis, 18 de outubro de 2021**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pela permissão de aqui estar; aos meus antepassados como forma de honrar e reconhecer a todos; e em especial aos meus pais pela concepção da minha vida e todo amor dado a mim até então.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, por todos os ensinamentos repassados ao longo da vida. A minha mãe pelos ensinamentos repassados sobre flexibilidade, empatia e sobre contornar os problemas como forma de se buscar soluções para estes. Ao meu pai por todos os conceitos de persistência, força, retidão, caráter e honra. Sem estes, certamente minha caminhada estudantil e profissional teriam sido bem diferentes até o presente momento. Aos meus nobres colegas e amigos que ombrearam a fase presencial do CCEM, pelos excelentes momentos proporcionados durante as nove semanas de convivência. Aos colegas Natalia e Motelievicz por tornarem o curso mais leve e mais fácil através da empatia, espírito de corpo e competência de ambos. A minha orientadora, pela paciência, compreensão e expertise transmitida durante o período de orientação. E a minha namorada Giliane por todo carinho, apoio, extrema paciência e compreensão durante todo curso.

“Não dê jeitinho, seja a diferença”

(Leonardo da Silva Assis)

## RESUMO

O presente trabalho faz um estudo sobre a implantação de energia fotovoltaica no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina com objetivo de fomentar e demonstrar a importância da criação de uma política institucional visando uma estratégia coerente de sustentabilidade. A obtenção dos dados realizou-se através do Sistema de Contas Públicas e do Sistema de Apoio a Gestão, ambos do CBMSC com apoio complementar dos dados da Celesc. A pesquisa permitiu demonstrar as boas práticas do uso de energia fotovoltaica, delinear o cenário completo acerca do consumo de energia elétrica por parte da instituição no ano base 2019, calcular a emissão de gás carbônico para geração da eletricidade consumida, assim como o payback e o retorno financeiro a instituição caso seja implantado o sistema, seja de forma centralizada ou individualizada. Na conclusão, fica clara a importância no cenário mundial e nacional dessa forma de obtenção de energia limpa, além da viabilidade técnico-econômica ambiental para quaisquer das formas de implementação. Finalmente, destaca-se que após dados apontados no trabalho, faz-se necessário a implementação de uma política institucional acerca do tema.

**Palavras-chave:** Energia Fotovoltaica. Sustentabilidade. Política Institucional.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenvolvimento Sustentável .....	18
Figura 2 – Obstáculos e Ações Estratégicas - Macrorregião Oeste.....	20
Gráfico 1 – Geração de energia elétrica mundial por fonte (%).....	22
Gráfico 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte ao SIN.....	23
Figura 3 – Carta radiação solar, média anual, no Brasil.....	25
Figura 4 – Usina solar Megawatt no edifício sede da Eletrosul em Florianópolis-SC, com painéis integrados na cobertura do prédio e estacionamentos.....	32
Figura 5 – Usina de energia Cidade Azul localizada no município de Tubarão, pertencente a Tractebel Energia.....	33
Gráfico 3 – Distribuição de Energia por município .....	34
Gráfico 4 – Distribuição por Unidade Consumidora (174 UC).....	36
Figura 6 – Edital beneficiando pessoas físicas no Brasil (2019).....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios não atendidos pela CELESC .....	35
Tabela 2 – Quartéis Bombeiro Militares com Energia Fotovoltaica .....	36
Tabela 3 – Consumo anual de energia no CBMSC para o ano de 2019.....	37
Tabela 4 – Fator de emissão de CO <sub>2</sub> pelo método simples ajustado (tCO <sub>2</sub> /MWh).....	38
Tabela 5 – <i>Payback</i> , em anos, consideradas as interações .....	42
Tabela 6 – Retorno esperado conforme <i>payback</i> para a usina solar.....	43
Tabela 7 – <i>Payback</i> individual, em anos, consideradas as interações.....	46
Tabela 8 – Retorno esperado conforme <i>payback</i> individual .....	47
Tabela 9 – Retorno esperado somando as 128 unidades consumidoras .....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APH	Atendimento Pré-Hospitalar
B3	Bolsa de Valores Brasileira
BBM	Batalhão Bombeiro Militar
BEN	Balanço Energético Nacional
BIPV	<i>Building Integrated Photovoltaic</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBE	Custo da bandeira de escassez hídrica
CBMSC	Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CI	Custo Inversores
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
COSIP	Contribuição Sistema de Iluminação Pública
COVID-19	Coronavírus SARS-CoV-2
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME	Ministério de Minas e Energia
OBM	Organizações Bombeiro Militar
ODM	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PEE	Programa de Eficiência Energética
PNE	Plano Nacional de Energia
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PROPLAN	Pró-Reitoria de Planejamento e Infraestrutura
REN	Resolução Normativa
RN	Rio Grande do Norte

SAG	Sistema de Apoio à Gestão
SC	Santa Catarina
SCP	Sistema de Contas Públicas
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIN	Sistema Interligado de Energia
SNE	Sistema Nacional de Energia Elétrica
TE	Tarifa de Energia
TED	Termo de execução descentralizada
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidades Consumidoras
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina

## LISTA DE SÍMBOLOS

MW	Megawatts
CO <sub>2</sub>	Gás carbônico
CH <sub>4</sub>	Gás metano
kWh	Kilowatt hora
GW	Gigawatts
TWh	TeraWatt-hora
kWp	Kilowatt pico
kW	Kilowatt
GWh	Gigawatts-hora
MWh	Megawatts-hora
tCO <sub>2</sub>	Tonelada de Carbono
CCO <sub>2</sub>	Crédito Carbono em (U\$\$ ou R\$)
U\$\$	Dólar
R\$	Reais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA .....	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	15
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	15
1.3 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 ORIGEM DA PREOCUPAÇÃO MUNDIAL .....	17
2.2 POLÍTICAS E PROGRAMAS EM DESENVOLVIMENTO .....	19
2.3 FONTES DE ELETRICIDADE NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)....	21
2.4 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E A VIABILIDADE ECONÔMICA .....	25
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	29
<b>4 CARACTERIZAÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA REALIDADE ESTUDADA</b> .	31
4.1 BOAS PRÁTICAS .....	31
4.2 CONSUMO E CUSTO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA .....	34
4.3 PROJEÇÃO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA .....	37
<b>4.3.1 Cálculo da emissão e créditos de carbono</b> .....	38
<b>4.3.2 Implantação da usina de energia fotovoltaica</b> .....	40
<b>4.3.3 Implantação individualizada</b> .....	44
4.4 Fontes de recursos e desafios .....	47
<b>4.4.1 Internacional</b> .....	48
<b>4.4.2 Nacional</b> .....	49
4.4.2.1 Fundo CLIMA .....	50
4.4.2.2 Fundo Socioambiental .....	50
4.4.2.3 Finame - Baixo Carbono.....	51
<b>4.4.3 Empresas geradoras de Energia</b> .....	51
4.4.3.1 Programa de Eficiência Energética (ANEEL/CELESC).....	52
4.4.3.2 Demais programas e empresas .....	52
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	53
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	57
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	59

## 1 INTRODUÇÃO

As preocupações com o meio ambiente, com os impactos decorrentes das ações humanas sobre a Terra e com o tema sustentabilidade originaram-se após a revolução industrial no século XVIII e ganharam substancial importância a partir da década de 60, sobretudo nas décadas de 70 e 80. (POTT; ESTRELA, 2017).

A evolução do supracitado, faz-se presente atualmente, dentre outros, através dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo um deles a “Energia Limpa e Acessível” (ONU, 2018).

Os países, de forma geral, estabelecem uma série de políticas públicas que “são a totalidade de ações, metas e planos que os governos (nacionais, estaduais ou municipais) traçam para alcançar o bem-estar da sociedade e o interesse público” (SEBRAE, 2008, p.5). Portanto, os temas sustentabilidade e meio ambiente, em pauta de forma mais intensa desde a década de 80, vem se refletindo em políticas públicas mundiais com ações em diversos países. As agendas de desenvolvimento propostas no âmbito das Nações Unidas, como a Agenda 21 fruto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92, tinha exatamente este objetivo, ou seja, constituir-se num instrumento estratégico para o estabelecimento de políticas públicas e iniciativas diversas a serem propostas tanto pelo poder público, em qualquer nível, quanto pela sociedade civil representada pelas empresas e organizações sociais.

Na mesma lógica os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com validade entre 2000 e 2015, também buscaram constituir-se em metas a serem alcançadas por todas as nações na operacionalização de um desenvolvimento mais justo e inclusivo. E, recentemente, como já assinalado, a Agenda 2030 traz os 17 ODS com suas 169 metas e que pode (e deve) ser adaptado às prioridades organizacionais e potencialidades locais. No momento, vive-se a chamada “década da ação” dos ODS, onde o movimento intensifica os esforços para que os ODS sejam cumpridos até 2030.

O ODS 7, Energia Acessível e Limpa, é o que inspira o presente trabalho que, por sua vez, tem por finalidade propor a implementação de energia fotovoltaica (solar) em âmbito estadual de forma a alinhar o Planejamento Estratégico do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) à Agenda 2030 da ONU e ao Plano estratégico do estado: “Santa Catarina: Estado de Excelência em Sustentabilidade, Inovação e Empreendedorismo, com Equidade Social e Regional” (SANTA CATARINA, 2018).

A proposta ganha maior relevância considerando as inúmeras reportagens e alertas acerca da maior seca dos últimos 91 anos, onde grandes e importantes usinas hidrelétricas brasileiras estão trabalhando em capacidade reduzida e sofrem ameaça da falta de água para geração de energia elétrica. Um dos exemplos é a hidrelétrica de Belo Monte, que conforme Pereira (2021), em setembro do presente, opera gerando apenas 300 Mega Watts (MW) do potencial de 11.233 MW, ou seja, apenas 2,67% da capacidade total, o que elucida muito bem a grave situação enfrentada pelo país que em caso extremo poderá sofrer com falta de energia.

A escassez hídrica que ocorre no presente momento afeta a principal fonte geradora de energia elétrica do Sistema Nacional Interligado de energia (hidroelétricas), corroborando com os demais fatores para que os aumentos do valor do kilowatt-hora sofra aumentos constantes nos últimos 10 anos totalizando soma maior que 220% enquanto perdurar a atual bandeira de escassez através do sistema de bandeiras da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2020).

O trabalho está organizado em quatro capítulos, sendo que cada um representará um objetivo específico do presente trabalho. No primeiro objetivo tratado serão sistematizados as boas práticas no território nacional acerca de energia fotovoltaica, seja em instituições públicas ou privadas.

No segundo objetivo será apresentado o consumo anual de energia elétrica dos quartéis de Bombeiros Militar em SC juntamente com os custos associados para o ano de 2019.

No terceiro objetivo serão discutidos os impactos nos custos da instituição a partir da implantação realizada, bem como realizado o cálculo do *payback* e redução de emissão de gás carbônico, principal gás causador do aquecimento global e foco do objetivo das reduções propostas pela ONU.

No quarto e último capítulo, serão apresentadas possíveis fontes de financiamento para o projeto, sejam elas públicas ou privadas como os bancos de fomento internacionais.

## 1.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Observadas as informações acima, faz-se imprescindível fomentar a implementação de ações e políticas institucionais que vão ao encontro daquelas previstas no planejamento estratégico institucional acerca do tema sustentabilidade. Dessa forma atua-se em dois cenários principais, ou seja, na geração da própria energia de forma sustentável e no controle dos gastos referente a energia elétrica, de forma a não ficar exposto às bandeiras tarifárias e aos constantes aumentos. A partir dessa necessidade, identificou-se a situação-problema: **A ausência de**



**políticas institucionais alinhadas ao planejamento estratégico acerca da produção e consumo da energia elétrica nas organizações bombeiros militares do estado de Santa Catarina.**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Contribuir para a criação de uma política institucional no tocante a implementação da energia fotovoltaica visando fomentar uma estratégia coerente de sustentabilidade no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Pesquisar e sistematizar aprendizados e boas práticas no território nacional sobre a adoção de painéis fotovoltaicos como fonte de energia para instalações públicas ou privadas;
- b) Identificar qual o consumo anual de energia elétrica e os custos associados, tendo como referência o ano de 2019, de todas as organizações bombeiro militares de Santa Catarina;
- c) Apresentar projeção do impacto nos custos com energia por meio da implantação do sistema de energia fotovoltaica, bem como previsão da redução na emissão de gases causadores do aquecimento global;
- d) Organizar possíveis fontes de financiamento e fomento, assim como os principais desafios, para a alteração nas fontes de energia nas Organizações Bombeiro Militar (OBMs).

## 1.3 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

A presente pesquisa possui alta relevância institucional pois abrange de forma direta dois temas estratégicos para o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, onde o estudo fomentará a proposição, por parte do CBMSC, de uma política institucional alinhada diretamente à políticas públicas sustentáveis e assuntos acerca dos impactos financeiros com a

implementação da energia fotovoltaica para todas as unidades consumidoras (UC) da corporação no estado servindo como exemplo (*case*) para outras organizações públicas.

Sob a ótica das políticas públicas sustentáveis, a pesquisa justifica-se pela atualidade do tema sendo este frequentemente estudado e analisado por diversos cientistas de relevância mundial que buscam mitigar os impactos causados no planeta Terra, pelo homem, através da redução da emissão de carbono bem como do melhor aproveitamento das energias hoje classificadas como renováveis (ex: aquelas provenientes do sol, dos ventos, dos vulcões e outras fontes de calor no solo, além das águas).

O trabalho ainda busca alinhar-se às iniciativas e prioridades sustentáveis mundiais, nacionais e estaduais acerca do tema com a intenção de real implementação de forma a colocar o CBMSC na vanguarda nacional e quiçá mundial ao suprir 100% da demanda energética (elétrica) através de uma fonte limpa e inesgotável, ao menos para essas e as próximas gerações.

Juntamente com os benefícios apresentados, somam-se ainda as questões atreladas aos benefícios econômicos, uma vez que o sistema sabidamente tem seu retorno em tempo bem menor do que a vida útil trazendo superavit à instituição no médio prazo e o controle sobre os gastos com energia elétrica. Observando-se esse viés, a pesquisa ainda possui forte apelo uma vez que reunirá todo conhecimento já obtido e objetivará quantificar e indicar a melhor estratégia para implantação, indicando ainda o retorno financeiro obtido com a implementação da energia fotovoltaica.

Fundamentada e justificada pesquisa, ratifica-se a profunda importância da mesma através do alinhamento com as questões políticas institucionais atreladas às políticas públicas sustentáveis (redução da emissão de gás carbônico para atmosfera), assim como pelo substancial aumento da capacidade de investimento do CBMSC, a médio e longo prazo, na atividade fim (atendimento pré-hospitalar (APH), busca, resgate, salvamento, etc.) através da aplicação dos recursos antes utilizados para pagamento das faturas de energia elétrica em outras áreas de interesse do CBMSC.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para sua subsistência e sobrevivência a humanidade depende dos recursos naturais e dos serviços da natureza. Essa utilização de recursos que inicialmente era apenas para necessidades de subsistência, passa a ocorrer em grande escala com a primeira onda da revolução industrial na Inglaterra no século XVIII (LEAL; FARIAS; ARAUJO, 2008).

