

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
SUSTENTABILIDADE EM CIDADES, EDIFICAÇÕES E PRODUTOS

Humberto Fernando Martins Marques

**BELO HORIZONTE E AUTOGERAÇÃO DE ENERGIA: uma
abordagem do impacto socioambiental positivo – usina escola**

Belo Horizonte

2021

Humberto Fernando Martins Marques

**BELO HORIZONTE E AUTOGERAÇÃO DE ENERGIA: uma
abordagem do impacto socioambiental positivo – usina escola**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.

Área de concentração: Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes

Belo Horizonte

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

M357b

Marques, Humberto Fernando Martins.

Belo Horizonte e autogeração de energia [manuscrito] : uma abordagem do impacto socioambiental positivo – usina escola / Humberto Fernando Martins Marques. - 2021.

131f. : il.

Orientador: Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Energia solar. 2. Geração de energia fotovoltaica. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Pobreza urbana. 5. Integração social. 6. Belo Horizonte (MG). I. Gomes, Leonardo Geraldo de Oliveira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 621.473



ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DO ALUNO HUMBERTO FERNANDO MARTINS MARQUES COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE EM CIDADES, EDIFICAÇÕES E PRODUTOS.

Às 19:00 horas do dia 13 de setembro de 2021, reuniu-se em uma sala virtual Google Meet a Comissão Examinadora composta pelo Professor Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes, orientador-Presidente e pelo Prof. Eduardo Cabaleiro Cortizo, como membro titular, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos para avaliação da monografia intitulada "Belo Horizonte e autogeração de energia: uma abordagem do impacto socioambiental positivo – usina escola" de autoria do aluno **Humberto Fernando Martins Marques**, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso e recomenda que sejam encaminhados 01 (um) exemplar impresso para a Biblioteca da Escola de Arquitetura e 01(um) exemplar digital para o Repositório da UFMG.

Nota Final: 98 – Conceito A

Belo Horizonte, 13 de setembro de 2021

Leonardo Oliveira

Prof. Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes
Orientador-Presidente

Eduardo Cortizo

Prof. Eduardo Cabaleiro Cortizo
Membro Titular

*Ao meu pai, Fernando Martins Marques
que sempre incentivou a leitura e o estudo.*

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) e à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA - PBH) por oferecerem as condições e meios para a participação no curso e execução do projeto.

Ao Professor Dr. Leonardo Geraldo de Oliveira Gomes por conferir destaque ao tema e direcionar aos objetivos propostos.

A todos os professores do curso, pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão, pelos ensinamentos e conselhos que espero jamais esquecer.

Ao Secretário Municipal de Meio Ambiente Mário de Lacerda Werneck Neto que preza por valorizar os servidores nas suas carreiras profissionais incentivando as suas formações e aquisições de novos conhecimentos sem distinções.

Ao amigo e Subsecretário de Trabalho e Emprego da PBH Luiz Otávio Fonseca que realiza parcerias em prol da coletividade da cidade.

Aos colegas e amigos formados no presente curso, especialmente a Fernando Henrique Silveira Elias e Luiz Felipe Francischetto da Rocha Ferreira unidos em grupo nas diversas disciplinas.

Aos colegas técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente: Marilene Mascarenhas Paixão, Guilherme Lana Pimenta, Marildo Resende Silva e Eduardo Machado De Farias Tavares que, cada qual ao seu estilo, propiciaram conhecimentos distintos para a concepção do projeto.

À minha esposa querida, Cristina Roscoe, por todo o amor e companheirismo dedicados em nossa rota conjunta.

História conhecida é a do encontro de Diógenes de Sínope (413 - 323 a.C.) com Alexandre, o Grande, então o homem mais poderoso conhecido. Alexandre solicitou que Diógenes pedisse o que quisesse e este pediu que Alexandre saísse de sua frente, pois estava tapando o sol. Diógenes estava com esse ato demonstrando o quão pouco ele necessitava para viver bem conforme sua natureza.

RESUMO

O presente TCC pretende apresentar a instalação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos como prática de sustentabilidade ambiental alinhada à ação social para formação de mão de obra para população em situação de fragilidade urbana e dos alunos da educação de jovens e adultos na cidade de Belo Horizonte – MG. Para tal realizou um levantamento das ações de sustentabilidade da Prefeitura de Belo Horizonte direcionadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, relacionando-as à prática dos processos de instalação de duas usinas fotovoltaicas em próprios públicos, a uma série de outros projetos em andamento e ao desdobramento destas ações para a compra de energia de fazendas solares por parte do município. A Usina Escola proposta pelo estudo é produto de ampla integração de ações de diversas secretarias municipais, organização da sociedade civil e poder legislativo como alternativa para formar a população em situação de rua e de abrigos para ingressar no mercado de trabalho na montagem e gestão de usinas fotovoltaicas.

Palavras-chave: Autogeração de energia. Usina fotovoltaica. Próprios públicos. Energia solar. Desenvolvimento sustentável. Agenda 2030. Impacto socioambiental positivo. Ações inclusivas. População vulnerável. Usina Escola.

ABSTRACT

This TCC intends to present the installation of photovoltaic power plants in public buildings themselves as a practice of environmental sustainability aligned with social action for the training of labor for population in a situation of urban fragility and students of youth and adult education in the city of Belo Horizonte – MG. To this end, it carried out a survey of the sustainability actions of the Municipality of Belo Horizonte aimed at the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda, relating them to the practice of installing two photovoltaic power plants in public, to a series of other ongoing projects and the deployment of these actions for the purchase of energy from solar farms by the municipality. The Usina Escola proposed by the study is the product of a broad integration of actions from various municipal secretariats, civil society organization and the legislative power as an alternative to train the homeless and sheltered population to enter the labor market in the assembly and management of photovoltaic plants.

Keywords: Self-generation of energy. Photovoltaic plant. Public buildings. Solar energy. Sustainable development. 2030 Agenda. Positive social and environmental impact. Inclusive actions. Vulnerable population. School plant.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa mental que mostra como os temas dos capítulos se relacionam.	23
Figura 2: Triângulo da Sustentabilidade de Eikington.....	25
Figura 3: Distribuição das matrizes energéticas no mundo com o tempo.....	30
Figura 4: Capacidade instalada de fontes alternativas no mundo.	32
Figura 5: Total diário da irradiação global horizontal – Média diária.	33
Figura 6: Ranking estadual de geração de energia fotovoltaica no Brasil.	34
Figura 7: Ranking municipal de geração de energia fotovoltaica.....	35
Figura 8: Distribuição das usinas fotovoltaicas na cidade de Belo horizonte por bairro.	36
Figura 9: Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte.	37
Figura 10: Indicação ODS de Belo Horizonte com participação de fontes renováveis..	44
Figura 11: Funcionamento de uma usina fotovoltaica (modificada).....	46
Figura 12: Conta de energia da UFV CEA PROPAM de novembro de 2020.	48
Figura 13: Informações técnicas de consumo da UFV CEA PROPAM.	49
Figura 14: Informações de valores faturados da UFV CEA PROPAM.	49
Figura 15: Histórico de consumo da UFV CEA PROPAM.	50
Figura 16: Kamuthi Solar Power Project (Índia).....	52
Figura 17: Foto aérea da usina fotovoltaica dos prédios do CAD, na UFMG.	53
Figura 18: Localização das usinas fotovoltaicas instaladas em próprios públicos - Belo Horizonte – MG.....	58
Figura 19: Vista aérea do CEA PROPAM com visualização da UFV CEA PROPAM (R. Radialista Ubaldo Ferreira, 20 - Castelo, Belo Horizonte – MG) e sua ampla área verde.	59
Figura 20: Status da usina, geração de energia e clima da UFV CEA PROPAM desde jan. de 2016.	60
Figura 21: Gráfico de geração de energia diária da UFV CEA.....	61
Figura 22: Benefícios ambientais equivalentes proporcionados pelo uso de energia fotovoltaica gerados na UFV CEA PROPAM e relação com emissão de gases de efeito estufa.....	62
Figura 23: Compensação de carbono da UFV CEA PROPAM.	62
Figura 24: Imagem de Drone da UFV 1212 situada à Avenida Afonso Pena, 1212 – Centro, Belo Horizonte – MG.	63
Figura 25: Geração total da UFV 1212 desde maio de 2020 até jul. de 2021.....	65
Figura 26: Geração da UFV 1212 por mês de maio de 2020 a julho de 2021.	65
Figura 27: Comparação de geração da UFV 1212 em dois dias distintos.....	66
Figura 29: Local de planejamento da UFV Aquário São Francisco.....	69
Figura 30: Local de planejamento da UFV CRAS Alto Vera Cruz.	70
Figura 31: Local de planejamento da UFV EMHJS com área disponível de 470 m ² ...	72
Figura 32: Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte com detalhe da EMHJS.	74