A partir do século XVIII intensificam-se as produções manufaturadas que passam a ser em larga escala considerando o período, e para possibilitar tal produção faz-se necessário explorar de igual forma os recursos naturais da Terra. Silva (2007), aborda dentre outros que a partir desta forma de exploração, com o passar do tempo, iniciaram-se os efeitos colaterais de tal modo de exploração sendo dentre elas alterações climáticas, redução da biodiversidade, assoreamento de lagos e rios, poluição de diversas formas do solo, do ar e da água.

### 2.1 ORIGEM DA PREOCUPAÇÃO MUNDIAL

Com o final da segunda guerra mundial, os movimentos ambientalistas voltam a alertar para os impactos causados na Terra, sendo um importante ponto o lançamento do livro “A Primavera Silenciosa” da autora Rachel Carson (2010) onde a mesma denuncia a redução da quantidade de aves devido aos pesticidas utilizados na produção agrícola. Conforme Solomos (1989), o inseticida Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT) foi o responsável pela redução observada por Rachel Carson, uma vez que a casca dos ovos ficava mais fina, comprometendo o ciclo completo.

Em 1968, a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade passam a ganhar espaço mundial, através do relatório apresentado pelo então Secretário-Geral das Nações Unidas (Atividades da Organização das Nações Unidas e Programas Relevantes ao Meio Ambiente Humano) elencando então os requisitos para a criação e fomento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). O PNUMA foi oficialmente criado no ano de 1972 durante conferência da ONU em Estocolmo e atualmente é considerada a autoridade ambiental prevaiente do mundo (UNEP, 2011).

Em 1987, através da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), comissão esta pertencente ao PNUMA, cunhou-se pela primeira vez, em nível mundial, o conceito de desenvolvimento sustentável. Tal conceito foi cunhado dentre outros no Relatório Brundtland intitulado de Nosso Futuro Comum (*Report of the World Commission on*

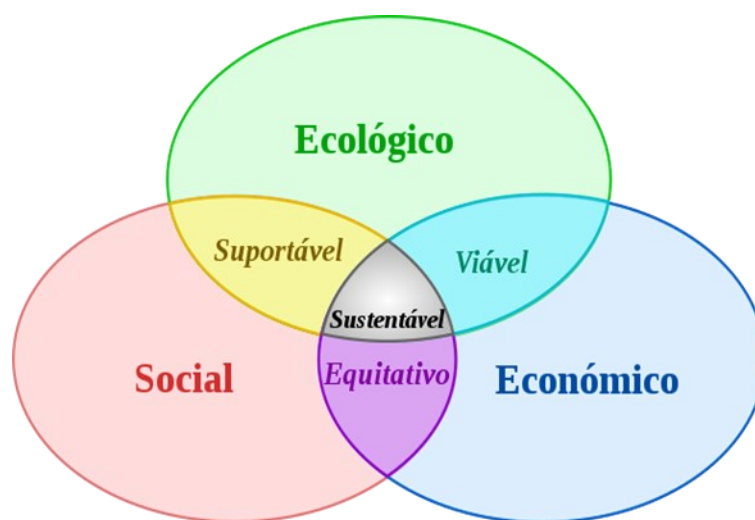
*Environment and Development: Our Common Future*). Abaixo livre tradução do conceito acerca de desenvolvimento sustentável cunhado no relatório:

[...] **o desenvolvimento sustentável deve garantir e atender às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias.** O conceito de desenvolvimento sustentável implica limites, não limites absolutos, mas limitações impostas pelo atual estado da tecnologia e organização social sobre recursos ambientais e pela capacidade da biosfera de absorver os efeitos das atividades da ação humana.

[...] desenvolvimento sustentável requer atender às necessidades básicas das pessoas e estender a todos uma oportunidade de cumprir suas aspirações de uma vida melhor. (ONU, 1987, p. 16, grifo nosso, tradução nossa).

Conforme Elkington (1994 *apud* SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014), idealizador do termo *Triple Bottom Line* (tripé da sustentabilidade), existem três grandes grupos e as interrelações entre estes para que então se atinja o desenvolvimento sustentável, seja como caminho ou objetivo final. Ainda segundo o autor os pilares são divididos em social, econômico e ecológico (ambiental). Observe a representação através da figura abaixo:

Figura 1 – Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Dréo (2009).

Percebe-se que após o início da revolução industrial as interações com o meio ambiente começaram a ocorrer de forma muito mais intensa, apresentando uma série de melhorias para humanidade e também uma série de efeitos colaterais danosos como bem observados à época pela médica e política Norueguesa Gro Harlem Brundtland a qual a partir do seu relatório (*Our Commom Future*), o então recém forjado conceito de desenvolvimento sustentável mantém-se vivo até os dias de hoje tendo sido profundamente analisado e subdividido em 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) no ano de 2015 através da Resolução A/70/1 (ONU, 2015).

## 2.2 POLÍTICAS E PROGRAMAS EM DESENVOLVIMENTO

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), mais recentemente trouxe para as políticas do programa, um termo complementar ao desenvolvimento sustentável, ampliando a importância das questões relacionadas não só a garantia de recursos para as gerações futuras como melhoria na igualdade e bem-estar. Trata-se do termo “economia verde” que é definida como “aquela que resulta na melhoria do bem-estar humano e da igualdade social, enquanto reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica” (UNEP, 2011, p. 16).

Os ODS supracitados foram amplamente discutidos na Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável em Nova Iorque no ano de 2015 onde os 193 países-membros adotaram a Agenda 2030 (Transformando o Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável) (ONU,2015).

Para que os ODS sejam atendidos, cada país adota uma estratégia e, de forma geral, implementam políticas públicas para que se possa alcançar as metas traçadas. “Políticas Públicas são a totalidade de ações, metas e planos que os governos (nacionais, estaduais ou municipais) traçam para alcançar o bem-estar da sociedade e o interesse público” (SEBRAE, 2008, p. 5).

Conforme ONU (2021) pode-se inferir que o objetivo de número sete (*goal 7*), **energia limpa e acessível**, relaciona-se de forma direta com os objetivos fome zero e agricultura sustentável; água potável e saneamento; indústria inovação e infraestrutura; cidades e comunidades sustentáveis; consumo e produção responsáveis; ação contra a mudança global do clima; vida na água; e vida terrestre.

Em termos nacionais, as políticas gerais sobre energia, seja elétrica ou não, são geridas pelo Ministério de Minas e Energia (MME), que possui atualmente dois planos sendo o Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 e o Plano Nacional de Energia 2050 (EPE, [2021a], 2020a).

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE):

O Plano Nacional de Energia – PNE 2030 é o primeiro estudo de planejamento integrado dos recursos energéticos realizado no âmbito do governo brasileira brasileiro [...] O PNE 2030 se constitui em estudo pioneiro no Brasil realizado por um ente governamental. [...] O PNE 2030 surge como uma referência nova e esperada, cumprindo um papel há muito reclamado por toda a sociedade. (EPE, [2021a], online).

O PNE 2050, por sua vez, originou-se do PNE 2030 e “três diferenças podem ser elencadas em relação ao PNE 2030: abordagem do problema, o reconhecimento da imprevisibilidade inerente do futuro e a **perspectiva de abundância de recursos no horizonte de longo prazo**”. (EPE, 2020a, p. 12, grifo nosso).

Segundo Thiago Vasconcellos Barral, presidente da EPE, o PNE 2050 mostra que há muito espaço para o crescimento da contribuição ao sistema através das fontes ditas renováveis com possível entrada, nos próximos anos, de energia advinda do hidrogênio, assim como ocorrência da redução de relevância da hidroeletricidade frente ao crescimento das fontes de energia fotovoltaica e eólica no país (ENGIE, 2020).

No âmbito estadual, encontra-se vigente o Plano de Desenvolvimento de Santa Catarina 2030, que se iniciou no ano de 2018 e findará em 2030. Plano este que se alinha perfeitamente e utiliza a Agenda 2030 - ONU como base de seu constructo, tendo como visão: SANTA CATARINA: referência em sustentabilidade, inovação e empreendedorismo, com equidade social e regional (SANTA CATARINA, 2018). Além da grande ênfase para a sustentabilidade, acompanhando as tendências nacional e mundial, existe previsão específica para energia fotovoltaica (ação estratégica), ao menos, para a macrorregião oeste do estado, observe:

Figura 2 – Obstáculos e Ações Estratégicas - Macrorregião Oeste

INFRAESTRUTURA
<p><b><u>Obstáculos ao desenvolvimento</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de transporte sobrecarregado, com rodovias com baixo padrão de manutenção e altos custos para transporte de bens.</li> <li>2. Sistemas de distribuição de energia insuficientes, principalmente no meio rural.</li> <li>3. Distribuição ineficiente de água e redes insuficientes de saneamento básico.</li> </ol> <p><b><u>Ações Estratégicas para o desenvolvimento</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investir em revitalização de rodovias e construção de terceiras faixas em trechos de alto tráfego e elaborar projetos de viabilidade para as ferrovias Norte-Sul e Leste-Oeste (ferrovia do frango).</li> <li>2. Otimizar os mananciais hídricos e investir na <b>produção de energia limpa, biogás, fotovoltaica e eólica.</b></li> <li>3. Ampliar redes de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto.</li> </ol>

Fonte: Adaptado de Plano de Desenvolvimento de Santa Catarina 2030. (SANTA CATARINA, 2018, p. 162).

O CBMSC possui um Plano Estratégico (2018-2030) alinhado com o estadual. Ainda que não exista uma previsão direta ao tema afeto a energia elétrica, energia limpa ou outro

similar, existe alinhamento quando correlacionados a “Palavra do Comandante-Geral”, a parte introdutória e a Visão institucional:

Palavra do Comandante-Geral:

**Uma Instituição que pretende crescer de forma sustentável** deve possuir objetivos claros e conhecidos pelos seus integrantes, bem como, direcionar seus recursos na busca de alcançar esses objetivos. A ferramenta mais adequada para tal é o Planejamento Estratégico, pois permite projetar as ações, conhecendo as necessidades internas e externas, analisando as tendências dos aspectos sociais, econômicos e políticos. (CBMSC, 2018, p.5, grifo nosso).

Introdução do Plano Estratégico CBMSC 2018-2030:

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina (CBMSC) busca, na visão do Estado catarinense, **ser uma corporação sustentável, inovadora e empreendedora**, atuando com eficiência, eficácia e efetividade em todos os processos e, em especial, no aprimoramento técnico-profissional do capital humano, para preservar a vida, o patrimônio e o meio ambiente catarinense. (CBMSC, 2018, p. 6, grifo nosso)

Por visão Institucional: “ser uma Corporação de excelência na prestação, gestão e conhecimento de serviços de bombeiro, **resguardando** a vida, o patrimônio e o **meio ambiente catarinense** [...]”. (CBMSC, 2018, p. 5, grifo nosso).

### 2.3 FONTES DE ELETRICIDADE NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)

Conceitualmente, as fontes de energia dividem-se em dois grandes grupos sendo o das energias não renováveis e o das energias renováveis. O primeiro grupo é considerado fonte convencional e esgotável, sendo composto principalmente por combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural (EPE, 2020a).

O segundo grupo, das energias renováveis também é classificado, segundo Natt e Carrieri (2017, p. 80), como energia limpa que “é inerente ao caráter renovável e alternativo, isto é, são limpos os tipos de energia que são produzidas a partir de fontes que se repetem na natureza e tendem a não impactar “. Ainda segundo autores as fontes renováveis e limpas são as hídricas, solar, eólica, biomassa, geotérmica e oceânica.

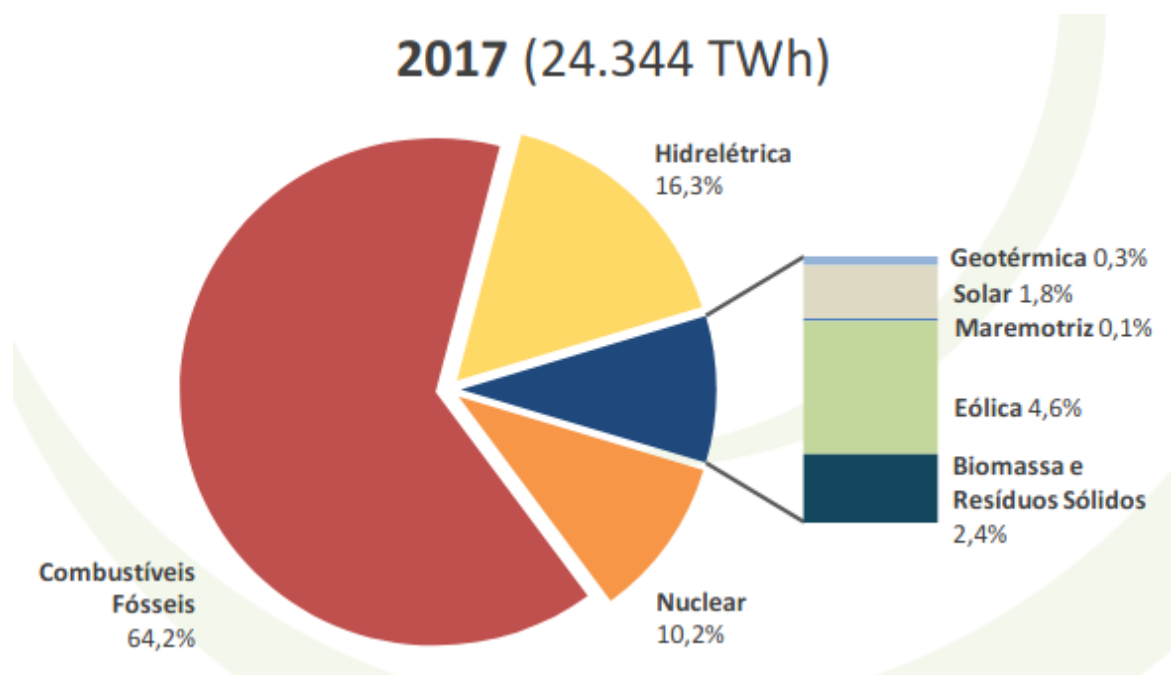
Natt e Carrieri (2017) embasados em Suassuna, (2007), Rampazo e Ichikawa (2013), Santos, (2013) Derrosso e Ichikawa (2014), Massoli e Borges (2014) e Pereira e Ribeiro (2014) afirmam que embora a energia advinda de hidrelétricas seja classificada como limpa, existem uma série de fatores que não são considerados como as questões ligadas ao desalojamento das

famílias, impactos para construção das linhas de transmissão e a modificação ou destruição do ecossistema local.

Ainda que não seja um consenso a forma de mensurar o aporte adicional de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) que permanece na atmosfera a partir da inundação de grandes áreas para formação dos reservatórios das hidrelétricas, Fearnside (2008) afirma que existe grande aporte atmosférico de CO<sub>2</sub>, principalmente nos primeiros anos, sem contar demais gases contribuintes do efeito estufa, como o metano (CH<sub>4</sub>).

Os dados do Anuário estatístico de energia elétrica 2020 (2015-2019) (EPE, 2020b), produzido a cada 5 anos pelo Ministério de Minas e Energia MME, mostram que no ano de 2017 (último disponível na série de dados mundiais), o Brasil foi o oitavo maior produtor mundial de energia elétrica representando 2,4% do total de energia elétrica produzida no mundo (578 TWh) e o sétimo maior consumidor (516 TWh), subdivididos, conforme Gráfico 01, nas seguintes fontes:

Gráfico 1 – Geração de energia elétrica mundial por fonte (%)



Fonte: EPE (2020b, p. 37).

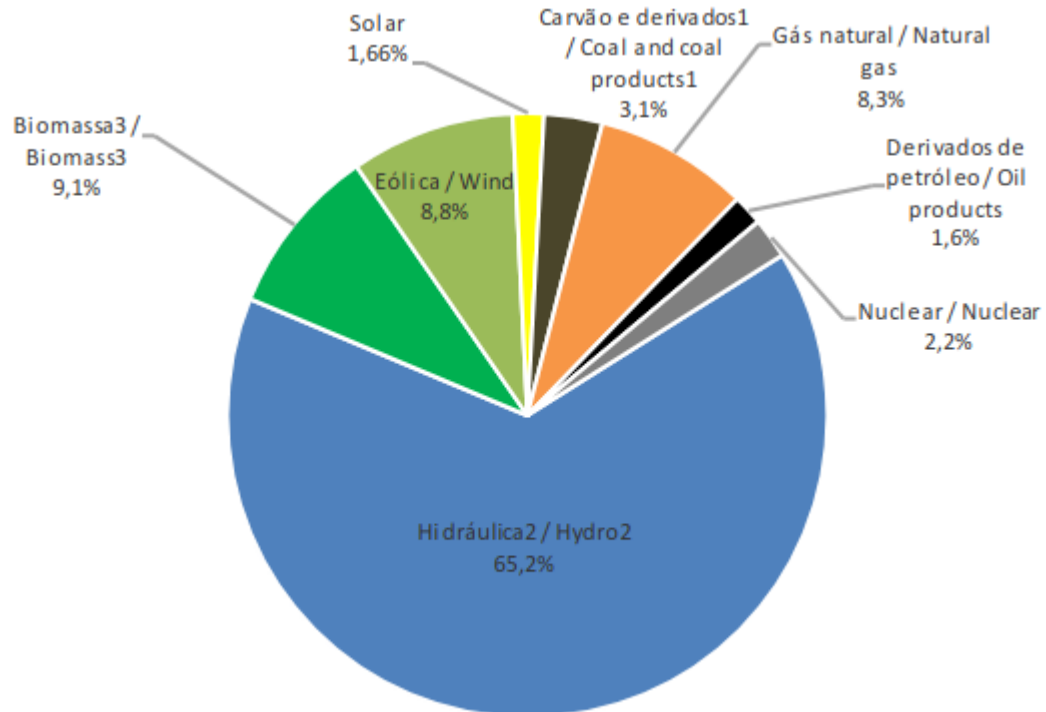
Conforme o Balanço Energético Nacional de 2021:

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 65,2% da oferta interna. **As fontes renováveis representam 84,8% 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 (EPE, 2021b, p.17, grifo nosso).

Gráfico 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte ao SIN



Fonte: EPE (2021b, p. 16).

Comparando-se os gráficos 1 e 2 é possível concluir que o Brasil está muito à frente quando comparado à média mundial nas questões relacionadas à geração e consumo de energia elétrica limpas, ou seja, oriundas de fontes renováveis. O Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 ainda traz a informação que o Brasil também é o sétimo maior produtor de energia a partir de fontes renováveis, produzindo 4,2% de toda energia renovável no planeta (EPE, 2020b).

Ainda assim conforme o Atlas Brasileiro de Energia Solar, “devido às características de suscetibilidade do recurso hídrico em conjunto com o crescimento da demanda de eletricidade, torna-se necessário diversificar as fontes de energia que compõem a matriz elétrica brasileira, buscando aproveitar fontes de energia que causem baixo impacto ao meio ambiente” (PEREIRA *et al.*, 2017, p.14).

O Balanço Energético Nacional (EPE, 2021b), ratifica que ocorreu um aumento da produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis e descentralizadas após incentivo de ações regulatórias, pois dentre outras oportunizou aos sistemas de menor porte (residências e indústrias por exemplo) compensarem a energia excedente (net metering). “Em 2020 a micro e minigeração distribuída atingiu 5.269 GWh com uma potência instalada de 4.768 MW, com

destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 4.764 GWh e 4.635 MW de geração e potência instalada respectivamente” (EPE, 2021b, p.20).

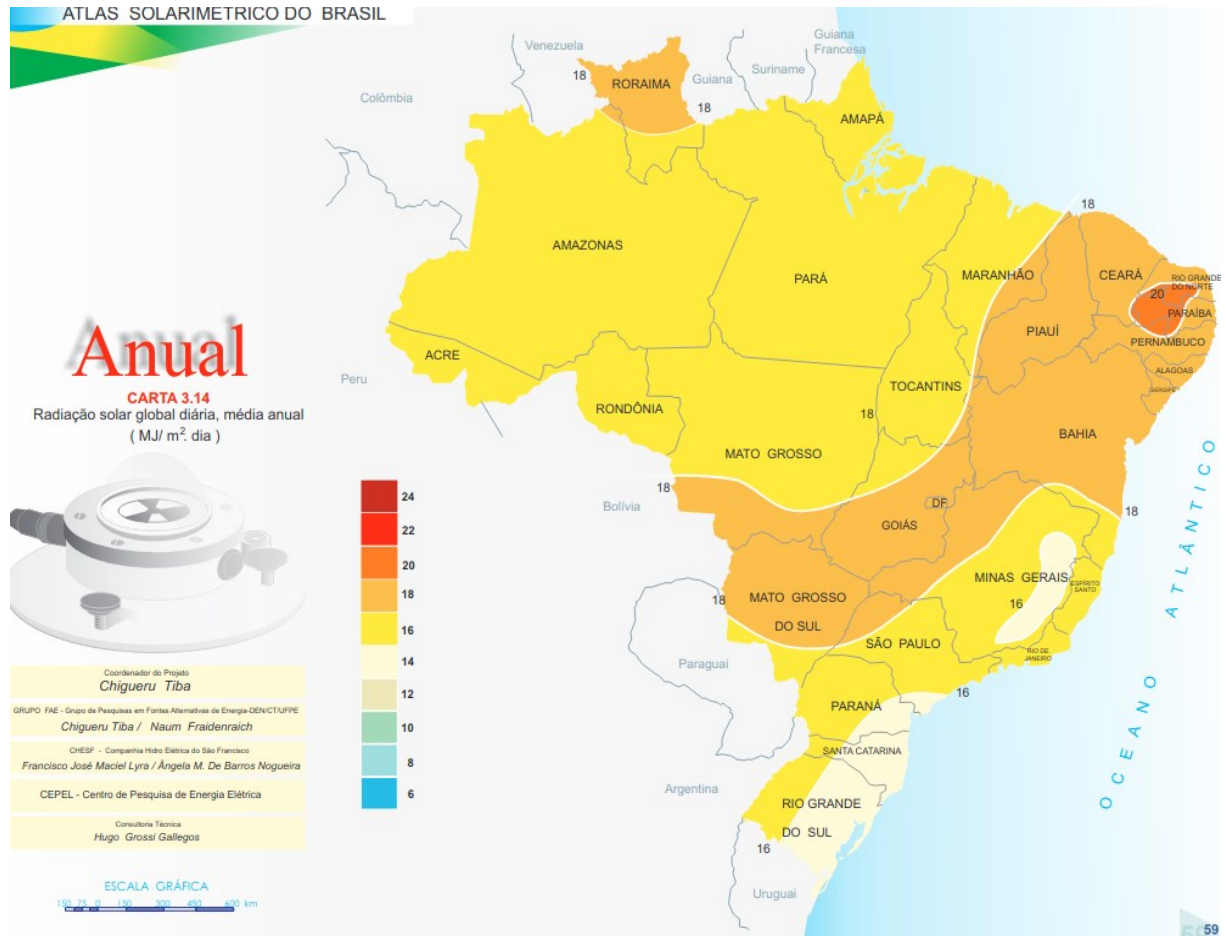
Alinhando-se os recortes acima, a geração de energia totalmente limpa através de painéis fotovoltaicos evitando emissão de toneladas de gás carbônico ao ano interage com as questões sustentáveis onde a médio e longo prazo aumenta a capacidade de investimentos na área fim.

Conforme Lourenço Junior (2020), a energia solar é uma das melhores alternativas para escassez de energia a partir de combustíveis fósseis ou variações nos níveis pluviométricos, uma vez que se trata de energia sem fonte poluidora e inesgotável. Além disso, dependendo do sistema adotado, pode gerar lucro pela energia excedente (sistemas *smart grids*).

Além das questões ambientais para o planeta e econômicas para quem instala (através do retorno financeiro), ainda existem as questões atinentes a geração de empregos devido à necessidade de movimentação de toda cadeia de suprimentos e mão de obra especializada, onde somente a energia solar gerou mais de 3,95 milhões de empregos no ano de 2016 (IRENA, 2016 *apud* STEFANELLO; MARANGONI; ZEFERINO, 2018). Tudo isso alinha-se perfeitamente aos conceitos de desenvolvimento sustentável e economia verde.

O Brasil possui um extenso território com características continentais desde latitudes ao norte da linha do Equador até latitudes ao sul do trópico de capricórnio perfazendo uma extensão (Norte - Sul) de 4.394 quilômetros, extensão esta que Pereira *et al.* (2017) afirma que no local com a menor incidência radiação solar no Brasil (região sul do país) é possível produzir mais energia que o local com maior incidência de radiação na Alemanha.

Figura 3 – Carta radiação solar, média anual, no Brasil



## 2.4 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E A VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo Stefanello, Marangoni e Zeferino (2018), o Brasil é destaque em investimentos, desde a década passada, em âmbito mundial, no setor de energia renovável, aparecendo entre os 10 primeiros no estudo “*Global Trendin Renewable Energy Investment 2016*” realizado pelo PNUMA.

O atual destaque é fruto dentre outros, do Programa Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) criado em 2002 através da Lei Federal 10.438/2002 que antecedeu o PNE 2030 criado no ano de 2007 (BRASIL, 2002). Cabe destacar que a lei originalmente foi criada para incentivar pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), energia eólica e de biomassa; sendo que somente em 2013 a energia fotovoltaica foi incluída no corpo do texto através da Lei 12.783/2013 (BRASIL, 2013).

Foram criados então os conceitos de Microgeração (até 75 kW) e Minigeração (acima de 75 kW e 5MW) de potência instalada de forma a permitir a produção descentralizada de

eletricidade, independente do tipo de fonte, com retorno ao produtor através de algum tipo de compensação podendo ser, por exemplo, créditos para a energia não utilizada ou então a venda da mesma, tudo conforme projeto apresentado junto a companhia de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Devidamente apontadas as questões de ordem técnica no item 2.3, passa-se a analisar as possibilidades legais considerando as leis e regulamentações vigentes. E para tal faz-se necessário a apreciação da Resolução Normativa (REN) 482 de 2012 com a REN 687 de 2015, ambas da ANEEL. (ANEEL 2012; ANEEL, 2015).

A primeira resolução foi aquela que abriu as portas e autorizou os consumidores a injetar a quantidade excedente de energia elétrica na rede, permitindo fazer a troca da energia gerada na unidade consumidora com aquela da rede pública (SIN). Tal resolução permitiu então as instalações centralizadas, ou seja, uma instalação para cada unidade consumidora (ANEEL, 2012).

A segunda resolução, REN 687 de 2015, modificou então a REN 482, aumentando o prazo dos créditos energéticos, reduzindo trâmites burocráticos de 82 para 34 dias, aumentando a capacidade para minigeração de 1 MW para 5 MW (exceto fonte hídrica) (ANEEL, 2015). Por fim, está a possibilidade da geração distribuída que engloba o autoconsumo remoto e a geração compartilhada:

**VII - geração compartilhada:** caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;

**VIII – autoconsumo remoto:** caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (ANEEL, 2015, p. 3, grifo nosso).

Ainda que um projeto seja tecnicamente viável e legal faz-se necessário, através de alguma metodologia, calcular o retorno do investimento. Segundo Souza e Clemente (2001 *apud* BARREIROS, 2004) uma das formas mais simples de se realizar este cálculo é através da técnica conhecida como *payback*, que nada mais é do que o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido.

Dependendo da forma e metodologia utilizada para realização de tal cálculo, pode ser considerado, desde 2006, a venda dos créditos de carbono para projetos oriundos de fontes de energia limpa como forma de reduzir o tempo de *payback*.

Essa possibilidade surgiu a partir do protocolo de Quioto criado em 1997 durante convenção da ONU, com etapas vigentes até os dias atuais, na qual os países que não conseguem adequar-se às metas de redução da emissão de CO<sub>2</sub> compram ‘créditos de carbono’ daqueles que já superaram a marca (TOLEDO, 2001). Ainda segundo o autor a estimativa em 2001 era que a tonelada de CO<sub>2</sub> poderia variar entre U\$\$ 14,00 e U\$\$ 72,00 dependendo da forma regulamentada nos países. O preço médio atual na bolsa de Londres para contrato futuro está em U\$\$ 68,00<sup>1</sup>

Augusto (2021a) já alertava no primeiro semestre do presente, para a possibilidade de uma crise energética já que a estação das águas (período chuvoso no centro-oeste) havia encerrado e o subsistema sudeste/centro-oeste encontrava-se com os reservatórios abaixo dos 30% de capacidade. Alertando ainda que 10 reservatórios dos 39 existentes para abastecimento das hidroelétricas encontravam-se abaixo dos 20%.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) publicou ao final do primeiro semestre uma pequena notícia intitulada “Escassez hídrica” que ratificou a observação de Augusto (2021a), veja:

O país passa pela pior crise hidrológica desde 1930 e nos últimos sete anos os reservatórios das hidrelétricas receberam um volume de água inferior à média histórica. Nesse contexto, o Operador Nacional do Sistema Elétrico reforça que todos os esforços estão sendo envidados, com transparência e informação à população, para que o país atravesse a crise hídrica. [...]. (ONS, 2021, online).

A partir da leitura, constata-se que o país está enfrentando a pior seca dos últimos 91 anos. Situação que agravou-se até final de setembro sem ocorrência de chuvas com capacidade para recompor o nível dos reservatórios, chegando ao preocupante nível em que, em apenas dois meses, ocorreu o aumento de 10 para 16 das 39 barragens que apresentavam capacidade igual ou inferior a 20% da capacidade máxima, ou seja, 10% a menos que os dados anteriores (AUGUSTO, 2021b).