Figura 33: Estudo da Accenture da EMHJS com seleção das melhores áreas de instalação.	75
Figura 34: Geração de Energia Fotovoltaica da UFV EMHJS em duas fases.	76
Figura 35: Local de implantação da UFV Parque das Mangabeiras em Carport em área de 1.600 m ²	77
Figura 36: Local de implantação da UFV Parque Pampulha com área de 800 m ²	79
Figura 37: Capa do Edital N° 041/2021.	81
Figura 38: Usina Escola do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da SMED.	85
Figura 39: Detalhe do mapa expansível da distribuição de pontos monitorados e vistorias realizados pelos agentes municipais.	87
Figura 40: Distribuição de população em situação de rua por bairro /Regional.	88
Figura 41: Power BI – POP RUA SMPU PBH.	89
Figura 42: Gráfico de Resultados das vistorias realizadas por agentes da PBH.	90
Figura 43: Casa Amarela no Parque das Mangabeiras - 1º and. Biofábrica, 2º and. Centro de Inclusão Produtiva.	92
Figura 44: Vista da sede do Parque Ecológico da Pampulha com amplo telhado e espelho d’água.	93
Figura 45: Vista das salas de aula que seriam utilizadas.	94
Figura 46: Vista da sede da Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte (SMED).	96
Figura 47: Desenho esquemático da Usina Escola com os seis módulos fotovoltaicos, a estrutura de fixação e direcionamento e o corredor de acesso doa alunos.	97
Figura 48: Vista da sede com as salas do CLIC no 3º andar prédio da SMED.	98
Figura 49: Vista das salas de aulas a serem utilizadas CEA CLIP SMED – Usina Escola.	100
Figura 50: Road Show Huawei Solar.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acordos e protocolos internacionais firmados pela PBH. Para mais detalhes vide anexo 1.....	42
Tabela 2: Acordos nacionais firmados pela PBH. Para mais detalhes vide anexo 1.....	43
Tabela 3: Acordos locais firmados pela PBH. Para mais detalhes vide anexo 1.	43
Tabela 4: Informações sobre usinas instaladas em próprios públicos de Belo Horizonte.	57
Tabela 5: Informações sobre propostas de usinas a serem instaladas em próprios públicos de Belo Horizonte.	58
Tabela 6: Dados das usinas a serem implantadas em próprios públicos de Belo Horizonte;	68
Tabela 7: Dados específicos da EMHJS.....	74
Tabela 8: Lotes de escolas municipais e consumo anual do Edital N° 041/2021 da PBH.	83
Tabela 9: Fluxo de caixa acumulativo da Usina Escola CEA CLIC SMED.....	102
Tabela 10: Geração mensal da UFV CEA CILC SMED.....	103
Tabela 11: Geração média de energia pela UFV Usina Escola <i>offgrid</i>	104
Tabela 12: Cronograma de implantação do CEA CLIC SMED – Usina Escola.....	105
Tabela 13: Comparação da geração de energia nas Usinas Fotovoltaicas da PBH (maio de 2021).	110
Tabela 14: Capitais signatárias do Fórum dos Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras (CB27) organizadas em ordem alfabética.	125

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASPAM	Assessoria de Política Ambiental de Belo Horizonte - MG
BH	Belo Horizonte – MG
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i> (Sistema de Transporte Coletivos Melhorados)
CB-27	Fórum dos Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras
C-40	Grandes cidades para liderança climática (<i>Cities Climate Leadership Group</i>)
cCCR	Registro Climático de Cidades Carbonn (<i>Carbonn Cities Climate Register</i>)
GCoM	Pacto Global de Prefeitos para o Clima e a Energia (<i>Global Covenant of Mayors for Climate and Energy</i>)
CDP	<i>Disclosure Insight Action</i> (<i>Carbon Disclosure Project</i>)
CEA	Centro de Educação Ambiental
CEA - PROPAM	Centro de Educação Ambiental do Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CLIC	Centro de Línguas, Linguagens, Inovação e Criatividade
CMMA	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CMMCE	Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CTRS BR-040	Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040
DGEA	Diretoria de Gestão Ambiental
EM	Escola Municipal
EMHJS	Escola Municipal Herbert José de Souza
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEEDA	Gerência de Educação Ambiental
GPLA	Gerência de Monitoramento e Planejamento Ambiental
GWh	Gigawatt-hora

ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
kWh	Quilowatt-hora
kWp	Quilowatt-pico
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organizações das Nações Unidas
ONU HABITAT	Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos
PBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – MG
PEE	Programa de Eficiência Energética da CEMIG Distribuidora
PMI	Procedimento de Manifestação de Interesse
PREGEE	Plano de Redução de Emissão de Gases do Efeito Estufa
PRODABEL	Empresa de informática e informação do município de Belo Horizonte
PROPAM	Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha
PPP	Parceria Público Privada
Rio+20	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
RELAGRES	Rede Latinoamericana de Gestão de Resíduos Sólidos
SMED	Secretaria Municipal de Educação
SMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte – MG
SUDECAP	Superintendência de Desenvolvimento da Capital
TIR	Taxa Interna de Retorno
TWh	TeraWatt-hora
UFV	Usina Fotovoltaica
UFV 1212	Usina Fotovoltaica da sede da Prefeitura de Belo Horizonte
UFV Aquário	Usina Fotovoltaica do Aquário Municipal São Francisco
UFV Casa Amarela	Usina Fotovoltaica da Casa Amarela
UFV EMHJS	Usina Fotovoltaica da Escola Municipal Herbert José de Souza
UFV Mangabeiras	Usina Fotovoltaica do Parque das Mangabeiras

UMEI	Unidade Municipal de Ensino Infantil
Urban-LEDS	Projeto Promovendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono do ICLEI
WRI	<i>World Resources Institute</i>
WWF-Brasil	Fundo Mundial da Natureza - Brasil

LISTA DE NORMAS

ABNT 5101

Estabelece os requisitos para iluminação de vias públicas, propiciando segurança aos tráfegos de pedestres e de veículos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. SUSTENTABILIDADE URBANA E ENERGIA SOLAR	24
2.1. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade	24
2.2. Sustentabilidade urbana e energia solar	25
2.3. Sustentabilidade e energias renováveis	27
2.4. Geração de energia solar no mundo e no Brasil	29
2.4.1. Geração de energia solar no mundo	30
2.4.2. Geração de energia solar no Brasil	31
2.4.3. Geração de energia solar em Belo Horizonte	35
3. AÇÕES E ATUAÇÕES DE BELO HORIZONTE COMO CIDADE SUSTENTÁVEL	38
3.1. A cidade de Belo Horizonte, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e a sustentabilidade	38
3.1.1. Breve histórico	39
3.2. Acordos, protocolos, fórum e ações de desenvolvimento sustentável	42
4. USINAS FOTOVOLTAICAS	45
4.1. Equipamentos	45
4.2. Funcionamento	46
4.3. Locais de implantação	50
4.3.1. Telhados	50
4.3.2. Fazendas solares	51
4.3.3. Próprios Públicos	52
4.4. Benefícios	53
4.4.1. Benefício ambiental	53
4.4.2. Benefícios socioambientais	53
4.4.3. Economia - custo e viabilidade de implantação	54
4.4.4. Manutenção e garantia	55
4.4.5. Políticas de incentivo	55
5. USINAS FOTOVOLTAICAS EM PRÓPRIOS PÚBLICOS DE BELO HORIZONTE	57
5.1. Breve histórico	57
5.2. UFV implantadas em próprios públicos em BH	58
5.2.1. UFV CEA PROPAM	59

5.2.1.1. Energia gerada	60
5.2.1.2. Benefícios ambientais	61
5.2.1.3. Benefícios socioambientais	62
5.2.1.4. Economia para os cofres públicos	63
5.2.2. UFV 1212 - Sede da Prefeitura de Belo Horizonte – MG	63
5.2.2.1. Energia gerada	64
5.2.2.2. Benefícios ambientais	66
5.2.2.3. Benefícios socioambientais	67
5.2.2.4. Economia para os cofres públicos	67
5.3. UFV planejadas para instalação em próprios públicos de Belo Horizonte	68
5.3.1. UFV Aquário São Francisco - Aquário Municipal São Francisco	68
5.3.1.1. Contexto ambiental	69
5.3.1.2. Contexto social	69
5.3.1.3. Viabilidade de implantação	69
5.3.1.4. Economia para os cofres públicos	70
5.3.2. UVF CRAS Alto Vera Cruz – CRAS Alto Vera Cruz	70
5.3.2.1. Contexto ambiental	70
5.3.2.2. Contexto social	71
5.3.2.3. Viabilidade de implantação	71
5.3.2.4. Economia para os cofres públicos	71
5.3.3. UFV EMHJS - Projeto Escolas Solares	71
5.3.3.1. Contexto ambiental	72
5.3.3.2. Contexto social	73
5.3.3.3. Viabilidade de implantação	74
5.3.3.4. Economia para os cofres públicos	75
5.3.4. UFV Parque das Mangabeiras – Parque Municipal das Mangabeiras	76
5.3.4.1. Contexto ambiental	78
5.3.4.2. Contexto Social	78
5.3.4.3. Viabilidade de implantação	78
5.3.4.4. Economia para os cofres públicos	79
5.3.5. UFV Parque Ecológico da Pampulha – Parque Ecológico da Pampulha	79
5.3.5.1. Contexto ambiental	80
5.3.5.2. Contexto Social	80
5.3.5.3. Viabilidade de implantação	80
5.3.5.4. Economia para os cofres públicos	81

5.4. Edital de locação de SGD	81
6. USINA ESCOLA	84
6.1. Breve histórico	84
6.2. Vulnerabilidade social em Belo Horizonte	85
6.3. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva – Usina Escola	90
6.3.1. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da Casa Amarela	91
6.3.2. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do Parque Ecológico da Pampulha	93
6.4. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CEA CLIP SMED - Usina Escola 95	
6.4.1. Organização da estrutura	95
6.4.2. Descrição do projeto	97
6.4.2.1. Apresentação	97
6.4.2.2. Contextualização	99
6.4.2.3. Detalhamento	99
6.4.3. Usinas projetadas <i>ongrid</i> e <i>offgrid</i>	101
6.4.3.1. UFV CEA CLIP SMED (<i>ongrid</i>)	101
6.4.3.2. UFV Usina Escola (<i>offgrid</i>)	103
6.4.4. Investimentos nas Usinas projetadas <i>ongrid</i> e <i>offgrid</i>	104
6.4.4.1. Despesas	104
6.4.4.2. Receita	105
6.4.5. Cronograma	105
6.4.5. Ações necessárias	105
6.4.6. Ações semelhantes - Road Show Huawei Solar	107
7. DISCUSSÕES	108
CONCLUSÃO	115
REFERÊNCIAS	117
APÊNDICE A	121
ANEXO A	122

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo descreve o processo de implantação de usinas fotovoltaicas (UFV) em próprios públicos¹ de Belo Horizonte - MG, analisa a autogeração de energia das usinas já instaladas, propõe instalações de novas usinas e finalmente, o processo de criação de uma usina escola que extrapola a análise econômica e ambiental para uma análise da função social.