Marcelo Seluchi, meteorologista do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), explicou que nos últimos oito anos o volume de chuva nas bacias dos rios, em especial a do Rio Paraná, vem reduzindo ano após ano o que caracteriza

---

<sup>1</sup> Cotação do dia 13/10/2021 no site <https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>

uma situação ainda mais grave que a seca ocorrida no ano de 2014, pois sem chuva nas bacias não há vazão suficiente para normalizar o sistema hídrico (MEDEIROS; ÍCARO; TAVAREZ, 2021).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho quanto ao seu objetivo, segundo Cervo, Bervian e Silva (2007, p.61), “observa, registra e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los” classificando-se dessa forma como uma **pesquisa descritiva**.

Na persecução do objetivo supra, a estratégia de pesquisa adotada será a **documental** uma vez que utilizará como fonte de pesquisa, fontes primárias como aquelas encontradas nos sistemas, relatórios e documentos do CBMSC, outros documentos e materiais compilados pelo autor, bem como as disponíveis nos demais pólos envolvidos na pesquisa (MARTINS; THEÓPHILO, 2016).

Ainda de acordo com Marconi e Lakatos (2018), a técnica utilizada para realização da coleta de informações e análise de dados será do mesmo tipo, ou seja, a **pesquisa documental**. Ponto importante a salientar é a alta confiabilidade das informações obtidas através dos documentos, pois estes serão extraídos e analisados dos bancos de dados do CBMSC e da Celesc.

Para a obtenção dos dados que serão apresentados e utilizados como base do segundo objetivo específico do presente trabalho, referente aos consumos em kWh e valores gastos com energia elétrica nas unidades, será feito o cruzamento dos dados de dois sistemas internos<sup>2</sup> da corporação sendo o Sistema de Contas Públicas (SCP) e o Sistema de Apoio à Gestão (SAG) com os dados da Celesc e distribuidoras minoritárias de energia para as unidades do CBMSC.

Considerando que o controle de algumas despesas através do SCP, incluindo energia elétrica, foi implementado a partir do ano de 2019 e que este foi último ano com atividades plenas no CBMSC antes da pandemia causada pelo Coronavírus (COVID-19), optou-se por utilizá-lo como ano base na intenção de se obter a maior precisão possível quanto ao consumo em carga de energia elétrica, ou seja, em kWh.

Tal decisão ampara-se em uma série de portarias do Estado de SC e do Comando Geral da instituição que determinou o trabalho remoto (*home office*) durante a maior parte de 2020. O balanço energético nacional (BEN) 2021, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) ratifica a decisão mostrando que o setor público, em geral, reduziu o consumo de energia elétrica em 7,32% no ano de 2020 (EPE, 2021b).

O conceito de *payback* simples foi brevemente apresentado no referencial, sendo que o cálculo a ser realizado irá adicionar a variável venda dos créditos de carbono, passando-se a

---

<sup>2</sup> Sistemas de acesso restrito disponíveis nos endereços: SCP: <https://scp.cbm.sc.gov.br/?pg=1> e SAG: <https://sag.cbm.sc.gov.br/>

três variáveis no cálculo em vez de apenas duas, sendo elas custo de implantação do sistema, retorno por período (anual) e venda dos créditos de carbono.

Cabe destacar que para os cálculos de dimensionamento, todas unidades foram consideradas trifásicas com a taxa de disponibilidade calculada conforme RES 414/2010, ou seja, equivalente a 100 kWh mês (ANEEL, 2010). Esse valor, conforme RES 414/2010 deverá ser pago mesmo que suprido 100% do consumo em kWh pelos painéis solares.

A mensuração referente à redução da emissão de CO<sub>2</sub>, será realizada através de modelos matemáticos devidamente reconhecidos, ou seja, que estão validados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações através de cálculos aceitos pela metodologia internacional do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações faz acompanhamento diário da emissão de CO<sub>2</sub> pelo SIN:

Os fatores de emissão médios de CO<sub>2</sub> para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO<sub>2</sub> associada a uma geração de energia elétrica determinada. Ele calcula a média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem.

Se todos os consumidores de energia elétrica do SIN calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse Fator de Emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN.

Nesse sentido, ele deve ser usado quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica que está sendo gerada em determinado momento. Ele serve, portanto, para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza. (BRASIL, [2021a], online).

Uma vez definida a metodologia, inicia-se o construto na persecução dos objetivos propostos pelo trabalho.



## 4 CARACTERIZAÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA REALIDADE ESTUDADA

No presente capítulo, ocorrerá a organização, planificação, descrição e discussão de todas as informações disponíveis na internet, mundo acadêmico, empresas do setor e sistemas do CBMSC relacionadas ao objetivo geral e que foram trazidas para o capítulo. Os objetivos específicos, previamente estabelecidos, serão devidamente tratados e analisados conforme ordem inicialmente proposta.

### 4.1 BOAS PRÁTICAS

O presente capítulo objetiva pesquisar e sistematizar aprendizados sobre boas práticas no território nacional relacionados a adoção de painéis fotovoltaicos como fonte de geração de energia para instalações públicas ou privadas.

Para tal sistematização serão colecionados recortes e exemplos de instalações de sistemas de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos buscando a diversificação entre os atores sejam eles produtores de energia (exemplo empresa Tractebel) sejam usuários finais alimentados pelas empresas distribuidoras de energia.

A busca por energia de fontes renováveis e consideradas limpas como as energias com fonte eólica e solar ocorre tanto por pessoas físicas como por pessoas jurídicas, sejam estas consumidoras finais ou produtoras, cita-se o exemplo da maior instalação mundial de energia gerada por painéis solares e instalada em território brasileiro. Medeiros (2021) retrata a atuação da empresa francesa, chamada Voltalia, no estado do Rio Grande do Norte (RN), que está na fase de construção de duas usinas solares com potência instalada de 320 MW (megawatts), totalizando 2,4 GW (gigawatts) no complexo solar-eólico.

Nessa disputa, em 2021 está prevista a inauguração da segunda etapa de um total de três da Usina Solar da empresa Enel Green no estado do Piauí. Quando concluídas as três fases, o complexo será o maior do mundo contando com 864 MW de potência instalada e produzindo até 2,2 TWh por ano, o que corresponde ao equivalente de 1,2 milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera caso fosse gerada a partir de combustíveis fósseis (PORTAL SOLAR, 2021).

No âmbito federal, diversas instituições já possuem geração de energia elétrica através do sistema fotovoltaico e outras instalaram recentemente. Conforme reportagem de Marcovit (2021) a Universidade Federal do Pampa, investiu mais de R\$2.000.000,00 (dois milhões) através de um termo de execução descentralizada (TED) na instalação do sistema fotovoltaico. A capacidade total instalada para cada campus ultrapassa os 50.000 kWp abrangendo os campi

de São Borja, Itaqui, Uruguaiana, Alegrete, Caçapava do Sul, Jaguarão, São Gabriel, Santana do Livramento, Bagé e Dom Pedrito. Ainda segundo a reportagem, a Pró-Reitoria de Planejamento e Infraestrutura (Proplan) estimou entre 10% e 20% o valor economizado com os custos de energia elétrica (MARCOVIT, 2021).

Segundo o Jornal Jaru no mês de julho do ano 2020 as promotorias do interior do estado de Rondônia deram início a processo licitatório para implantação dos sistemas fotovoltaicos nas comarcas de São Francisco do Guaporé, Santa Luzia do Oeste e Colorado do Oeste, a expectativa é da economia mensal de R\$12.000,00 (doze mil reais) e 15.500 kWh por mês (PROMOTORIAS..., 2020).

No âmbito catarinense o cenário se repete de igual forma com destaque para a Sede da empresa Eletrosul que já no ano de 2014 inaugurou uma usina de energia solar, no bairro Pantanal em Florianópolis com capacidade anual de geração de 1 GWh equivalente ao consumo médio, anual, de quinhentos e quarenta residências (PEREIRA *et al.*, 2017). Destaque ainda para o conceito de integração: “o edifício sede da ELETROSUL será o primeiro prédio público brasileiro a utilizar o conceito BIPV (Building Integrated Photovoltaic) conectado à rede elétrica em larga escala” (PORTAL SOLAR, 2014, online).

Figura 4 – Usina solar Megawatt no edifício sede da Eletrosul em Florianópolis-SC, com painéis integrados na cobertura do prédio e estacionamentos



Fonte: Pereira *et al.* (2017, p. 62).

Em termos de usinas fotovoltaicas sobre o solo, em áreas rurais, podemos elencar a Usina de energia Cidade Azul, localizada no município de Tubarão em Santa Catarina. Esta

usina é o maior empreendimento do estado, pertencente a empresa Tractebel Energia. Conta com uma capacidade instalada três vezes maior que a usina da Megawatt (Eletrosul), ou seja, produzindo mais de 3 GWh ao ano (ANDRADE JUNIOR, 2016).

Conforme Engie (2021) a energia fotovoltaica avança em Santa Catarina, onde no ano de 2018 a Superintendência da Polícia Federal adotou o sistema gerando 42,2 MWh/ano, economizando a época mais de dezenove mil reais naquele ano. Em conversão simples com os adicionais das bandeiras tarifárias, a conta de energia passaria dos trinta mil reais. O sistema possui *payback* estimado em sete anos, o que certamente será reduzido com a atual bandeira tarifária de escassez hídrica.

Figura 5 – Usina de energia Cidade Azul localizada no município de Tubarão, pertencente a Tractebel Energia



Fonte: Pereira *et al.* (2017, p. 63).

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) inaugurou no primeiro semestre do ano de 2019 junto ao campus no bairro Itacorubi em Florianópolis, o primeiro sistema de energia fotovoltaica da instituição (PORTAL SOLAR, 2019). O sistema foi financiado através do Programa de Eficiência Energética (PEE) Celesc/Aneel possuindo uma capacidade anual de geração na casa dos 65 MWh e economizará, considerada a atual bandeira energética, mais de cinquenta mil reais por ano, possuindo um *payback* inferior a oito anos (ENGIE, 2021; QUANTUM, 2019).

## 4.2 CONSUMO E CUSTO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

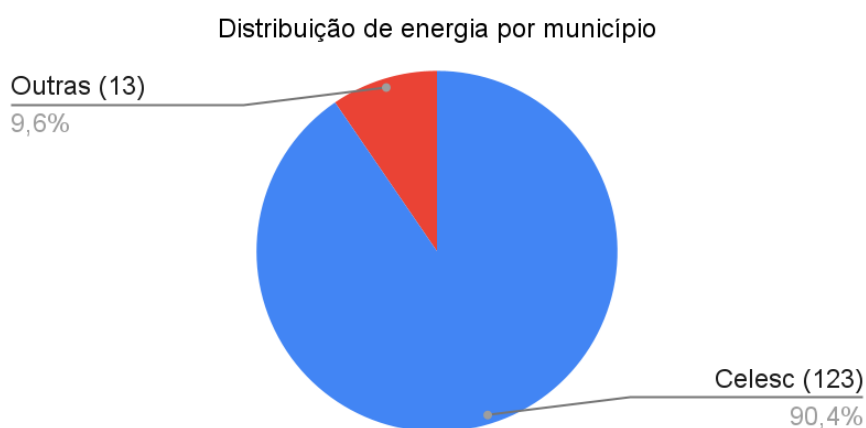
Nesta etapa objetivou-se identificar qual o consumo anual de energia elétrica e os custos associados, no ano de 2019, de todas as organizações bombeiro militares de Santa Catarina.

O CBMSC está presente permanentemente em 136 municípios com atividades de segurança contra incêndio e/ou operacionais, possuindo 174 unidades consumidoras próprias (registradas nos CNPJs municipais ou no estadual) em 138 municípios conforme levantamento inicial. Vale ressaltar que existem dois municípios além dos 136 que tratam-se de postos salva vidas utilizados basicamente durante a temporada de verão.

Aplicando a metodologia exposta, foram extraídos os dados do banco de dados do CBMSC (SCP e SAG) e foi elaborada uma planilha base, na qual foram localizados todos os registros disponíveis acerca do tema energia elétrica.

Os dados obtidos inicialmente foram organizados e sistematizados nos seguintes itens: batalhão bombeiro militar (BBM), município, companhia de energia elétrica, presença de energia fotovoltaica, unidade(s) consumidora(s), consumo mensal em 2019 de kWh e valor fatura.

Gráfico 3 – Distribuição de Energia por município



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Com o universo de variáveis já elencadas, fez-se necessário considerar a limitação imposta pela ANEEL (2012) através da Resolução Normativa 482, onde a geração compartilhada caracteriza-se pela produção centralizada (um ou mais pontos) e utilização por unidades consumidoras distintas **limitadas a uma mesma área de concessão ou permissão**. Dessa forma ocorreu uma limitação do presente estudo fazendo-se retirar os municípios não alimentados pelas Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC) conforme tabela:

Tabela 1 – Municípios não atendidos pela CELESC

<b>BBM</b>	<b>Município</b>	<b>Distribuidora</b>	<b>Energia Fotovoltaica</b>
4º	Forquilha	Coopera	Não
4º	Içara	Coop. Aliança	Não
4º	Morro da Fumaça	Cermoful	Não
4º	Siderópolis	Força e luz João Cesa	Não
4º	Turvo	Cersul	Não
6º	Pinhalzinho	Ceraçá	Não
8º	Armazém	Cooperzém	Não
8º	Braço do Norte	Cegero	Não
8º	Imbituba	Cerpalo	Não
8º	São Ludgero	Cegero	Não
9º	Porto União	Copel PR	Não
14º	Xanxerê	DCELT	Não
14º	Xaxim	Iguaçu	Não

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A limitação de amostragem não implica na relevância do trabalho que traz como proposta uma solução sustentável e economicamente atrativa para as questões ligadas à energia elétrica. Deixou-se de tratar os treze municípios devido aos mesmos serem alimentados por 12 distribuidoras diferentes, sendo necessárias 12 análises e discussões distintas para efeito inferior a 10% do total uma vez que se tratam, em sua grande maioria, de unidades em pequenos municípios.

Antes da compilação da tabela final, optou-se ainda por retirar do estudo todos os municípios que estão anexos a outros órgãos, as organizações bombeiro militares que possuem a fatura de energia elétrica paga pelos municípios e aquelas que implantaram ou estão em fase de implantação de energia fotovoltaica (Tabela 2).