Objetivo

Para uma melhor compreensão, os objetivos deste trabalho serão divididos em geral e específicos, conforme apresentado nos tópicos 1.2.1 e 1.2.2, respectivamente.

Objetivo geral

O objetivo do estudo é apresentar a instalação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos como prática de sustentabilidade ambiental alinhada à ação social para formação de mão de obra para população em situação de fragilidade urbana e dos alunos da educação de jovens e adultos.

Objetivos específicos

- Demonstrar que a instalação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos está alinhada com os acordos e protocolos ambientais internacionais;
- Demonstrar que a instalação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos gera economia ao erário² público;
- Demonstrar que a instalação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos gera benefícios socioambientais;
- Apresentar a proposta de ação social através da implantação de uma usina escola na sede da Secretaria Municipal de Educação (SMED) para formação de mão de obra especializada na montagem e gestão de UFV direcionada à população de rua e de abrigos municipais e da Educação de Jovens e Adultos (EJA) da PBH.

¹ Próprio público aquilo que pertence ao domínio público, aquilo que é público, que integra o domínio público, indicando os bens que pertencem ao município. Nota do autor.

² Conjunto dos recursos econômicos e financeiros de uma entidade ou um Estado, Fazenda ou Tesouro. Fonte: dicionário.priberam.org/erário.

Justificativa

O presente estudo é resultado dos trabalhos em meio ambiente desenvolvidos pelo autor na antiga Gerência de Monitoramento e Planejamento Ambiental (GPLA) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte - MG (SMMA). O autor estava lotado na Assessoria de Política Ambiental (ASPAM/SMMA) da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – MG (PBH) e foi nomeado como Gerente de Educação Ambiental da SMMA em agosto de 2021. Além disso, atua como membro titular no conselho consultivo do Parque Estadual Florestal da Baleia e do Parque Estadual Serra Verde, ambos em Belo Horizonte – MG e como conselheiro titular no Comitê de Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF), conselheiro titular no Comitê de Bacia Hidrográfica do rio das Velhas (CBH Velhas) e como coordenador geral no Subcomitê do ribeirão Arrudas (SCBH Arrudas). Atua ainda na Diretoria Ampliada, na Câmara Técnica de Outorga e Cobrança (CTOC), na Câmara Técnica de Educação, Mobilização e Comunicação (CTECOM) e na Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle (CTPC) do CBH Velhas. O autor é gestor, ainda, do projeto “Mapeamento dos níveis de pressão sonora na cidade de Belo Horizonte - MG como instrumento de gestão e controle da qualidade acústica no município”. Participou em 2020 da elaboração da base de dados do cadastro de árvores da cidade de Belo Horizonte denominado SisCTM_ARVORE com a importação de 300.000 árvores do antigo sistema do Inventário de Árvores de Belo Horizonte (SIIA). Como Gerente de Educação Ambiental da SMMA é responsável por coordenar projetos como o BH Itinerante, o Ambiente em Foco Virtual e os diversos Centros de Educação Ambiental da cidade de Belo Horizonte com uma equipe de 26 profissionais.

O autor coordenou a instalação de duas usinas fotovoltaicas para a Prefeitura de Belo Horizonte. A primeira instalada em 2015, denominada usina fotovoltaica do Centro de Educação Ambiental do Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha (UFV CEA PROPAM) de 5,2 kWp e a segunda, instalada em 2020, denominada usina fotovoltaica do edifício sede da PBH (UFV 1212) de 65 kWp.

Afora o estudo dos benefícios ambientais, econômicos e sociais da implantação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos, a relevância do presente projeto está em se propor a criação de uma usina escola *ongrid* de 2,6 kWp que amplia a abordagem de autogeração da prefeitura fazendo uma articulação política com os diversos agentes da

administração pública municipal, organizações da sociedade civil e Assembleia Legislativa de Minas Gerais através financiamento por emenda parlamentar. Envolve a Secretaria Municipal de Educação (SMED) com o aprendizado do público definido através do Centro de Línguas, Linguagens, Inovação e Criatividade (CLIC) para capacitar e formar mão de obra especializada na montagem e gestão de usinas fotovoltaicas direcionada à população em situação de vulnerabilidade social (e.g., população em situação de rua e de abrigos) e de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Além da usina escola será instalada uma usina *offgrid* de 75 kWp no telhado da SMED para o consumo do edifício.

Em 2019, o autor ingressou no curso de especialização - Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos da Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG, parcialmente custeado pela PBH. O investimento financeiro na presente especialização possibilitou, não somente a formação técnica do autor, mas uma abertura para futuras parcerias entre a academia e a PBH e desenvolvimento de novos projetos.

Materiais e métodos

O estudo foi executado em três etapas:

- I. pesquisa bibliográfica em arquivos acadêmicos digitais;
- II. análise e interpretação de dados de energia elétrica das usinas implantadas;
- III. desenvolvimento de propostas para implantação de novas usinas através da análise situacional do próprio público aliado à experiência pessoal do autor como proponente de projetos na área ambiental na SMMA. Foi utilizada a base de dados disponíveis em projetos anteriores, assim como a base de dados corporativos da PBH.
- IV. desenvolvimento do projeto da usina escola com participação de diversas secretarias municipais, organização da sociedade civil e Assembleia Legislativa.

O estudo foi realizado a partir de dados do consumo de energia elétrica dos próprios públicos junto à Secretaria Municipal de Finanças (contas de energia elétrica), de dados georreferenciados dos próprios públicos na base de dados da PRODABEL, de uso de mapa solar para locação da usina, de simulação através de softwares específicos para propostas locacionais de usinas e da criação de uma planilha específica para cálculo

de consumo e de geração das usinas, de forma a se ter a gestão energética dos próprios públicos. Além disso, foram realizadas entrevistas com empresários proprietários de empresas de energia fotovoltaica e pesquisadas as fontes de financiamento disponíveis como o Fundo Municipal de Defesa Ambiental (FMDA), o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Caixa Econômica Federal (CAIXA) etc. Enfim, foram utilizadas todas as informações para se captar dados e informações para o projeto.

Foram utilizados ainda, como base de informações, os documentos de projetos anteriores da PBH, aqueles produzidos durante a licitação das usinas fotovoltaicas licitadas e a serem licitadas, assim como seus projetos iniciais, editais e os contratos firmados com as contratadas que instalaram as usinas. Foram utilizados, também, orçamentos e propostas para usinas em edifícios próprios disponíveis.

A sinergia com o orientador e o conhecimento adquirido através da disciplina Metadesign e Gestão de Projetos em Sustentabilidade por ele ministrada no Curso Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos foi fundamental para o embasamento do projeto. Abriu oportunidades para consolidação de uma parceria permanente entre o Poder Público Municipal e a Universidade Federal de Minas Gerais em diversas disciplinas, especificamente em seus trabalhos de extensão. Pode-se utilizar a estrutura dos próprios públicos para realização de diagnósticos energéticos, por exemplo, assim como disponibilizar outras atividades desenvolvidas pela Secretaria de Meio Ambiente como o Licenciamento Ambiental, Recursos Hídricos, Arborização Urbana, entre outras para que a Escola de Arquitetura possa desenvolver seus projetos de extensão.

Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

O Trabalho de Conclusão de Curso está estruturado em sete capítulos, primeiro com a apresentação formal da pesquisa. O segundo capítulo trata de sustentabilidade urbana, desenvolvimento sustentável e energia solar. Trata da distribuição das matrizes energéticas no mundo e no Brasil, mudanças climáticas, sustentabilidade e autogeração fotovoltaica.

O terceiro capítulo trata de acordos e protocolos internacionais, nacional e local adotados pela PBH; fórum nacional de sustentabilidade, comitês, planos e práticas de sustentabilidade da PBH e suas ações de sustentabilidade.

O quarto capítulo trata da energia fotovoltaica em si, funcionamento das usinas fotovoltaicas, equipamentos necessários, montagem e locais de produção. Trata da história da energia fotovoltaica e seus benefícios socioambientais e econômicos.

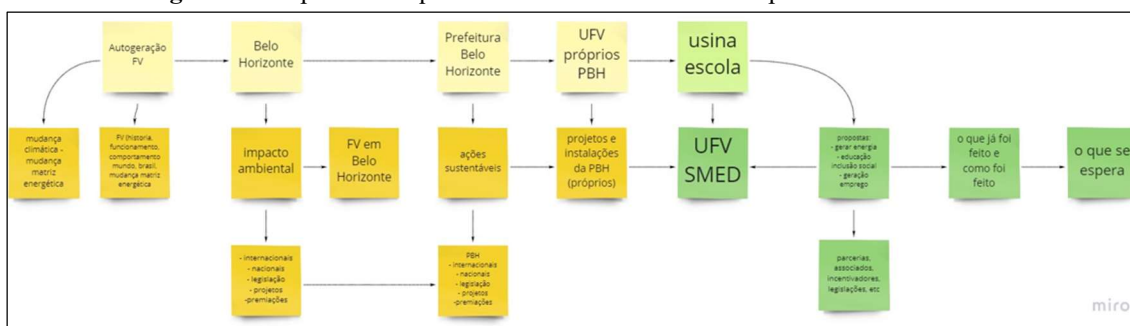
O quinto capítulo trata da energia fotovoltaica em próprios públicos da PBH, as usinas já instaladas e os projetos de usinas a serem instalados, destacando as características de cada uma e o edital de compra de energia lançado pela PBH.

O sexto capítulo trata do projeto da usina escola que será instalada na SMED - CEA CLIC SMED - Usina Escola com proposta de gerar energia, qualificar mão de obra e inclusão social.

O sétimo capítulo trata sobre discussões e conclusões.

A (Figura 1) abaixo, mostra o mapa mental idealizado para o presente trabalho.

Figura 1 - Mapa mental que mostra como os temas dos capítulos se relacionam



Fonte: Do autor, a partir do Software Miro.

2. SUSTENTABILIDADE URBANA E ENERGIA SOLAR

O capítulo 2 estabelece relações entre sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade urbana, energia solar e renováveis, assim como apresenta uma análise da participação da energia solar fotovoltaica em relação à matriz energética mundial, nacional e local.

2.1. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

A definição de desenvolvimento sustentável foi construída em diversos fóruns durante as últimas décadas através de discussões de diferentes proposições e interpretações da realidade de época e se tornou um referencial para determinados procedimentos da administração pública e privada mundial, tendo seu início ainda na década de 1970. Esta consolidação no espaço mundial como uma política ampla teve como um dos marcos principais o Relatório Brundtland, em 1987, sob o título de Nosso Futuro Comum que foi elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD (CMMAD, 1991). A “questão ambiental no espaço urbano” foi discutido na Hâbitat II (conferência internacional da ONU sobre as cidades) e “cidades e poder local” e foi discutido na Rio 92 (conferência internacional da ONU sobre meio ambiente e desenvolvimento) e sistematizados na Agenda 21.

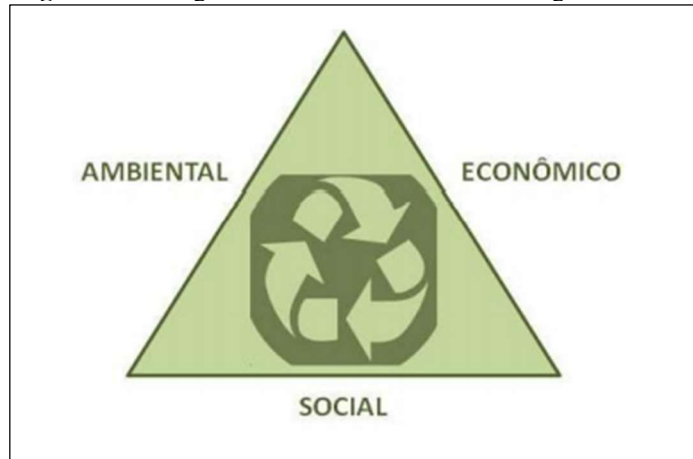
É fato que não há consenso, ainda hoje, sobre as premissas do conceito “Sustentabilidade”. Inicialmente foi definido por seu cunho ambiental e adquiriu abrangência mais robusta incorporando os conceitos sociais, econômicos e políticos. Trata-se, portanto, de uma ideia que possivelmente se encontra em estágio inicial, e como tal, em contínuo processo de construção (SILVA, 2007).

“O Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46).

A sustentabilidade relaciona os aspectos econômicos, sociais e ambientais da sociedade propondo um equilíbrio entre eles, de forma que os membros da sociedade possam suprir suas necessidades atuais e sua economia desenvolver-se, preservando a biodiversidade e os ecossistemas naturais (EIKINGTON, 1997). “É o chamado triângulo da sustentabilidade (FIGURA 2) que ilustra as três vertentes do desenvolvimento

sustentável que deve ser ao mesmo tempo ecologicamente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo”, conforme estabelecido na Conferência Rio/92 e no documento da Agenda 21 (EIKINGTON, 1997).

Figura 2 - Triângulo da Sustentabilidade de Eikington



Fonte: Eikington, 1997.

Uma das questões fundamentais para o desenvolvimento sustentável está na inovação e desenvolvimento de tecnologias de conversão e aproveitamento de recursos energéticos naturais. A necessidade energética para o desenvolvimento de um país é incontestável, entretanto a aplicação de tecnologias que buscam o acréscimo da eficiência energética e a sustentabilidade da produção asseguram e possibilitam um desenvolvimento com impactos ambientais diminuídos (INPE, 2017).

2.2. Sustentabilidade urbana e energia solar

Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade envolvem decisões dos governos locais que visam atingir os objetivos da sociedade civil para se atingir o bem-estar social e o desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo manter a preservação do meio ambiente. Sendo assim, torna-se importante a discussão de como suprir a demanda de energia mundial sem prejudicar ainda mais os ecossistemas, a hidrosfera (i.e., rios, lagos, oceanos), a atmosfera e as ocupações humanas, que na realidade já é realizado observando-se a economia de mercado. Quando se analisa a maneira de como o homem tem gerado energia, percebe-se historicamente a predominância de energias não-renováveis que geram poluentes e/ou resíduos de maneira contínua e acumulativa (combustíveis fósseis, energia nuclear) ou degradam ecossistemas e a paisagem (energia hidrelétrica). Portanto, a maneira como se obtêm energia elétrica atualmente está fadada ao esgotamento, assim como torna o planeta mais poluído, mais degradado e menos

natural. Crises hídricas recorrentes lembram à sociedade a necessidade de se investir em energias alternativas e renováveis.

Por outro lado, as novas tecnologias de energia renovável produzem energia elétrica convertendo os fenômenos naturais em formas úteis de energia. Essas tecnologias usam a energia solar e seus efeitos diretos e indiretos na Terra (e.g., radiação solar, vento, quedas d'água, biomassa), forças gravitacionais (e.g., marés, barragens), calor do centro da Terra (e.g., energia geotermal) como recurso para produção de energia. As novas tecnologias são cada vez mais utilizadas no mundo moderno como forma de alcançar os objetivos dos acordos de mudanças climáticas pelas nações.

Esses recursos naturais têm um grande potencial para geração de energia elétrica. Entretanto, são geralmente difusos e não são acessíveis sendo a maioria deles intermitentes e sujeitos a variações regionais e dependentes das condições geográficas e climáticas. Essas características geram muitas dificuldades, que embora sejam solucionáveis, tornam-se desafios técnicos e econômicos (Kalogirou, 2014). A sua utilização em nível global e massivo só será efetivamente difundido quando as tecnologias se tornarem comuns e a preços acessíveis.

Atualmente, a indústria alcançou um progresso significativo na tecnologia energética melhorando sua eficiência na coleta e conversão de energia, diminuindo em muito seu custo inicial e de manutenção, aumentando, assim, a confiabilidade e aplicabilidade dos sistemas de energia renovável. Durante as duas primeiras décadas do século XXI, várias pesquisas têm sido realizadas que melhoraram a tecnologia mundial no campo de recursos energéticos renováveis e de sistemas, tornando-os acessíveis economicamente. Os sistemas de conversão de energia baseados em tecnologias de energia renovável parecem ter melhor custo benefício se comparado com o alto custo do uso de petróleo (Kalogirou, 2014).

Os sistemas de energia renovável têm um importante impacto ambiental, econômico e político no mundo. Os benefícios da instalação e operação de sistemas de energias renováveis podem ser divididos em três categorias: economia de energia, geração de novos postos de trabalho e diminuição da poluição ambiental:

- O benefício econômico da energia vem da redução no consumo combustíveis fósseis como o carvão e o diesel usados convencionalmente para fornecer energia para as termelétricas. Esse benefício pode ser convertido em economia de recursos financeiros de acordo com a sua

produção, evitando despesas com a compra de combustíveis fósseis importados;

- A geração de empregos na indústria é outro fator importante nos países produtores. A entrada de novas tecnologias gera atividades de produção, aumenta o mercado de distribuição de peças e o comércio de equipamentos;
- A diminuição da poluição ambiental se dá pela redução das emissões atmosféricas dos gases de efeito estufa devido à substituição dos combustíveis fósseis nas termelétricas. Os efeitos da poluição atmosférica no ambiente produzem impactos na saúde pública, agricultura e ecossistemas.

Há de se destacar a economia significativa na emissão dos gases de efeito estufa com o uso de tecnologias limpas para a geração de energia. A substituição da fonte de energia gera grande economia na emissão dos gases que deixarão de ser liberados pelas termelétricas. Gera créditos de carbono. Logo, substituindo combustíveis fósseis por energias renováveis é uma estratégia para diminuir a emissão de CO₂ na atmosfera e combater mudanças climáticas.

Segundo Goldenberg, os principais problemas decorrentes do uso de matriz energética dependente de combustíveis fósseis são a exaustão dos combustíveis que são finitos, a segurança ao acesso aos combustíveis fósseis que estão em países diferentes e a degradação da saúde e das condições ambientais decorrentes da extração e do uso dos combustíveis (Goldemberg, 2015).

Para minimizar problemas deve-se adotar o uso de energias sustentáveis com a adoção de energia eólica, solar térmica, eletricidade solar com células fotovoltaicas e energia de biomassa e tem origem na radiação solar que não vai se esgotar e que não é poluente. Além disso, a radiação solar está distribuída sobre o planeta de uma forma mais equitativa que as fontes fósseis de energia.

2.3. Sustentabilidade e energias renováveis

Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade envolvem decisões dos governos locais que visam atingir os objetivos da sociedade civil para se atingir o bem-estar social e o desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo manter a preservação do meio

ambiente. Nesse sentido, torna-se importante a discussão de como suprir a demanda de energia mundial sem prejudicar ainda mais os ecossistemas, a hidrosfera (i.e., rios, lagos, oceanos), a atmosfera e as ocupações humanas, que na realidade já é realizado observando-se a economia de mercado. Quando se analisa a maneira de como o homem tem gerado energia, percebe-se historicamente a predominância de energias não-renováveis que geram poluentes e/ou resíduos de maneira contínua e acumulativa (combustíveis fósseis, energia nuclear) ou degradam ecossistemas e a paisagem (energia hidrelétrica). Portanto, a maneira como se obtêm energia elétrica atualmente está fadada ao esgotamento, assim como torna o planeta mais poluído, mais degradado e menos natural.