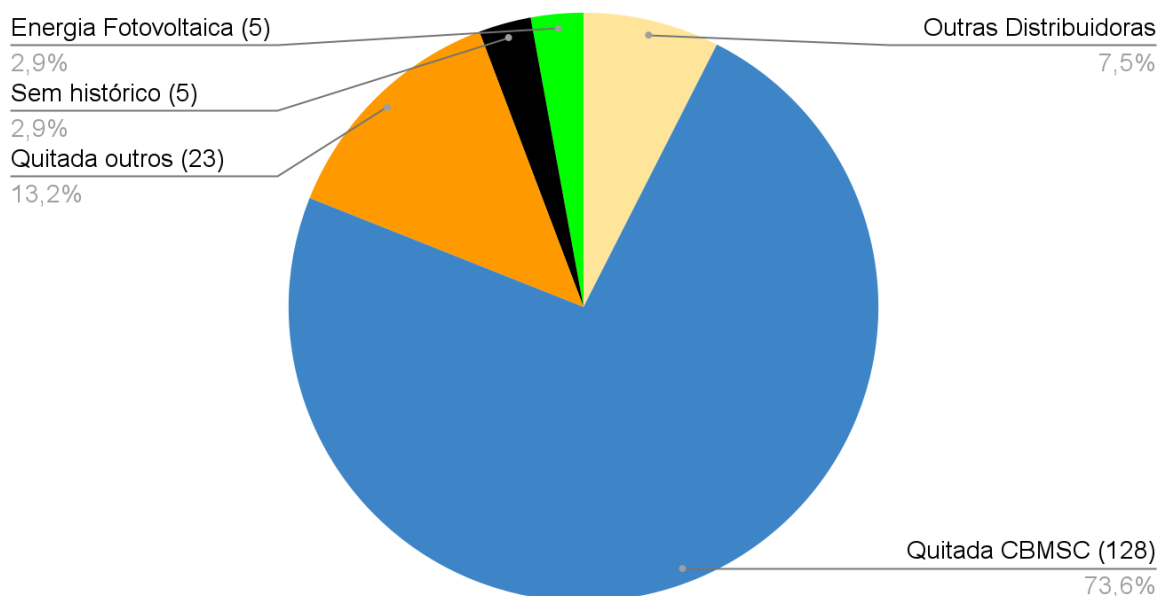
Tabela 2 – Quartéis Bombeiro Militares com Energia Fotovoltaica

Batalhão	Município	Status	Observação
Blumenau	Indaial	0%	Em processo licitação
Tubarão	Urussanga	100%	
Canoinhas	São Bento do Sul	20%	Apenas em um dos quartéis
São Miguel do Oeste	Maravilha	100%	
Joaçaba	Capinzal	100%	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A remoção das unidades consumidoras (UC) já citadas, não impede revisão de cálculo conforme interesse institucional ou qualquer alteração do “status” referente ao ano base 2019. Dessa forma evita-se distorção no cálculo do retorno dos investimentos e na redução da emissão de gás carbônico, uma vez que considerando-as aumentaria o custo de implantação superestimando a necessidade de potência uma vez que muitas UC seguirão sendo alimentadas pela energia oriunda do Sistema Nacional de Energia. Para melhor elucidar elaborou-se os gráficos abaixo:

Gráfico 4 – Distribuição por Unidade Consumidora (174 UC)



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Do gráfico acima infere-se que a utilização de energia fotovoltaica está extremamente subutilizada no âmbito do CBMSC sendo inferior a 3% das unidades consumidoras totais. E que com apenas um único projeto poder-se-ia chegar a um total de 76,5%, sendo que os 73,6% faltantes somaram em kWh e reais em 2019 (Quitados pelo CBMSC):

Tabela 3 – Consumo anual de energia no CBMSC para o ano de 2019

	<b>kW/h</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>UC</b>
<b>Quitados pelo CBMSC</b>	3.383.247	R\$ 2.041.585,58	128
<b>Outros*</b>	315.877	R\$ 491.128,36	46
<b>Total</b>	<b>3.699.124</b>	<b>R\$ 2.532.713,94</b>	<b>174</b>

\*considerando que só foi possível acesso completo ao sistema da distribuidora CELESC, os demais dados são a somatória de todos dados extraídos dos sistemas do CBMSC faltando em alguns casos o consumo em kWh ou ainda o histórico como um todo para o ano de 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 4.3 PROJEÇÃO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA ENERGIA

#### FOTOVOLTAICA

Conforme dados compilados, faz-se possível apresentar a projeção do impacto nos custos com energia por meio da implantação do sistema de energia fotovoltaica, bem como previsão da redução na emissão de gases causadores do aquecimento global.

O Gráfico 4 deixa clara a possibilidade de atender, com único projeto de implantação de energia fotovoltaica, um total de 73% de todas as unidades consumidoras conhecidas no CBMSC para o ano de 2019. Os valores gastos com faturas de energia, para o ano de referência, totalizaram R\$ 2.041.585,58 (dois milhões quarenta e um mil quinhentos e oitenta e cinco reais com cinquenta e oito centavos), e um total de 3.383.247 kWh (três milhões trezentos e oitenta e três mil duzentos e quarenta e sete quilowatts hora, representando um consumo médio mensal de 281.937 kWh (duzentos e oitenta e um mil, novecentos e trinta e sete).

A partir dos dados compilados na Tabela 03, faz-se necessário descobrir a quantidade de quilowatts hora a serem gerados pelos painéis solares (1). Inicialmente parte-se do total de 3.383.247 kWh, destes é preciso descontar a taxa de disponibilidade, chamada taxa mínima (100 kWh por mês), de todas as 128 unidades para o ano de 2019 (ANEEL, 2020). Tal remoção decorre da obrigatoriedade de pagamento da taxa mínima independente da utilização da energia, dessa forma optou-se por utilizá-la. O resultado líquido e produção necessário pelos painéis é de **3.230.847 kWh ou 3,23 GWh**, conforme equação 1 abaixo:

$$\# \text{ Produção Painéis Fotovoltaicos} = \text{Consumo em kWh (anual)} - (\text{consumo mínimo anual} * \text{número de UC}); \quad (1)$$

$$\# \text{ Produção Painéis Fotovoltaicos} = 3.383.247 \text{ kWh} - (100 \text{ kWh/mês} * 12 \text{ meses} * 127 \text{ UC})$$

$$\# \text{ Produção Painéis Fotovoltaicos} = \mathbf{3.230.847 \text{ kWh}}$$



### 4.3.1 Cálculo da emissão e créditos de carbono

Com a informação acima é possível mensurar quanto CO<sub>2</sub> o CBMSC poderia deixar de emitir, anualmente, para a atmosfera da Terra. A equivalência tCO<sub>2</sub> / MWh é calculada conforme a composição das fontes de energia em determinado momento. Considerando que para comercialização, no mercado internacional, faz-se necessário seguir memoriais de cálculo validados pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, o banco de dados do Sistema Interligado Nacional do Brasil, é alimentado hora a hora nos 365 dias do ano.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, [2021a]) disponibiliza um compêndio anual das emissões através de um documento chamado “Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil”, no qual informa a equivalência de tCO<sub>2</sub>/MWh média no ano desde o ano de 2006, observe:

Tabela 4 – Fator de emissão de CO<sub>2</sub> pelo método simples ajustado (tCO<sub>2</sub>/MWh)

Ano	tCO <sub>2</sub> /MWh
2006	0,3355
2007	0,3227
2008	0,3531
2009	0,2997
2010	0,3823
2011	0,3073
2012	0,4185
2013	0,4653
2014	0,5224
2015	0,5317
2016	0,4360
2017	0,4287
2018	0,3932
2019	0,3860
2020	0,3490

Fonte: (BRASIL, [2021a], online)

Através dos dados oficiais, é possível afirmar que o Sistema Nacional Interligado, no ano de 2019, emitiu 0,386 kg de CO<sub>2</sub> para cada kWh injetado na rede. Dessa forma, através da multiplicação do consumo anual total e da quantidade a ser produzida pelos painéis solares,



determina-se quanto foi emitido ao total e quanto poderia ter sido evitado com utilização de fontes de energia limpa (equação 2).

# Emissão total de carbono (2)

# Emissão total de carbono (2019) = *Consumo anual total \* fator de emissão*

# Emissão total de carbono (2019) =  $3.383.247 \text{ kWh} * 0,386 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$

# Emissão total de carbono (2019) = **1305,9 tCO<sub>2</sub>**

No ano de 2019, considerando-se apenas as unidades que são objeto do presente estudo, mensurou-se o valor de emissão de gás carbônico para atmosfera no montante de hum mil trezentos e cinco toneladas com novecentos quilos. A maior parte poderia ter sido evitada com a utilização de painéis fotovoltaicos, onde os 3,23 GWh calculados acima (produção painéis fotovoltaicos) evitariam a emissão da maior parte, observe (equação 3):

# Crédito CO<sub>2</sub> (3)

# Crédito CO<sub>2</sub> = *produção painéis fotovoltaicos \* fator de emissão*

# Crédito CO<sub>2</sub> =  $3.230.847 \text{ kWh} * 0,386 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$

# Crédito CO<sub>2</sub> = **1247,1 tCO<sub>2</sub>**

A quantidade de CO<sub>2</sub> emitido altera-se ao longo dos anos dependendo das matrizes energéticas utilizadas, podendo aumentar ou diminuir conforme diversos fatores, sendo o principal fator no Brasil os índices pluviométricos aliados aos níveis dos reservatórios das principais barragens do país.

A partir da quantidade de créditos de carbono gerados, é possível afirmar que o CBMSC ao instalar sistema fotovoltaico (ou outro com energia 100% limpa), poderá reduzir em pelo menos 95,5% a quantidade de carbono emitida para a atmosfera. O valor da tonelada de carbono no mercado futuro (dezembro de 2021) está cotado em aproximadamente U\$70,00, equivalente a R\$386,00<sup>3</sup>.

No atual cenário, faz-se possível a comercialização dos créditos de carbono na bolsa de valores brasileira (B3) ou no mercado internacional através da aprovação de um projeto junto a ONU. A comercialização nacional e direta entre interessados ainda precisa da aprovação da

---

<sup>3</sup> Valores e cotações do dia 14 Out 2021, retirados do site Investing.com. Disponível em: <https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>.

regulamentação do PL 528/2021 (BRASIL, 2021b). Todavia, independentemente de tal, seria possível a aprovação do projeto junto a ONU **vendendo os créditos de carbono** no mercado internacional (CCO2) possibilitando, na cotação presente, a **obtenção de até U\$\$87.297,00 ou R\$481.380,60 a cada ano** com a venda do crédito de carbono referente a 1.247,1 tCO<sub>2</sub>.

Vale ressaltar que em dezembro de 2019 a tonelada de carbono estava cotada em aproximadamente U\$\$ 22,00 ou R\$88,66<sup>4</sup>. O preço médio varia de acordo com o mercado e a taxa cambial (dólar/real), e não se pode fazer uma previsão do mesmo, exceto considerar o fato de que muitos países estão com dificuldades de avançar nas metas impostas pelo protocolo de Kyoto, criando tendência de elevação do preço da tonelada de CO<sub>2</sub> nas bolsas mundiais. Sob esse olhar, o preço deve manter-se estável ou aumentar conforme a demanda de energia mundial.

Após mensuração da quantidade de carbono que deixará de ser emitida e também as possibilidades de retorno com a venda dos créditos de carbono, faz-se necessário a construção de dois cenários para os projetos fotovoltaicos, sendo um com a produção de natureza centralizada (usina de energia fotovoltaica) e outro de natureza descentralizada (cada quartel instalar o próprio sistema). As duas proposições se fazem necessárias, uma vez que a legislação vigente impõe cobranças diferentes às duas modalidades.

#### 4.3.2 Implantação da usina de energia fotovoltaica

A realização do presente cálculo partiu de cuidadosa análise dos dados obtidos através dos sistemas do CBMSC, orçamentos junto a empresa e considerações sobre todas as nuances previstas na legislação para tal tipo de sistema.

Antes da apresentação da fórmula para cálculo do *payback*, são imprescindíveis esclarecimentos das variáveis conforme segue:

**a) Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD):** essa taxa é cobrada toda vez que se utiliza a rede da concessionária para transmitir a energia de um ponto de produção até o destino e consumo final. A tarifa vigente por kWh é de R\$ 0,24485 (ANEEL, 2020; ANEEL, 2021).

---

4 Cotações retiradas do site Investing.com no dia 14 Out 2021. Disponível em: <https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>.

Neste modelo faz-se necessário calcular o valor a ser pago anualmente para a Celesc de TUSD (equação 4). Para tal multiplica-se a tarifa vigente pelo total de energia produzida pelos painéis:

$$\begin{aligned} \# \text{ TUSD} &= \text{Produção Painéis Fotovoltaicos} * \text{tarifa vigente} & (4) \\ \# \text{ TUSD} &= 3.230.847 \text{ kWh} * 0,24485 \text{ R\$/kWh} \\ \# \text{ TUSD} &= \text{R\$ } 791.072,88 \end{aligned}$$

**b) A Tarifa de Energia (TE)** ou taxa mínima, não será aplicada ao presente cálculo pois obrigatoriamente deverá ser paga por unidade consumidora e foi devidamente descontada da quantidade necessária de produção dos painéis solares;

**c) Contribuição Sistema de Iluminação Pública (COSIP):** Não foi considerada no cálculo, pois independentemente da utilização ou não de energia fotovoltaica a mesma é cobrada e vem discriminada a parte no cálculo da fatura de energia não interferindo no cálculo;

**d) Cálculo do custo da energia ofertada pelo SIN:** no mês corrente, o valor do kWh adicionado de todos impostos e taxas (exceto a tarifa de escassez hídrica bandeira vermelha P2) é da ordem de R\$ 0,618021 por kWh, conforme equação 5:

$$\begin{aligned} \# \text{ Custo energia SIN} &= \text{Produção Painéis Fotovoltaicos} * (\text{valor energia em kWh}) & (5) \\ \# \text{ Custo energia SIN} &= 3.230.847 \text{ kWh} * 0,618021 \text{ R\$/kWh} \\ \# \text{ Custo energia SIN} &= \text{R\$ } 1.996.731,29 \end{aligned}$$

**e) Cálculo do custo devido a bandeira tarifária (bandeira de escassez hídrica) (equação 6):**

$$\begin{aligned} \# \text{ Custo bandeira tarifária} &= \text{Produção Painéis Fotovoltaicos} * \text{tarifa escassez hídrica em kWh} & (6) \\ \# \text{ Custo bandeira tarifária} &= 3.230.847 \text{ kWh} * 0,1420 \text{ R\$/kWh} \\ \# \text{ Custo bandeira tarifária} &= \text{R\$ } 458.848,12 \end{aligned}$$

**f) Custo usina solar:** a média dos orçamentos da usina solar adicionado a uma estimativa de construção de uma subestação para injetar energia na rede soma um montante aproximado de 11 milhões de reais.

$$\text{Custo usina solar} = \text{R\$ } 11.000.000,00$$

Com as variáveis devidamente definidas, parte-se para o cálculo estimado do *payback* o qual será realizado considerando a interação de todos os fatores, ou seja, com e sem a cobrança da bandeira tarifária adicional e com ou sem venda dos créditos de carbono. Essa solução elenca um *range* de *payback* uma vez que as variáveis são mutáveis ao longo do tempo. Abaixo as fórmulas utilizadas para obtenção dos valores de *payback*:

*Payback* considerando a venda dos créditos de carbono e presença de bandeira tarifária de escassez (equação 7):

$$\# \text{ Payback c/ BE e c/ CCO}_2 = \text{Custo implantação} / (\text{Custo energia SIN} + \text{CBE} + \text{CCO}_2 - \text{TUSD}) \quad (7)$$

*Payback* considerando a venda dos créditos de carbono e sem a bandeira tarifária de escassez (equação 8):

$$\# \text{ Payback s/ BE e c/ CCO}_2 = \text{Custo implantação} / (\text{Custo energia SIN} + \text{CCO}_2 - \text{TUSD}) \quad (8)$$

*Payback* sem a venda dos créditos de carbono e com a bandeira tarifária de escassez (equação 9):

$$\# \text{ Payback c/ BE e s/ CCO}_2 = \text{Custo implantação} / (\text{Custo energia SIN} + \text{CBE} - \text{TUSD}) \quad (9)$$

*Payback* sem a venda dos créditos de carbono e sem a bandeira tarifária de escassez (equação 10):

$$\# \text{ Payback s/ BE e s/ CCO}_2 = \text{Custo implantação} / (\text{Custo energia SIN} - \text{TUSD}) \quad (10)$$

Tabela 5 – *Payback*, em anos, consideradas as interações

<i>Payback</i>	c/ CBE	s/ CBE
c/ CCO <sub>2</sub>	5,1	6,5
s/ CCO <sub>2</sub>	6,6	9,1

Elaborado pelo autor (2021).