Por outro lado, as novas tecnologias de energia renovável produzem energia elétrica convertendo os fenômenos naturais em formas úteis de energia. Essas tecnologias usam a energia solar e seus efeitos diretos e indiretos na Terra (e.g., radiação solar, vento, quedas d'água, biomassa), forças gravitacionais (e.g., marés, barragens), calor do centro da Terra (e.g., energia geotermal) como recurso para produção de energia. As novas tecnologias são cada vez mais utilizadas no mundo moderno como forma de alcançar os objetivos dos acordos de mudanças climáticas pelas nações.

Esses recursos naturais têm um grande potencial para geração de energia elétrica. Entretanto, são geralmente difusos e não são acessíveis sendo a maioria deles intermitentes e sujeitos a variações regionais e dependentes das condições geográficas e climáticas. Essas características geram muitas dificuldades, que embora sejam solucionáveis, tornam-se desafios técnicos e econômicos (Kalogirou, 2014). A sua utilização em nível global e massivo só será efetivamente difundido quando as tecnologias se tornarem comuns e a preços acessíveis.

Atualmente, a indústria alcançou um progresso significativo na tecnologia energética melhorando sua eficiência na coleta e conversão de energia, diminuindo em muito seu custo inicial e de manutenção, aumentando, assim, a confiabilidade e aplicabilidade dos sistemas de energia renovável. Durante as duas primeiras décadas do século XXI, várias pesquisas têm sido realizadas que melhoraram a tecnologia mundial no campo de recursos energéticos renováveis e de sistemas, tornando-os acessíveis economicamente. Os sistemas de conversão de energia baseados em tecnologias de energia renovável parecem ter melhor custo benefício se comparado com o alto custo do uso de petróleo (Kalogirou, 2014).

Os sistemas de energia renovável têm um importante impacto ambiental, econômico e político no mundo. Os benefícios da instalação e operação de sistemas de energias renováveis podem ser divididos em três categorias: economia de energia, geração de novos postos de trabalho e diminuição da poluição ambiental:

- O benefício econômico de energia vem da redução no consumo combustíveis fósseis como o carvão e o óleo diesel usados convencionalmente para fornecer energia para as termelétricas. Esse benefício pode ser convertido em economia de recursos financeiros de acordo com a sua produção, evitando despesas com a compra de combustíveis fósseis importados;
- A geração de empregos na indústria é outro fator importante nos países produtores. A entrada de novas tecnologias gera atividades de produção, aumenta o mercado de distribuição de peças e o comércio de equipamentos. Aumenta o setor de serviços;
- A diminuição da poluição ambiental se dá pela redução de emissões atmosféricas de gases do efeito estufa devido a substituição dos combustíveis fósseis nas termelétricas. Os efeitos da poluição atmosférica no ambiente produzem impactos na saúde pública, agricultura e ecossistemas.

Há de se destacar a economia significativa na emissão de gases do efeito estufa com o uso de tecnologias limpas para a geração de energia. A substituição da fonte de energia gera grande economia na emissão dos gases que deixarão de ser liberados pelas termelétricas. Gera créditos de carbono. Logo, substituindo combustíveis fósseis por energias renováveis é uma estratégia para diminuir a emissão de CO₂ na atmosfera e combater mudanças climáticas.

Para minimizar problemas deve-se adotar o uso de energias sustentáveis com a adoção de energia eólica, termo solar, eletricidade solar com células fotovoltaicas e energia de biomassa que tem origem na radiação solar que não vai se esgotar e que não é poluente. Além disso, a radiação solar está distribuída sobre o planeta de uma forma mais equitativa que as fontes fósseis de energia.

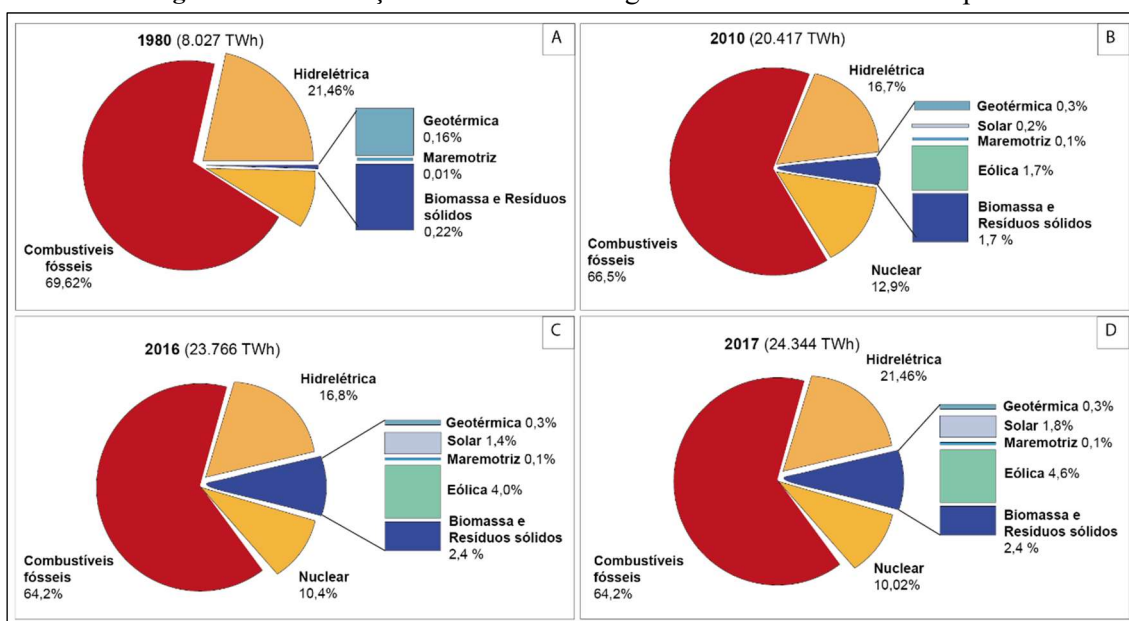
2.4. Geração de energia solar no mundo e no Brasil

Para uma melhor compreensão, esse tópico analisou a energia solar no mundo, no Brasil e em nível local.

2.4.1. Geração de energia solar no mundo

A evolução da matriz energética mundial se modifica claramente no sentido da sustentabilidade com o incremento da energia eólica, de biomassa e da energia solar com decréscimo marcante da energia de origem fóssil.

Figura 3 - Distribuição das matrizes energéticas no mundo com o tempo



Fonte: ABSOLAR, 2020.

Observa-se nos gráficos que na década de 1980 (Figura 3) não havia nenhuma participação das fontes de energia solar e eólica na matriz energética mundial. No período do ano de 2010 a 2017 nota-se o surgimento e o crescente aumento das fontes solar e eólica, de biomassa e resíduos sólidos, assim como o decréscimo da utilização de combustíveis fósseis. As fontes eólica e especialmente a solar têm forte estímulo dos governos para sua expansão por serem sustentáveis e devido aos custos de implantação terem caído significativamente. É notório o incremento da fonte hidrelétrica na década de 2010. Pode-se prever a diminuição das fontes fósseis de energia e um aumento das fontes renováveis como mostra a evolução da indústria automobilística prevendo a produção apenas de motores elétricos para seus veículos a curto prazo. Para o Brasil se vislumbra um modelo híbrido com o incremento dos motores a combustão a álcool e elétrico. O Brasil vem aumentando de forma significativa, nos últimos anos, o número de sistemas fotovoltaicos em funcionamento e, conseqüentemente, a potência instalada. Em 2012, ano

que entrou em vigor a Resolução 482 da ANEEL, havia apenas 7 MW de potência instalada no Brasil, em agosto de 2020, esse número era de 6.436 MW ou 6,4 GW (ABSOLAR, 2020).

2.4.2. Geração de energia solar no Brasil

No Brasil, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a capacidade instalada de geração de eletricidade foi expandida em 4,5% nos anos de 2018 e 2019, com a contribuição majoritária da geração hidráulica. Porém, a maior expansão proporcional ocorreu na geração solar, que fechou o ano de 2019 com um aumento na potência instalada de 37,6% em relação ao ano de 2018, ressaltando que em 2018 houve um aumento de quase 100% em relação ao ano de 2017, corroborando com os dados mundiais. Portanto, o desenvolvimento de novas plantas de energia fotovoltaica está em crescimento no Brasil, especificamente nas regiões Nordeste e Sudeste através da instalação de grandes fazendas solares dividindo o crescimento com mini usinas (<75kWp) e micro usinas (>75kWp) instaladas em telhados de residências e indústrias (EPE, 2020).

No que diz respeito a toda energia elétrica gerada no Brasil, no ano de 2019 foram produzidos 626 TWh, (Terawatt-hora) correspondendo a um crescimento de 4,1% entre 2018 e 2019, com as maiores altas percentuais na geração solar (+92,1%) e eólica (+15,5%). A geração hidráulica, que no período entre 2017 e 2018 subiu 4,8%, manteve a tendência de crescimento, porém em ritmo menor de 2,3% entre 2018 e 2019. A única fonte que apresentou queda no período foi a geração termelétrica a partir de derivados de petróleo, com uma redução significativa de 23,8%, reduzindo também a sua participação de 1,7% em 2018 para 1,3% em 2019 na matriz de geração elétrica nacional (EPE, 2020). Porém em períodos de menor disponibilidade hídrica, a energia das termelétricas sempre é acionada para emergência, fato que a torna indispensável por segurança.