Conforme Lana (2017), a vida útil dos painéis solares é de 25 anos e dos inversores de 10 anos, dessa forma deve ser descontado no 10º ano valor igual ao inicial dos inversores. Dessa

forma chega-se a um cálculo correto do retorno financeiro, ou seja, qual economia trará ao CBMSC após o *payback* ser atingido.

Considerando existirem quatro possibilidades de *payback*, novamente serão calculados quatro valores possíveis de retorno ao CBMSC, conforme equações abaixo:

**Custo dos 18 Inversores (CI) = R\$ 576.000,00**

Valor retorno considerando o *payback* com a venda dos créditos de carbono e presença de bandeira tarifária de escassez (equação 11):

$$\# \text{ Valor de retorno c/ BE e c/ CCO}_2 = (\text{vida útil do sistema} - \text{payback}) * (\text{Custo energia SIN} + \text{CBE} + \text{CCO}_2 - \text{TUSD}) - \text{CI} \quad (11)$$

Valor retorno considerando o *payback* com a venda dos créditos de carbono e sem a bandeira tarifária de escassez (equação 12):

$$\# \text{ Valor de retorno s/ BE e c/ CCO}_2 = (\text{vida útil do sistema} - \text{payback}) * (\text{Custo energia SIN} + \text{CCO}_2 - \text{TUSD}) - \text{CI} \quad (12)$$

Valor retorno considerando o *payback* sem a venda dos créditos de carbono e com a bandeira tarifária de escassez (equação 13):

$$\# \text{ Valor de retorno c/ BE e s/ CCO}_2 = (\text{vida útil do sistema} - \text{payback}) * (\text{Custo energia SIN} + \text{CBE} - \text{TUSD}) - \text{CI} \quad (13)$$

Valor retorno considerando o *payback* sem a venda dos créditos de carbono e sem a bandeira tarifária de escassez (equação 14):

$$\# \text{ Valor de retorno s/ BE e s/ CCO}_2 = (\text{vida útil do sistema} - \text{payback}) * (\text{Custo energia SIN} - \text{TUSD}) - \text{CI} \quad (14)$$

Tabela 6 – Retorno esperado conforme *payback* para a usina solar

Retorno	c/ CBE	s/CBE
c/ CCO <sub>2</sub>	R\$ 42.135.015,98	R\$ 30.641.530,27
s/ CCO <sub>2</sub>	R\$ 30.050.920,15	R\$ 18.593.968,72

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dos dados obtidos obtém-se que o *payback* para implementação de uma usina solar varia de 5,1 a 9,1 anos com retorno esperado entre 18,5 e 42,1 milhões de reais durante a vida útil do sistema, ou seja, nos 25 anos subsequentes à instalação.

### 4.3.3 Implantação individualizada

Outra possibilidade, além da implantação de uma usina centralizada, pauta-se na instalação individualizada nos telhados dos quartéis ou ainda sob a forma de estacionamento coberto, aos moldes da usina da Eletrosul conforme figura 4.

Uma das vantagens dessa instalação é que a TUSD não seria paga à distribuidora na maior parte dos meses, pois o sistema produz energia igual ou superior ao consumo, sendo o valor pago somente referente a taxa de disponibilidade (tarifa mínima) e COSIP (iluminação pública).

Para uma avaliação precisa, aos moldes da implantação da usina de energia solar, seria necessário a obtenção de orçamentos individualizados de cada unidade consumidora, considerando que diversos fatores podem alterar os orçamentos e dimensionamento dos sistemas, entre eles: radiação solar, número de horas de sol disponível mês a mês, orientação dos telhados, sombreamento por outras estruturas, adequação do padrão da companhia distribuidora, reforços ou modificação nos telhados e demais fatores individualizados.

Ainda assim, para que se possa trazer ao trabalho um valor aproximado, realizou-se um cálculo de média simples para descobrir o consumo médio das 174 unidades consumidoras (todas que estão sob responsabilidade CBMSC). O valor obtido foi um consumo médio de 2100 kWh ao mês, totalizando um consumo anual de 26.400 kWh. Os cálculos serão atinentes ao orçamento obtido e posteriormente extrapolados para as 128 unidades consumidoras (unidades que pertencem a distribuidora Celesc e não possuem geração fotovoltaica). O orçamento refere-se à localidade de Lages por possuir questões medianas de radiação solar diária conforme atlas solarimétrico (TIBA, 2000).

Antes da apresentação da equação para cálculo do *payback*, é imprescindível o esclarecimento das variáveis a seguir:

**a) Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD):** A tarifa vigente, idem a usina fotovoltaica, por kWh é de R\$ 0,24485. O modelo matemático difere-se pelo fato de que somente paga-se a TUSD nos meses em que forem utilizados os créditos de energia. Conforme

o projeto e orçamento, o período é compreendido pelos meses de maio, junho e julho e somam uma utilização de apenas 1226 kWh da rede pública ao longo de um ano.

O cálculo da TUSD<sub>2</sub> anual consiste em (equação 15):

$$\begin{aligned} \# \text{ TUSD}_2 &= \text{Consumo de créditos da energia injetada no SIN} * \text{tarifa vigente} & (15) \\ \# \text{ TUSD}_2 &= 1226 \text{ kWh} * 0,24485 \text{ R\$/kWh} \\ \# \text{ TUSD}_2 &= \text{R\$ } 300,19 \end{aligned}$$

**b) A Tarifa de Energia (TE)** ou taxa mínima, não será aplicada ao presente cálculo pois obrigatoriamente deverá ser paga por unidade consumidora e foi devidamente descontada da quantidade necessária de produção dos painéis solares;

**c) Contribuição Sistema de Iluminação Pública (COSIP):** Não foi considerada no cálculo, pois independentemente da utilização ou não de energia fotovoltaica a mesma é cobrada e vem discriminada a parte no cálculo da fatura de energia não interferindo no cálculo;

**d) Cálculo do custo da energia ofertada pelo SIN:** no mês corrente, o valor do kWh adicionado de todos impostos e taxas (exceto a tarifa de escassez hídrica bandeira vermelha P2) é da ordem de R\$ 0,618021 por kWh (equação 16).

$$\begin{aligned} \# \text{ Custo energia SIN} &= \text{Produção Painéis Fotovoltaicos} * \text{valor energia por kWh} & (16) \\ \# \text{ Custo energia SIN} &= 26.400 \text{ kWh} * 0,618021 \text{ R\$/kWh} \\ \# \text{ Custo energia SIN} &= \text{R\$ } 16.315,75 \end{aligned}$$

**e) Cálculo do custo devido a bandeira tarifária (bandeira de escassez hídrica)** (equação 17):

$$\begin{aligned} \# \text{ Custo bandeira tarifária} &= \text{Produção Painéis Fotovoltaicos} * \text{tarifa escassez hídrica em kWh} & (17) \\ \# \text{ Custo bandeira tarifária} &= 26.400 \text{ kWh} * 0,1420 \text{ R\$/kWh} \\ \# \text{ Custo bandeira tarifária} &= \text{R\$ } 3.748,80 \end{aligned}$$

**e) Valor do crédito de Carbono:** para obtenção do valor presente utilizou-se uma regra de três simples sobre os 14.520 kWh (equação 18), resultando em:

$$\# \text{ Crédito parcial CO}_2 = \textit{produção painéis fotovoltaicos} * \textit{fator de emissão} * \textit{valor CCO}_2 \quad (18)$$

$$\# \text{ Crédito parcial CO}_2 = 26400 \textit{ kWh} * 0,386 \textit{ kg CO}_2/\textit{kWh} * 0,386 \textit{ R\$/kg CO}_2$$

$$\# \text{ Crédito parcial CO}_2 = \textbf{R\$ 3.933,49}$$

**f) Custo de instalação:** ao orçamento apresentado necessita ainda ser adicionado o custo para adequação do padrão de rede Celesc (trata-se da substituição do poste e medidor do consumo de energia que necessita ser bidirecional possuindo custo estimado em 2 mil reais) e valor adicional para reforço da estrutura telhado e/ou impermeabilização de lajes), estimado em 3 mil reais podendo ser menor ou maior conforme a realidade de cada quartel (equação 19).

$$\# \text{ Custo instalação} = \textit{R\$94.414,17} + \textit{R\$2.000,00} + \textit{R\$3.000,00} \quad (19)$$

$$\# \text{ Custo instalação} = \textbf{R\$ 99.414,17}$$

Com as variáveis novamente definidas faz-se possível o cálculo estimado do *payback*. As variáveis e equações consideradas são as mesmas aplicadas nos cálculos da usina fotovoltaica.

Tabela 7 – *Payback* individual, em anos, consideradas as interações

<i>Payback</i>	c/ CBE	s/ CBE
c/ CCO <sub>2</sub>	4,2	5,0
s/ CCO <sub>2</sub>	5,0	6,2

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ratificando o já exposto, a vida útil dos painéis solares é de 25 anos e dos inversores de 10 anos, dessa forma deve ser descontado no 10º ano valor igual ao inicial dos inversores (LANA, 2017). Nesse cálculo utilizou-se apenas um inversor de grande capacidade.

### **Custo do Inversor: R\$ 12.000,00**

As equações utilizadas são as mesmas elencadas para a usina fotovoltaica, verificando-se o retorno conforme Tabela 08.



Tabela 8 – Retorno esperado conforme *payback* individual

<b>Retorno</b>	<b>c/ CBE</b>	<b>s/ CBE</b>
<b>c/ CCO<sub>2</sub></b>	R\$481 032,08	R\$387 312,08
<b>s/ CCO<sub>2</sub></b>	R\$382 694,83	R\$288 974,83

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Considerando que existem 128 unidades consumidoras e que fora realizado o cálculo de individual do valor médio, abaixo é apresentada tabela com a extrapolação do retorno estimado ao CBMSC nos 25 anos de vida útil do sistema fotovoltaico.

Tabela 9 – Retorno esperado somando as 128 unidades consumidoras

<b>Retorno</b>	<b>c/ CBE</b>	<b>s/ CBE</b>
<b>c/ CCO<sub>2</sub></b>	R\$61 572 106,24	R\$49 575 946,24
<b>s/ CCO<sub>2</sub></b>	R\$48 984 938,24	R\$36 988 778,24

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dos dados obtidos obtém-se que o *payback* para implementação de forma individualizada, de energia fotovoltaica, varia de 4,2 a 6,2 anos com retorno esperado entre 36,7 e 61,5 milhões de reais durante a vida útil do sistema, ou seja, nos 25 anos subsequentes à instalação.

#### 4.4 FONTES DE RECURSOS E DESAFIOS

Nesta parte do trabalho, objetiva-se a busca por fontes de financiamento ou fomento para o projeto, seja para a geração centralizada (usina fotovoltaica), seja para geração descentralizada (um sistema fotovoltaico em cada OBM).

Considerando a existência de diversos trabalhos disponíveis no meio acadêmico e materiais na internet acerca dos mecanismos de financiamento e fomento, este tópico não visa exaurir todas as fontes possíveis e sim demonstrar ao menos uma fonte financiadora internacional, uma fonte financiadora nacional governamental e possibilidades junto a empresas geradoras de energia que são obrigadas, por força da Lei nº 9.991/2000 (Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências), a investir parte de sua receita em energias renováveis.

#### 4.4.1 Internacional

Os governos brasileiro e alemão possuem um programa de parceria energética chamado *German-Brazilian Energy Partnership*, iniciado em 2015 e reativado no ano de 2017 estando vigente até então (ENERGYPARTNERSHIP, 2021; ALEMANHA, 2019a).

A parceria atua em duas frentes principais sendo uma delas específica sobre eficiência energética e outra sobre energia renováveis com temas, dentre outros, como a integração de sistemas de energias renováveis.

Juntamente a parceria atua o banco pertencente à Alemanha denominado *KfW Bankengruppe* (Grupo de bancos KfW) que:

[...] é um dos bancos de fomento líderes e mais experientes do mundo e está comprometido com a melhoria sustentável das condições de vida, focando nos âmbitos econômico, social e ambiental. Segue o princípio da sustentabilidade e contribui para os três pilares da sustentabilidade: a atividade econômica, o meio ambiente e a coesão social (ALEMANHA, 2021, online).

Existem três linhas principais de atuação do KfW referente a financiamentos, sendo a linha da área de negócios, *KfW Entwicklungsbank* (KfW Banco de Desenvolvimento), a linha capaz de fomentar projetos na área de energia limpa.

Exemplo dessa parceria ocorreu em Florianópolis, na supracitada usina Megawatt (Grupo Eletrosul) onde o banco KfW financiou o projeto avaliado em 9,5 milhões de reais.

**O financiamento pelo grupo obedece a regras específicas, conforme cada edital, do banco de fomento *KfW Entwicklungsbank*, alcança instituições privadas, públicas e pessoas físicas. O último edital para brasileiros pessoa física foi aberto no ano de 2019 e beneficiou os estados do Rio De Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais.**

Figura 6 – Edital beneficiando pessoas físicas no Brasil (2019)

## Edital de Projetos de Pequeno Porte



Informação sobre a imagem

Artigo

Projetos com foco em desenvolvimento sustentável e populações carentes nos Estados RJ, MG e ES podem receber apoio do governo alemão. Informe-se aqui e inscreva sua iniciativa até 31 de março de 2019

Fonte: Alemanha (2019b, online)

Importante ressaltar que a parceria iniciou-se na década de 60, atingindo no ano de 2015 os 50 anos de parceria que totalizaram uma captação, apenas por parte do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no montante total de impressionantes U\$1,07 bilhão.

### 4.4.2 Nacional

No item anterior já foi citado o principal ator em financiamentos e fomentos dentro do território nacional, tratando-se do BNDES. Abaixo serão apresentadas as linhas de crédito disponíveis para possível financiamento futuro, no caso da implantação da geração de energia a partir da fonte fotovoltaica.

O BNDES atua com capital próprio, cuja origem é do governo brasileiro, assim como com recursos captados no exterior, ratificando o exposto supracitado acerca da captação histórica que superou a marca de um bilhão de dólares nos últimos 50 anos (BNDES, 2017).

No presente momento existem ao menos três programas com capacidade de fomentar o projeto em uma ou ambas as versões propostas. Destaca-se que há previsão para o acesso da administração pública em todos.

#### 4.4.2.1 Fundo CLIMA

Utiliza como fonte os recursos do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima criado através da Lei 12.114/2009, posteriormente regulamentada pelo Decreto 7.343/2010, e alterado pelo Decreto 10.143/2019, conforme o BNDES (2021a).

O Fundo Clima é um dos instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima e se constitui em um fundo de natureza contábil, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente com a finalidade de garantir recursos para **apoio a projetos ou estudos e financiamento de empreendimentos que tenham como objetivo a mitigação das mudanças climáticas**. (BNDES, [2021a], online, grifo nosso).

O subitem classificatório é o “energia renováveis” possuindo capacidade de financiamento anual com teto de R\$ 80.000.000,00 (oitenta milhões de reais) e juros entre 1,9% e 5,4% ao ano. Esse programa possui valor mínimo de operação no valor de R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais), exceto quando combinado com outras linhas. **Destaca-se ainda o prazo para pagamento de 16 anos com até 8 anos de carência.**

#### 4.4.2.2 Fundo Socioambiental

Programa destinado a pessoas jurídicas sem fins lucrativos onde o interessado apresenta contrapartida de 50% do valor do projeto e o restante é assumido pelo fundo, sem a necessidade de financiamento. Conforme BNDES (2021b):

O Fundo Socioambiental tem por objetivo apoiar investimentos de caráter social, nas áreas de geração de emprego e renda, saúde, educação, meio ambiente e/ou vinculadas ao desenvolvimento regional e social. Os recursos do BNDES Fundo Socioambiental serão aplicados com foco na inclusão social, priorizando projetos que objetivem proporcionar significativos benefícios sobre as condições de vida das populações de baixa renda. (BNDES, 2021b, online).

As linhas mais adequadas seriam a de apoio continuado e a de Fomento e Premiação, ambas na linha de “Projetos de Meio Ambiente”, sendo o valor global mínimo de R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais).

#### 4.4.2.3 Finame - Baixo Carbono

Programa destinado a uma diversa gama de público, abrangendo entre outros a administração pública. Conforme o BNDES (2021c):

**Financiamento para aquisição e comercialização de sistemas de geração de energia solar** e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa. Todos os produtos devem ser novos, de fabricação nacional e credenciados no Credenciamento Finame (CFI) do Sistema BNDES. (BNDES, 2021c, online).

Das três linhas elencadas, essa é a única que poderia atender as instalações individualizadas, caso essa seja a decisão institucional. Tal afirmação baseia-se no fato de não haver valor mínimo a ser financiado ao contrário das demais linhas apresentadas anteriormente que partem de cinco milhões de reais. O programa possui prazo de pagamento máximo de 10 anos com carência de até 2 anos e juros composto de 4,45% + Selic.

No universo de possíveis fontes de recursos para implementação, não se descartam outras já elencadas por Lana (2017) como o Fundo Especial de Proteção ao Meio Ambiente e o Fundo para Reconstituição de Bens Lesados. Tais programas não foram trazidos ao trabalho devido aos valores para investimentos ofertados serem de pequena monta. Dessa forma poderiam atender de forma pontual e isolada instalações em pequenas OBMs.

#### 4.4.3 Empresas geradoras de Energia

Essa modalidade completa o rol de fontes de financiamento e fomento proposta pelo último objetivo específico, pautando-se na Lei Federal nº 9.991/2000 onde “dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências” (BRASIL, 2000, online)

A Lei, junto às demais que alteraram a redação original, determina que até o ano de 2022, as companhias deverão aplicar 0,50% da receita líquida operacional em programas de eficiência energética na oferta e no uso final de energia. Posterior a 2022 o montante a ser aplicado reduz para 0,25% da receita líquida operacional.

#### 4.4.3.1 Programa de Eficiência Energética (ANEEL/CELESC)

A participação do programa que ocorre anualmente é realizada através de chamadas, conforme editais, para que interessados possam se inscrever. Conforme histórico a média anual investida gira em torno de 15 milhões e o maior projeto aprovado ficou em torno dos 500 mil reais, no ano de 2021, tendo como contemplada a Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (Campus de Educação e Tecnologia).

#### 4.4.3.2 Demais programas e empresas

O hall de empresas geradoras no Brasil é extenso e o presente trabalho deixa como indicação de possíveis fomentadoras a empresa Engie, Eletrobras e CPFL energia.

Como finalização dos itens citados, de forma adicional, cabe destacar que existe ainda a possibilidade de fomento através da Fundação Vale do Rio Doce, Grupo Gerdau e do Governo do Estado de Santa Catarina.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo tem por propósito a discussão das possíveis alternativas, a partir dos resultados obtidos, para sanar a situação-problema apresentada, “A ausência de políticas institucionais alinhadas ao planejamento estratégico acerca da produção e consumo da energia elétrica nas organizações bombeiros militares do estado de Santa Catarina”

Com o cerne do objetivo geral focado em chamar atenção e fomentar a implementação de uma política institucional com observância a energia fotovoltaica em coerência com a sustentabilidade no CBMSC, apresentam-se os resultados abaixo.

O CBMSC possui 90,4% (123 municípios) das unidades consumidoras alimentadas pela companhia distribuidora de energia elétrica CELESC e 9,6% (13 municípios) alimentados por outras companhias distribuidoras, somando um total de doze empresas distintas.

Os dados foram então fragmentados quantificando-se o total de unidades consumidoras sob cadastro CBMSC, resultando em um total de 174 unidades consumidoras. Destas 7,5% (13 unidades) pertencem a distribuidoras distintas à Celesc, 13,5% (23 unidades) não arcam com as despesas de energia elétrica (estão incorporadas a outros órgãos, está incluso no aluguel ou são pagas com recursos oriundos do município), 2,9% (5 unidades) não possuíam histórico na atual unidade consumidora e 2,9% (5 unidades) possuem energia fotovoltaica instalada ou em fase licitatória (Indaial, Urussanga, Capinzal, Maravilha e quartel central de São Bento do Sul). Implementação esta que ocorreu por interesse dos comandos locais de cada unidade.

Do universo das unidades consumidoras, apenas 5 possuem ou estão em fase licitatória de geração de energia fotovoltaica. Simples fato que comprova a situação problema apresentada e estudada no presente. O maior grupo, totaliza 73,6% das UC (128 unidades), cujas faturas são quitadas pelo CBMSC e estão dentro da mesma área distribuidora da CELESC, estas totalizaram, no ano de 2019, um consumo de 3,3 GWh e R\$2.041.585,58.

Devidamente caracterizados todos aspectos pertinentes ao consumo de energia elétrica, iniciaram-se os cálculos, conforme metodologia apresentada, restando os impressionantes números que serão expostos abaixo.

As 128 unidades consumidoras foram responsáveis pela emissão de 1.305,9 (hum mil trezentos e cinco vírgula nove) toneladas de gás carbônico, sendo que destas 1.247,1 toneladas poderiam ter sido evitadas caso a instituição possuísse geração fotovoltaica para todas unidades, ou seja, um total de 95,5% de redução das emissões anuais.

Foram então realizadas duas projeções para efetivação da instalação, sendo uma usina fotovoltaica e outra baseada na instalação individualizada de painéis fotovoltaicos em cada

unidade. Ratifica-se que os cálculos foram realizados considerando-se todas as variantes possíveis e que qualquer mudança na legislação, valor cambial ou do crédito de carbono resultará em valores distintos.

A proposta de uma usina solar resultou em um payback entre 5,1 e 9,1 anos dependendo das variáveis utilizadas ao mesmo tempo que após o pagamento do custo de implantação, poderia gerar nos 25 anos de vida útil do sistema um retorno financeiro (valores de energia que deixariam de ser pagos) entre 18,6 e 42,1 milhões de reais.

A proposta de implantação individualizada resultou em um payback entre 4,2 e 6,2 anos dependendo das variáveis utilizadas ao mesmo tempo que após o pagamento do custo de implantação, poderia gerar nos 25 anos de vida útil do sistema um retorno financeiro entre 37 e 61,6 milhões de reais. Importante destacar que se utilizou um preço médio de adaptação dos telhados ou estacionamentos cobertos e que se desconsiderou questões ligadas a pelo menos uma licitação por município, totalizando no mínimo 128 licitações.

Independente da opção estudada e num contexto geral os resultados são altamente satisfatórios indicando payback entre 4,2 e 9,1 anos com um retorno estimado entre 18,6 a 61,6 milhões de reais em 25 anos de vida útil do sistema.



## 6 CONCLUSÕES

A persecução de uma solução para a questão problema, finda no presente capítulo, onde será discutido o objetivo geral em consonância com os objetivos específicos.

O objetivo geral visa “demonstrar a importância da criação de uma política institucional para implementação da energia fotovoltaica tendo em vista uma estratégia coerente de sustentabilidade no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina”.

Inicialmente buscou-se realizar uma revisão sobre os temas ligados à sustentabilidade, em especial energias renováveis (fotovoltaica), foco do presente trabalho. Internacionalmente existem dois termos cunhados que são o desenvolvimento sustentável e a economia verde ambas atuais e em consonância com os objetivos desenvolvimento sustentável (ODS) propostos pela ONU e que o Brasil é signatário estando de acordo com as metas impostas.

A partir de então é irreversível a pressão através de políticas públicas mundiais em avançar nas questões alinhadas ao desenvolvimento sustentável e a economia verde, havendo viabilidade técnico-econômica de geração de energia elétrica através de fontes renováveis, em especial as fotovoltaicas, elucidada nas mais diversas literaturas.

Nesse sentido a pesquisa ganhou fôlego, demonstrando que além da preocupação com os fatores econômicos ligados a eventual transição da fonte geradora de eletricidade, contribui com os ODS estando alinhado, conforme demonstrado, com as políticas da ONU, do Brasil, do estado de Santa Catarina e principalmente com o plano estratégico do CBMSC que tem por objetivo ser uma instituição sustentável.

O primeiro objetivo específico, item 4.1 da presente, buscou pesquisar e sistematizar aprendizados sobre boas práticas no território nacional sobre a adoção de painéis fotovoltaicos como fonte de energia para instalações públicas ou privadas. Demonstrou-se através do objetivo que os mais diversos setores econômicos estão investindo pesado na geração de energia fotovoltaica. Dentre os setores estão o público federal e estadual, assim como companhias geradoras de energia. A partir de então verifica-se que os mais diversos setores no Brasil já implementaram o sistema fotovoltaico, sejam beneficiados por políticas ou programas subsidiados, seja com intenção de obter lucro a partir da geração, como o caso da usina Megawatt e Cidade Azul.

O segundo objetivo específico, item 4.2, identificou o consumo anual de energia elétrica e os custos associados, no ano de 2019, de todas as organizações bombeiro militares de Santa Catarina, de forma a poder subsidiar o restante do estudo. Esse objetivo foi de extrema

importância, pois foi a primeira compilação, de forma sistematizada, do consumo e informações completas sobre a forma e quantidade de consumo de energia elétrica na instituição.

O terceiro objetivo específico, item 4.3, é aquele que une o conhecimento adquirido ao longo do trabalho as questões de ordem prática, mensurando e tornando perceptível todas as variáveis envolvidas em uma possível migração de fonte primária de energia, sejam aquelas ligadas às questões ambientais, sejam aquelas ligadas aos fatores econômicos. Apresentou a projeção do impacto nos custos com energia por meio da implantação do sistema de energia fotovoltaica, bem como previsão da redução na emissão de gases causadores de efeito estufa.

Dos resultados obtidos através dos cenários considerados, percebe-se que independente da forma de implementação (centralizada em uma usina solar ou descentralizada sendo uma unidade por OBM) e das variáveis utilizadas (considerando ou não bandeiras tarifárias e venda dos créditos de carbono) o payback ocorreria entre 4,2 e 9,1 anos, podendo gerar nos 25 anos de vida útil do sistema um retorno financeiro (valores de energia que deixariam de ser pagos) entre 18,6 e 61,6 milhões de reais.

Deve-se ressaltar o alto grau de confiabilidade dos dados utilizados nos cálculos uma vez que toda e qualquer informação foi devidamente tratada ou descartada já antes da definição da amostragem. Exemplo foi a remoção das unidades que já implementaram o sistema fotovoltaico, aquelas unidades consumidoras em que o CBMSC não arca com as despesas ou ainda aquelas que são alimentadas por outras companhias que não a CELESC. Os excelentes resultados já estão descritos no capítulo anterior não sendo necessária repetição.

O quarto e último objetivo específico, item 4.4, organizou possíveis fontes de financiamento e fomento para a diversificação da matriz energética do CBMSC (eólica, biocombustíveis, veículos elétricos, etc.), restando comprovada a possibilidade de fomento e financiamento por bancos internacionais, pelo BNDES, ANEEL (em parceria com as distribuidoras, exemplo Celesc) e outras instituições que possuem projetos ligados à área ambiental como a Fundação Vale do Rio Doce.

As informações apresentadas, exploradas e reveladas no presente trabalho não deixam dúvidas que a busca e a implementação efetiva do uso de energia fotovoltaica junto a instituição é um processo sem volta e que deve ser tomada pelos gestores uma vez que independentemente da forma (centralizada ou individualizada) trará benefícios econômicos e ambientais colocando a instituição em posição exponencial quando comparada ao resto do Brasil que possui, assim como o CBMSC, apenas projetos pontuais. Alinhando-se ainda a todos níveis de políticas públicas nacionais e mundiais, estando em completa consonância com a nossa missão: “Preservar a Vida, o Patrimônio e o Meio Ambiente”.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais apenas visam ratificar o todo já exposto, de forma a sugerir aos gestores do CBMSC implementação imediata da energia fotovoltaica. Um projeto bem escrito certamente obterá sucesso na aprovação junto a qualquer instituição com capacidade de fomento e financiamento para tal. Os valores quando considerada a administração pública tornam-se extremamente pequenos e acessíveis, ainda mais quando considerados, por exemplo, os financiamentos do BNDES com prazo de carência e juros, em todas as modalidades, inferiores a 6% ao ano.

A apresentação de duas modalidades de implementação, não descarta uma hipótese híbrida, onde a instalação possa ser realizada nas unidades com maior consumo, suprindo aquelas em que o consumo é muito pequeno ou quiçá demoraria muito tempo até atingir o payback.

Utilizando-se o pior cenário criado, ainda seria possível evitar a emissão de mais de um gigagrama de gás carbônico ao ano, mais precisamente 1.247,1 toneladas de CO<sub>2</sub>, totalizando 31.177,5 toneladas em 25 anos de vida útil do sistema.

Somado a esse importante fator a instituição estaria imune às variações da energia elétrica, taxações adicionais em épocas de escassez hídrica e poderia reinvestir ao menos 18 milhões nas áreas de interesse da instituição, como reequipamento dos quartéis e demais áreas necessárias para garantir a continuidade dos bons serviços prestados a sociedade de forma sustentável, seja para o meio ambiente, seja para erário.