Figura 4 - Capacidade instalada de fontes alternativas no mundo

Tabela 1.10 Capacidade instalada de fontes alternativas no mundo - 10 maiores em 2017 (GW)
World alternative sources installed capacity - top ten countries in 2017 (GW)

	2013	2014	2015	2016	2017	Δ% (2017/2016)	Part. % (2017)	
Mundo	541	637	756	893	1.040	16,4	100,0	World
China	99	129	180	236	306	29,7	29,4	China
Estados Unidos	85	101	114	135	150	11,5	14,4	United States
Alemanha	80	87	95	101	109	8,0	10,5	Germany
Índia	26	31	36	47	60	28,4	5,8	India
Japão	18	25	35	45	52	14,2	5,0	Japan
Reino Unido	18	23	29	34	39	14,2	3,7	United Kingdom
Itália	32	32	33	34	34	2,3	3,3	Italy
Espanha	31	31	31	31	31	0,4	3,0	Spain
Brasil	15	18	22	25	28	11,9	2,7	Brazil
França	15	17	19	22	25	13,7	2,4	France
Brasil (9º)	15	18	22	25	28	11,9	2,7	Brazil
Outros	122	142	162	184	206	11,8	19,8	Other

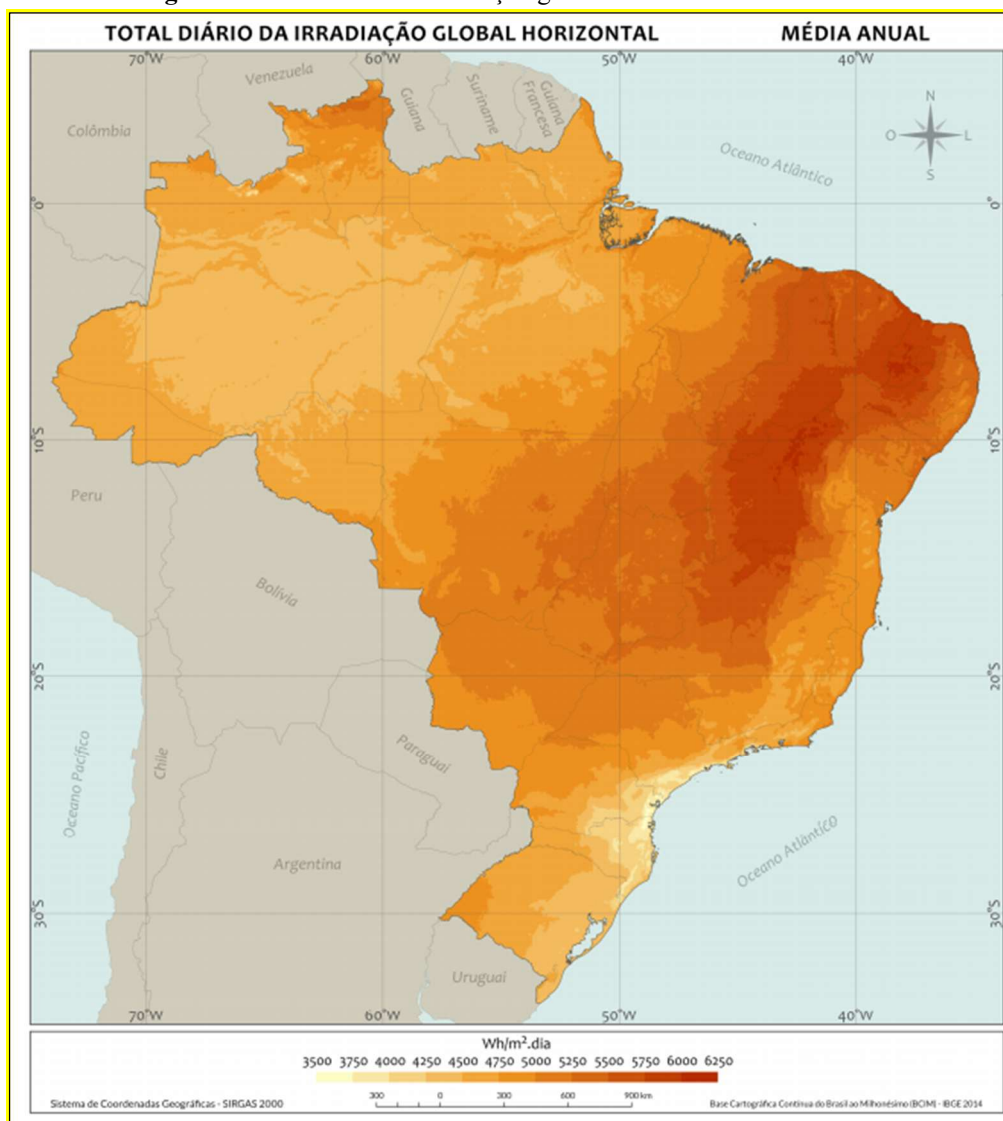
Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); para o Brasil: Balanço Energético Nacional 2020.
Nota: Fontes alternativas – eólica, solar, das marés, das ondas, biomassa e resíduos.

Fonte: Anuário Estatístico Energia Elétrica, 2020.

Considera-se como fontes alternativas a energia eólica, solar, das marés, das ondas, biomassa e resíduos. Na (Figura 4) acima, em dados de 2017, o Brasil ocupa o 9º lugar no mundo com 2,7% do total da participação mundial e 11,9 GW de potência instalada, enquanto a China possui 29,4% e os Estados Unidos 14,4%, respectivamente, na primeira e segunda posição mundial.

Sobre o potencial solar brasileiro pode-se consultar o Atlas Solarimétrico do Brasil (2000) que mapeou o território nacional através de várias estações solarimétricas em diferentes regiões e apresenta o potencial de cada a região brasileira. De uma forma geral o Brasil possui um grande potencial para transformação da radiação solar em eletricidade se comparado a países desenvolvidos do hemisfério norte, com destaque para a região Nordeste. Contudo, o Estado de Minas Gerais é privilegiado também, pois possui radiação solar diária média entre 4,5 e 6,5 kWh/m²/dia, sendo que Belo Horizonte possui a média de 5,1 kWh/m²/dia (REIS, 2016), vide (Figura 5), abaixo:

Figura 5 - Total diário da irradiação global horizontal – Média diária



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2020.

Para efeito comparativo, a região menos ensolarada do Brasil, no Rio Grande do Sul, apresenta índices solares em torno de 1,642 kWh/m², que estão acima dos valores apresentados na área de maior incidência solar da Alemanha, a qual recebe a média de 1,3 kWh/m² (SALAMONI E RÜTHER, 2007). Mesmo assim, o estado do Rio Grande do Sul apresenta o segundo parque fotovoltaico do Brasil. No entanto, apesar de apresentar melhores condições climatológicas, na comparação de mercado, o Brasil está muito atrás do país europeu em capacidade instalada.

O mapa da irradiação global horizontal (Figura 5) acima, demonstra as melhores locações para usinas fotovoltaicas, quanto mais escuro maior irradiação. Por coincidência, os locais de maior irradiação (acima de 5.500 Wh/m².dia – mais escuros) coincidem com as áreas mais pobres do semiárido nordestino e do vale do São Francisco

até o norte de Minas Gerais, praticamente toda a área da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste SUDENE. Este fato demonstra o potencial de combate à pobreza e a melhoria do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH, 2019) que a implantação de parques fotovoltaicos possibilita para toda esta região, além da industrialização. Os maiores parques fotovoltaicos e eólicos do Brasil estão sendo instalados nessas áreas e de certa forma contribuindo para a geração de renda para a população. Em breve os índices deverão mostrar uma mudança no IDH da região.

De acordo com o infográfico da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o Brasil em 2019, possuía o total de 4,5 GW instalado ocupando o 16º lugar mundial, a Alemanha possuía 49,2 GW em 4º lugar e a China com 204,7 GW está isolada na liderança mundial (ABSOLAR, 2020).

Figura 6 - Ranking estadual de geração de energia fotovoltaica no Brasil



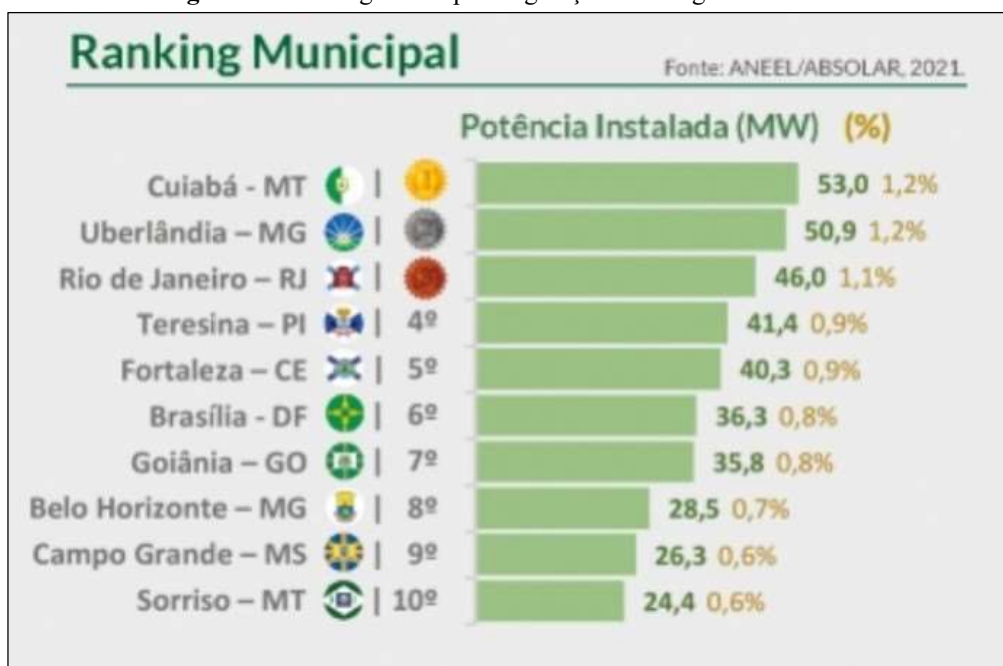
Fonte: ABSOLAR, 2021.