## REFERÊNCIAS

- ALEMANHA. Representações da República Federal da Alemanha no Brasil. **Parceria germano-brasileira na área energética**: a Alemanha e o Brasil trabalham juntos para apoiar e diversificar um fornecimento de energia sustentável, seguro e acessível, bem como para aumentar a eficiência energética nos dois países. *[S.l.]*: Ministério Federal das Relações Externas, 2019a. Disponível em: <https://brasil.diplo.de/br-pt/assuntos/economia/-/2239480>. Acesso em: 10 out. 2021.
- ALEMANHA. Representações da República Federal da Alemanha no Brasil. **Edital de Projetos de Pequeno Porte**: projetos com foco em desenvolvimento sustentável e populações carentes nos Estados RJ, MG e ES podem receber apoio do governo alemão. Informe-se aqui e inscreva sua iniciativa até 31 de março de 2019. *[S.l.]*: Ministério Federal das Relações Externas, 2019b. Disponível em: <https://brasil.diplo.de/br-pt/assuntos/economia/pequenoporte/1614428>. Acesso em: 10 out. 2021.
- ALEMANHA. Representações da República Federal da Alemanha no Brasil. **Grupo Bancário KfW**. *[S.l.]*: Ministério Federal das Relações Externas, 2021. Disponível em: <https://brasil.diplo.de/br-pt/assuntos/economia/kfw/982056>. Acesso em: 12 out. 2021.
- ANDRADE JUNIOR, Marcos Antonio Santana. **Polieletrólitos lamelares sólidos e em gel para aplicação em células solares de corante**. 2016. 177 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321459>. Acesso em: 15 out 2021.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. ANEEL, 2010. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?Version=1.0>. Acesso em 13 out. 2021.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **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. ANEEL, 2012. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-n-876-de-10-de-marco-de-2020-247799577>. Acesso em 14 set. 2021.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifa residencial**: evolução TUSD/TE. Tarifa atualizada pelo IGP-M, separada em TUSC e TE (R\$/MWh): Celesc-DIS. *[S.l.]*: Superintendência de Gestão Tarifária, 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTY0NWQzOGItMmQ3ZS00MWUzLTllNmMtNTA5NTYxODdhYTgzLiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiJR9>. Acesso em: 10 out. 2021.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 2756, de 21 de agosto de 2020**. Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2020, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Celesc Distribuição S.A. - Celesc-DIS, e dá outras providências. ANEEL, 2020. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/137b4414-3d0c-493e-8b59-0d02bc3e4072/e51ad034-9543-b403-7815-a34a0705544a?origin=1>. Acesso em 14 out. 2021.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **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. ANEEL, 2015. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-3-de-31-de-agosto-de-2021-341960205>. Acesso em 12 out 2021.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Cadernos Temáticos ANEEL Micro e Minigeração Distribuída**: Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>. Acesso em 12 out. 2021.

AUGUSTO, Otávio. Crise à vista: 25% das bacias de hidrelétricas estão com nível abaixo de 30%. **Metrópoles**, Brasília-DF, 15 Mai 2021a. Seção Brasil. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/crise-a-vista-25-das-bacias-de-hidreletricas-estao-com-nivel-abaixo-de-30>. Acesso em: 04 out 2021.

AUGUSTO, Otávio. Crise energética: 4 em cada 10 reservatórios de hidrelétricas estão com nível abaixo de 20%. **Metrópoles**, Brasília-DF, 24 Set 2021b. Seção Brasil. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/crise-energetica-4-em-cada-10-reservatorios-de-hidreletricas-estao-com-nivel-abaixo-de-20>. Acesso em: 04 out 2021.

BARREIROS, Flávio Augusto Martins. **Projeto de investimento**: uma análise estratégica a partir do conceito de cadeia de suprimentos. 2004. 236 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-31072017-115352/publico/Dissert\\_Barreiros\\_FlavioAM.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-31072017-115352/publico/Dissert_Barreiros_FlavioAM.pdf). Acesso em: 10 out. 2021.

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento. **BNDES e KfW celebram linha de crédito de US\$ 142 milhões**. Rio de Janeiro: BNDES, 2017. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-e-kfw-celebram-linha-de-credito-de-us\\$-142-milhoes](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-e-kfw-celebram-linha-de-credito-de-us$-142-milhoes). Acesso em 17 Out 2021.

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento. **Fundo Clima**. Rio de Janeiro: BNDES, [2021a]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>. Acesso em: 10 out. 2021.

BNDES – Banco Nacional do desenvolvimento. **Fundo Socio Ambiental**. Rio de Janeiro: BNDES, 2021b. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-fundo-socioambiental>. Acesso em 17 out 2021.

BNDES – Banco Nacional do desenvolvimento. **BNDES Finame - Baixo Carbono**. Rio de Janeiro: BNDES, 2021c. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finame-baixo-carbono>. Acesso em 17 out 2021.

BRASIL. **Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no 9.648, de 27 de maio de 1998, no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 5.655, de 20 de maio de 1971, no 5.899, de 5 de julho de 1973, no 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Brasília, 26 de abril de 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10438.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm). Acesso em 12 Out 2021.

BRASIL. **Lei Nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária; altera as Leis nº s 10.438, de 26 de abril de 2002, 12.111, de 9 de dezembro de 2009, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivo da Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993; e dá outras providências. Brasília, 11 de janeiro de 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm#art23](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm#art23). Acesso em 12 Out 2021

BRASIL. **Lei Nº 9.991, de 24 de julho de 2000**. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, 24 de julho de 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm). Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Fatores de emissão MDL/SIN: Fator médio - Inventários corporativos**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, [2021a]. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 528/21**. Institui o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). 2021b. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/746463-PROJETO-REGULAMENTA-MERCADO-DE-NEGOCIACAO-DE-CREDITOS-DE-CARBONO>. Acesso em: 15 out de 2021.

CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. Traduzido por Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010.

CBMSC – Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina. Portaria nº 80, de 21 de fevereiro de 2018. **Plano Estratégico 2018 – 2030**. Florianópolis: CBMSC, 2018. Disponível em: <https://documentoscbumsc.cbm.sc.gov.br/uploads/1a950a6961e4fe2fea6558971b992726.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DRÉO, Johann. **Esquema representativo dos vários componentes do desenvolvimento sustentável**. [S.l.], 2009. 1 imagem, color. 620x379. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento\\_sustent%C3%A1vel#/media/Ficheiro:Desenvolvimento\\_sustent%C3%A1vel.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento_sustent%C3%A1vel#/media/Ficheiro:Desenvolvimento_sustent%C3%A1vel.svg). Acesso em: 15 out. 2021.

ENERGYPARTNERSHIP. German-Brazilian Energy Partnership [web site]. 2021. Disponível em: <https://www.energypartnership.com.br/pt/home/>. Acesso em: 12 out. 2021.

ENGIE. **PNE 2050: ponto fundamental é busca de consenso entre stakeholders**. Engie, 2020. Disponível em <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/pne-2050-ponto-fundamental-e-busca-de-consenso-entre-stakeholders/>. Acesso em 09 out 2021.

ENGIE. **Poder público adere à energia solar fotovoltaica no PR e SC**. Engie, 2021. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/poder-publico-adere-a-energia-solar-fotovoltaica-no-pr-e-sc/>. Acesso em 12 out 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2021**: ano base 2020. Brasília; Rio de Janeiro: EPE, 2021b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia – 2030**. Brasília; Rio de Janeiro: EPE, [2021a]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>. Acesso em: 10 out. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **PNE 2050: Plano Nacional de Energia**. Brasília; Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia; EPE, 2020a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>. Acesso em: 10 out. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**: ano base 2019. Brasília; Rio de Janeiro: EPE, 2020b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

FEARNSIDE, Philip M., Hidrelétricas como “fábricas de metano”: o papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 100-115, out. 2008.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Evolução das Tarifas de Energia Elétrica e a Formulação de Políticas Públicas**. São Paulo: White Paper 22, 2020.

LOURENÇO JUNIOR, Osvaldo D. Energia limpa e renovável, eletrônica orgânica saudável. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v.12, n.3, 2020. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/3584>. Acesso em 11 out 2021.

LANA, Luis Henrique. **Energia Solar Fotovoltaica no CBMSC: Viabilidade Econômica**. 2017. 87p. TCC (Curso de Formação de Oficiais, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina). Centro de Ensino Bombeiro Militar de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017.



LEAL, Georla Cristina Souza de Gois; FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de; ARAUJO, Aline de Farias. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Qualitas**: Revista Eletrônica, Paraíba, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2008. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/128/101>. Acesso em: 05 out. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

MARCOVIT, Fred. Unipampa inaugura Usinas Fotovoltaicas nos campus da Fronteira-Oeste nesta segunda. **Correio do Povo**, Porto Alegre, 22 ago 2021. Seção Cidades. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/cidades/unipampa-inaugura-usinas-fotovoltaicas-nos-campus-da-fronteira-oeste-nesta-segunda-1.677874>. Acesso em: 04 out 2021.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Metodologia de investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MEDEIROS, Israel; ÍCARO, Pedro; TAVAREZ, João Vitor. Entenda a crise hídrica que ameaça o fornecimento de energia no Brasil. **Correio Brasiliense**, Brasília, 15 de jun de 2021. Seção Brasil. Disponível em: <https://www.correiobrasiliense.com.br/brasil/2021/06/4931467-entenda-a-crise-hidrica-que-ameaca-o-fornecimento-de-energia.html>. Acesso em 12 out 2021.

MEDEIROS, Valdemar. Voltalia dá início a construção do maior complexo de energia solar do mundo no RN. **CGP - Click Petróleo e Gás**, Rio de Janeiro, 10 set 2021. Seção Energia Renovável. Disponível em: <https://clickpetroleoegas.com.br/voltalia-da-inicio-a-construcao-da-maior-usina-de-energia-solar-do-mundo-no-rn/>. Acesso em: 04 out 2021.

NATT, Elisângela D. M.; CARRIERI, Alexandre de Pádua. Energia Hidrelétrica: A Retórica da Energia Limpa. In: SARAIVA, Luis Alex Silva; RAMPAZO, Adriana Vinholi (Orgs.) **Energia, organizações e sociedade**. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 79-112. Disponível em: [https://www.Researchgate.Net/Profile/Luiz-Alex-Saraiva/Publication/332858536\\_Energia\\_Organizacoes\\_E\\_Sociedade/Links/5ccd1f3c92851c4eab810e26/Energia-Organizacoes-E-Sociedade.Pdf#Page=79](https://www.Researchgate.Net/Profile/Luiz-Alex-Saraiva/Publication/332858536_Energia_Organizacoes_E_Sociedade/Links/5ccd1f3c92851c4eab810e26/Energia-Organizacoes-E-Sociedade.Pdf#Page=79). Acesso em 10 out 2021.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Escassez Hídrica**, Notícias, 28 jun 2021. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/imprensa/noticias>. Acesso em 05 out 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. ONU, 1987. Disponível em <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em 07 out. 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas. Organização das Nações Unidas. **Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015**. ONU, 2015. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement>. Acesso em 07 out. 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. ONU, 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em 07 set. 2021.

PEREIRA, Enio Bueno *et al.* **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: LABREN; CCST; INPE, 2017. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>. Acesso em: 10 out. 2021.

PEREIRA, René. Em meio a crise hídrica, Belo Monte opera com meia turbina e gera apenas 300 MW. **Estadão**, São Paulo, 20 set 2021. Economia. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,em-meio-a-crise-hidrica-belo-monte-opera-com-meia-turbina-e-gera-apenas-300-mw,70003845267>. Acesso em 21 set 2021.

PORTAL SOLAR. **Eletrosul Inaugura Usina de Energia Solar Fotovoltaica**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/usinas-de-energia-solar/eletrosul-inaugura-usina-de-energia-solar-fotovoltaica.html>. Acesso em 12 out 2021.

PORTAL SOLAR. **Prédio da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) terá sistema de energia solar**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/usinas-de-energia-solar/enel-green-power-brasil-comeca-operacao-comercial-da-extensao-de-133-mw-da-usina-solar-sao-goncalo-no-piaui.html>. Acesso em 12 Out 2021.

PORTAL SOLAR. **Enel Green Power Brasil começa operação comercial da extensão de 133 MW da usina solar São Gonçalo, no Piauí**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/usinas-de-energia-solar/enel-green-power-brasil-comeca-operacao-comercial-da-extensao-de-133-mw-da-usina-solar-sao-goncalo-no-piaui.html>. Acesso em 12 out 2021.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, [S.l.], v. 31, n. 89, p. 271-283, abr. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>. Acesso em: 07 set. 2021.

PROMOTORIAS do interior fazem levantamento de preço para implantação de sistema de Energia Solar. **Jornal Jaru**, Jaru, 21 jul 2020. Disponível em: <https://jaruonline.com.br/promotorias-do-interior-fazem-levantamento-de-preco-para-implantacao-de-sistema-de-energia-solar/>. Acesso em 07 Out 2021.

QUANTUM. **Prédio da Udesc terá sistema de geração solar da Quantum**. São José: Quantum, 2019. Disponível em: <https://www.quantumengenharia.net.br/predio-da-udesc-sistema-de-geracao-solar/>. Acesso em: 10 out. 2021.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. **Plano de Desenvolvimento de Santa Catarina 2030**. Florianópolis: Governo de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/plano-sc-2030/1622-plano-sc-2030-versao-final/file>. Acesso em: 07 set. 2021.

SARTORI, Simone; LATRÔNICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila M.S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n.1, p. 1-22, jan.-mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/yJ9gFdvCWtxMR5hyWtRR6SL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2021.

SEBRAE. **Políticas Públicas Conceitos e Práticas**. Minas Gerais: Sebrae, 2008. Disponível em:

<http://www.mp.ce.gov.br/nespeciais/promulher/manuais/manual%20de%20politic%C3%A1blicas.pdf>. Acesso em: 21 set 2021.

SILVA, Odair Vieira da. Sistemas produtivos, desenvolvimento econômico e degradação ambiental. **Revista Científica Eletrônica de Turismo**, Garça (SP), v. 6, n. 1, p. 1-7, 30 jan. 2007. Disponível em:

[http://www.faeF.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/OVUx1OmdgdbdQPc\\_2013-5-20-17-56-4.pdf](http://www.faeF.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/OVUx1OmdgdbdQPc_2013-5-20-17-56-4.pdf). Acesso em: 06 out. 2021.

SOLOMONS, T.W.G. **Química orgânica 2**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1989.

STEFANELLO, Camila; MARANGONI, Filipe; ZEFERINO, Cristiane Lionço. **A importância das políticas públicas para o fomento da energia solar fotovoltaica no Brasil**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. 7., 2018, Gramado. Anais [...] Gramado, 2018. Disponível em:

<https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/487/487>. Acesso em: 08 Out 2021.

TIBA, Chigueru et al. (Coords.). **Atlas Solarimétrico do Brasil**: banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. Disponível em:

[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_solarimetrico\\_do\\_brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_solarimetrico_do_brasil_2000.pdf). Acesso em: 10 out. 2021.

TOLEDO, Paulo Edgard Nascimento de. **O impasse sobre o protocolo de Quioto**. Governo do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola (IEA). São Paulo: IEA, 2001.

Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=265>. Acesso em 12 Out 2021.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Towards a green economy**: pathways to sustainable development and poverty eradications. UNEP, 2011. Disponível em:

[https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126ger\\_synthesis\\_en.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126ger_synthesis_en.pdf). Acesso em 10 out 2021.