A tendência de novos investimentos em parques solares em Minas Gerais é evidente. Minas Gerais possui 18,9% de toda a potência instalada no Brasil com a geração de 826,4 MWh com expressiva diferença em relação ao estado do Rio Grande do Sul que vem em segundo lugar com 557,4 MWh e 12,7% do total (Figura 6) (ANEEL/ABSOLAR, 2021). São Paulo, apesar de todo parque industrial instalado possui 553,1 MWh com 12,6%. Grandes parques fotovoltaicos ou fazendas solares estão sendo implantados na região norte de Minas Gerais como em Pirapora, Januária, Paracatu etc. Só a multinacional espanhola Solatio está investindo R\$ 3,4 bilhões em Minas Gerais por meio da implantação de plantas fotovoltaicas nas cidades de Guimarães, Paracatu, Pirapora e Vazante com 650 MW de potência instalada (Portal Solar, 2020).

2.4.3. Geração de energia solar em Belo Horizonte

Já a capital de Minas Gerais, Belo Horizonte, possui potência instalada de 28,5 MWh com 0,7 da participação nacional constituindo a oitava cidade no ranking municipal (ANEEL/ABSOLAR, 2021) (Figura 7).

Figura 7 - Ranking municipal de geração de energia fotovoltaica



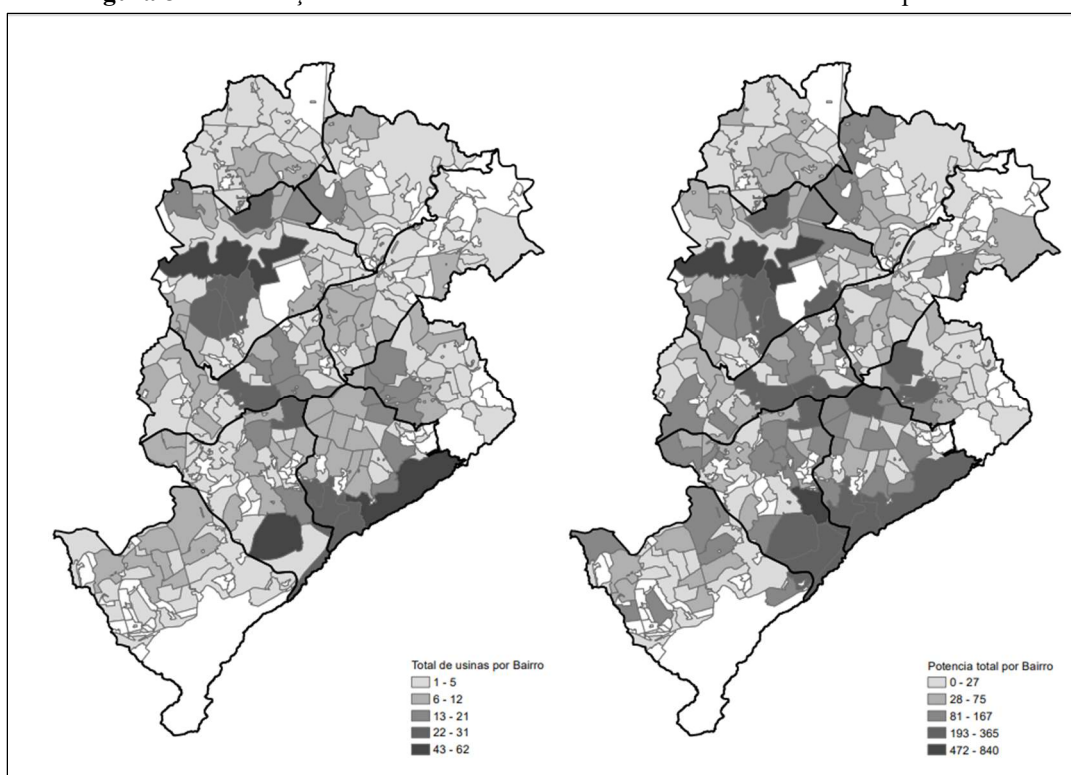
Fonte: ABSOLAR, 2021.

O Brasil vem aumentando de forma significativa, nos últimos anos, o número de sistemas fotovoltaicos em funcionamento e, conseqüentemente, a potência instalada. Em 2012, ano que entrou em vigor a Resolução 482 da ANEEL, havia apenas 7 MW de

potência instalada no Brasil; em agosto de 2020, esse número era de 6.436 MW (ABSOLAR, 2020).

Belo Horizonte se notabilizou como capital do aquecimento solar no início do século XXI quando a tecnologia se espalhou pela cidade com a abertura de várias empresas especializadas no aquecimento de água. Os novos empreendimentos imobiliários sempre tinham os aquecedores nos telhados. Com o advento da energia fotovoltaica a partir da primeira década do século a energia fotovoltaica se tornou comum na cidade.

Figura 8 - Distribuição das usinas fotovoltaicas na cidade de Belo horizonte por bairro



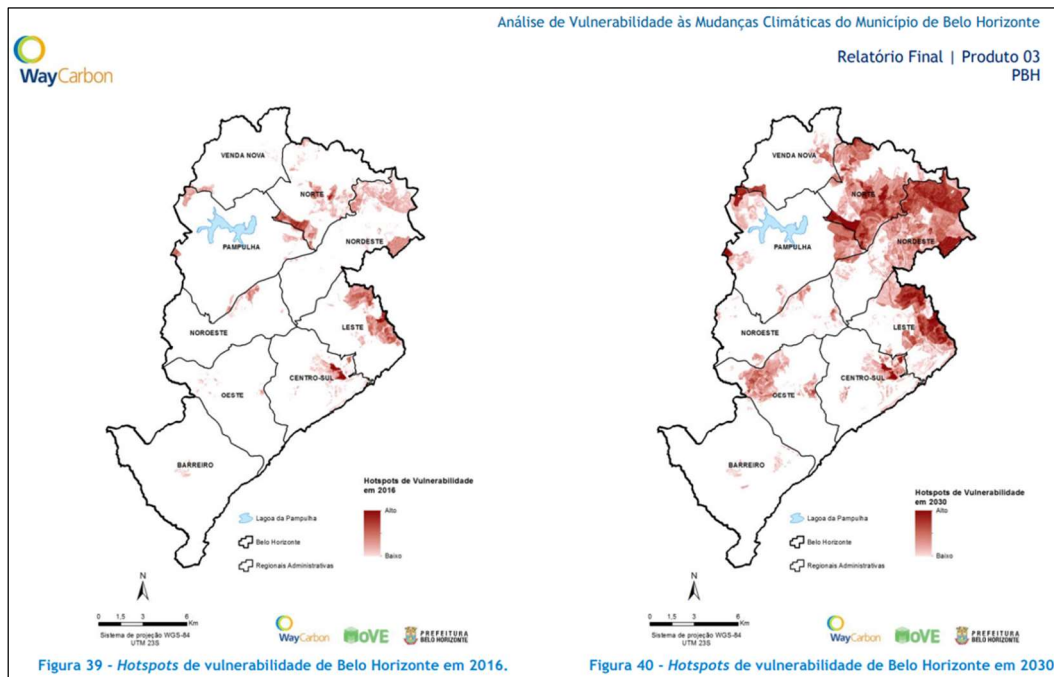
Fonte: Mapa do autor (SIGEL, 2020).

A relação entre os bairros da cidade de Belo Horizonte e número de usinas fotovoltaicas instaladas e em operação apresenta uma relação socioambiental importante. A maior concentração de usinas, conseqüentemente maior geração e economia de energia se dá nas regionais Pampulha e Centro-Sul da capital que são consideradas as regionais com maior poder aquisitivo e maior IDH, conforme (Figura 8) acima. As cores mais escuras são bairros com maior densidade de usinas fotovoltaicas.

Fazendo uma relação entre distribuição das usinas fotovoltaicas na cidade de Belo Horizonte por bairro (Figura 8), acima e o Mapa de Vulnerabilidade de Belo Horizonte

(Figura 9), abaixo, observa-se um antagonismo entre alto poder aquisitivo, IDH alto e maior número de usinas fotovoltaicas nas regionais Centro-Sul e Pampulha e baixo poder aquisitivo, IDH baixo e menor ou ausência de usinas fotovoltaicas nas regionais Nordeste, Norte e Leste.

Figura 9 - Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte



Fonte: Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte – WayCarbon,, 2020.

O índice composto de vulnerabilidade de Belo Horizonte foi calculado por meio da média ponderada de quatro índices de vulnerabilidade por impacto potencial estudados que são: inundação, deslizamento, dengue e ondas de calor. A combinação dos impactos produz o índice. As regionais Norte, Nordeste e Leste são as que apresentam os maiores índices de vulnerabilidade, sendo a regional Norte aquela com maior variação relativa entre o período do ano de 2016 e a projeção futura para o ano de 2030. A regional Nordeste apresentou a maior expansão de áreas com alta vulnerabilidade, observando ampliação da incidência de todos os impactos.

3. ACÇÕES E ATUAÇÕES DE BELO HORIZONTE COMO CIDADE SUSTENTÁVEL

Para melhor compreensão, as ações de sustentabilidade de Belo Horizonte foram descritas em nível local e as vinculadas a acordos, protocolos e ações nacionais e internacionais.

3.1. A cidade de Belo Horizonte, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e a sustentabilidade

A cidade de Belo Horizonte é considerada “cidade sustentável” pelo Pacto Global de Prefeitos para o Clima e Energia (GCoM) como resultado de suas ações voltadas para a sustentabilidade e para o desenvolvimento sustentável. Isso é resultado da postura alinhada aos conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade que a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) adota desde a década de 1990 como signatária de acordos e protocolos internacionais (e.g., 4º Inventário de emissão de gases do efeito estufa de Belo Horizonte), como órgão que fomenta práticas sustentáveis (e.g., Política de Segurança Alimentar e Agroecologia) e que elabora políticas públicas ambientais (e.g., Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência – CMMCE).

Belo Horizonte é signatária da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. Em agosto de 2014, o grupo de trabalho aberto para a elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) finalizou o texto com a proposta de 17 ODS e das 169 metas associadas que foi aprovado pela Assembleia Geral da ONU em 2015 (ONU, 2016).

O presente projeto atende a Agenda 2030, especificamente os citados nos ODS 7 – Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos – que em sua meta 7.b, diz:

“Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos os países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio (ONU, 2016).”

Várias ações locais estão sendo implementadas no município, inclusive o Novo Plano Diretor de Belo Horizonte em seu Art. 3 diz que está fundamentado no compromisso de implementação no Município da Nova Agenda Urbana – NAU, documento consolidado na terceira Conferência das Nações Unidas para a Habitação e Desenvolvimento Sustentável, particularmente nos ODS 11, que em seu Parágrafo Único cita:

“Parágrafo único. O compromisso do Município com a NAU contempla a consideração de acordos e pactos a ela vinculados para o desenvolvimento da política de crescimento urbano e ordenamento territorial, com destaque para os princípios orientados pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS-11, voltado para tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (PBH, 2019).”

A instalação de usinas fotovoltaicas instaladas nos próprios públicos até o momento tem gerado uma série de discussões sobre sustentabilidade urbana internamente junto às Secretarias da própria PBH e considerada como ação de sustentabilidade da cidade perante aos organismos internacionais. Tem gerado expectativas de novos investimentos de outros projetos correlatos como o ICLEI e Escolas Solares da UFMG. O projeto foi destaque em nível nacional sendo selecionado, juntamente com a cidade de Recife como os dois melhores projetos a terem investimento pelo ICLEI. A PBH lançou edital de compra de energia fotovoltaica em agosto de 2021 para suprir todas as escolas municipais.

3.1.1. Breve histórico

O conceito de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade começou a permear a administração de Belo Horizonte quando a cidade se associou ao ICLEI em 1993, firmando compromissos de manter e/ou melhorar a qualidade do ar, do clima e da água (PBH, 2020 – CMMCE).

Em 1996, a cidade se tornou sócia do projeto internacional Aliança Euro-Latino-americana de Cooperação Entre Cidades (ALLAS) acordo entre o continente europeu e o latino-americano - estreitando relações internacionais dos governos locais para melhorar a vida das pessoas tornando os territórios mais inclusivos, atrativos e sustentáveis (PBH, 2020).

Em 2009, a PBH estabeleceu convênio de cooperação com o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – *Institute for Transportation and Development Policy*,

(ITDP) - para o desenvolvimento do sistema de transporte urbano de Belo Horizonte, em especial para a implantação dos corredores de transporte (BRTs) e ciclovias (PBH, 2020).

Em 2013, Belo Horizonte sediou o 4º Encontro do Fórum dos secretários de meio ambiente das capitais brasileiras (CB27) com o objetivo de estabelecer intercâmbio de experiências e formar parcerias que colaborem com a realização de práticas sustentáveis nas cidades e com a resolução de problemas ambientais nas capitais (PBH, 2020).

No mesmo ano, a cidade de Belo Horizonte passou a integrar o *Carbon Disclosure Project* (CDP), reportando suas ações no *Carbounn Cities Climate Registry* – Registro Climático de Cidades de Carbonn (cCCR), o que lhe deu o título de Capital Nacional da Hora do Planeta por três anos consecutivos (2014, 2015 e 2016) (PBH, 2020).

Em 2014, em busca melhorar as políticas públicas no manejo de resíduos, se torna membro da Rede Latino-americana de Gestão de Resíduos Sólidos (RELAGRES).

Em 2015, a PBH firmou parceria com a ONU HABITAT no lançamento do novo Plano Diretor de Belo Horizonte. Esse plano reafirma a necessidade de refletir estrategicamente sobre quais seriam as mensagens e demandas de Belo Horizonte para implementação de ações voltadas para o desenvolvimento urbano sustentável (PBH, 2020).

No mesmo ano, a PBH assinou o acordo com *Compact of Mayors*, que por sua vez, veio a integrar o Pacto global de Prefeitos para o Clima e Energia (GCoM). As ações adotadas pela cidade desde então vieram a lhe dar o título de “cidade sustentável” (PBH, 2020).

Em 2017, Belo Horizonte aprova seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) (PBH, 2020).

Entre 2015 e 2017, a GPLA desenvolveu diversos projetos e iniciativas ambientais na cidade de Belo Horizonte: (e.g., Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha – PROPAM; Programa Matas Ciliares; Selo BH Sustentável; Projeto de recuperação de fundo de vale e interior de quarteirões - parceria com a COPASA; Mapa de inundação de Belo Horizonte; Monitoramento da Qualidade do ar de Belo Horizonte; Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência

– CMMCE; Projeto Promovendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono do ICLEI – Urban-LEDS Lab II BH etc³).

Houve uma flutuação na classificação da cidade de Belo Horizonte. Em 2018, Belo Horizonte foi classificada pelo CDP como letra B, 2019 foi letra A (melhor classificação) e atualmente, retornou à classificação de letra B pelo CDP, numa escala de vai da letra A até a letra D, sendo, ainda, uma das capitais mais bem classificadas.

³ Atualmente esses projetos são desenvolvidos pela Diretoria de Gestão Ambiental (DGEA).

3.2. Acordos, protocolos, fórum e ações de desenvolvimento sustentável

Belo Horizonte é signatária de acordos e protocolos internacionais (Tabela 1) , nacionais (Tabela 2) e locais (Tabela 3).

Tabela 1 - Acordos e protocolos internacionais firmados pela PBH. Para mais detalhes vide anexo 1

Nome	Sigla	Descrição
26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática	COP 26	Principal foro internacional de deliberação sobre agenda climática para firmar os compromissos do Acordo de Paris.
<i>Carbounn Cities Climate Registry</i> – Registro Climático de Cidades de Carbonn	cCCR	Plataforma desenvolvida pelo ICLEI para cidades relatarem seus dados sobre emissões de gases de efeito estufa e suas ações e compromissos para mitigação e adaptação às alterações climáticas.
<i>Carbon Disclosure Project</i>	CDP	Organização que fornece o maior e mais completo sistema global de divulgação ambiental.
<i>World Resources Institute</i>	WRI	Organização global de pesquisa que trabalha em colaboração com líderes para transformar ideias em ação para sustentar os recursos naturais, a exploração de mercados e iniciativas para estender oportunidades econômicas e o bem-estar humano.
Programa das Nações Unidas para Assentamentos Urbanos	ONU HABITAT	Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos para implementação de ações voltadas para o desenvolvimento urbano sustentável.
<i>Institute for Transportation and Development Policy</i>	ITDP	Instituto que promove o transporte sustentável e equitativo no mundo, concentrando esforços para reduzir as emissões de carbono, poluição atmosférica, ocorrências de trânsito e a desigualdade social.
Aliança Euro-Latinoamericana de Cooperação entre cidades	ALLAS	Acordo entre Europa e América Latina com o objetivo de melhorar a qualidade das políticas públicas internacionais e o desenvolvimento territorial.
Pacto Global de Prefeitos para o Clima e a Energia (<i>Global Covenant of Mayors for Climate and Energy</i>)	GCoM	Pacto para apoiar cidades no estabelecimento de planos voluntários para combater as mudanças climáticas e implementar ações de desenvolvimento sustentável na cidade.
Rede Mercocidades	Rede Mercocidades	Entidade de cooperação horizontal, que promove a inserção das cidades-membro no processo de integração regional do Mercosul.
Cidades e Governos Locais Unidos	CGLU	Rede mundial que representa e defende os interesses dos governos locais no cenário internacional, promovendo seus valores, objetivos e interesses através da cooperação entre governos locais e a comunidade internacional.
Rede latino-americana de Gestão de Resíduos Sólidos	RELAGRES	Rede que busca melhorar as políticas públicas no manejo de resíduos e o cuidado do planeta.
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030	ODS	Agenda 2030 é a nova agenda de desenvolvimento global para os próximos 9 anos. Que possui 17 objetivos e 169 metas para a garantia de um mundo mais justo, mais digno, mais inclusivo e sustentável.
Governos Locais pela Sustentabilidade	ICLEI	Rede que desenvolve e gerencia campanhas e programas que abordam sustentabilidade local e protegem bens comuns globais e liga as ações locais às metas e objetivos de acordos internacionais.

Tabela 2 - Acordos nacionais firmados pela PBH. Para mais detalhes vide anexo 1

Nome	Sigla	Descrição
Fórum dos Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras	CB 27	Fórum que busca estabelecer um intercâmbio de experiências e formar parcerias que colaborem com a realização de práticas sustentáveis para a resolução de problemas ambientais das cidades participantes.
Fundo Mundial da Natureza - Brasil	WWF - Brasil	Organização não-governamental brasileira dedicada à conservação da natureza com objetivo de harmonizar a atividade humana com a conservação da biodiversidade e promover o uso racional dos recursos naturais em benefício dos cidadãos de hoje e das futuras gerações.

Tabela 3 - Acordos locais firmados pela PBH. Para mais detalhes vide anexo 1

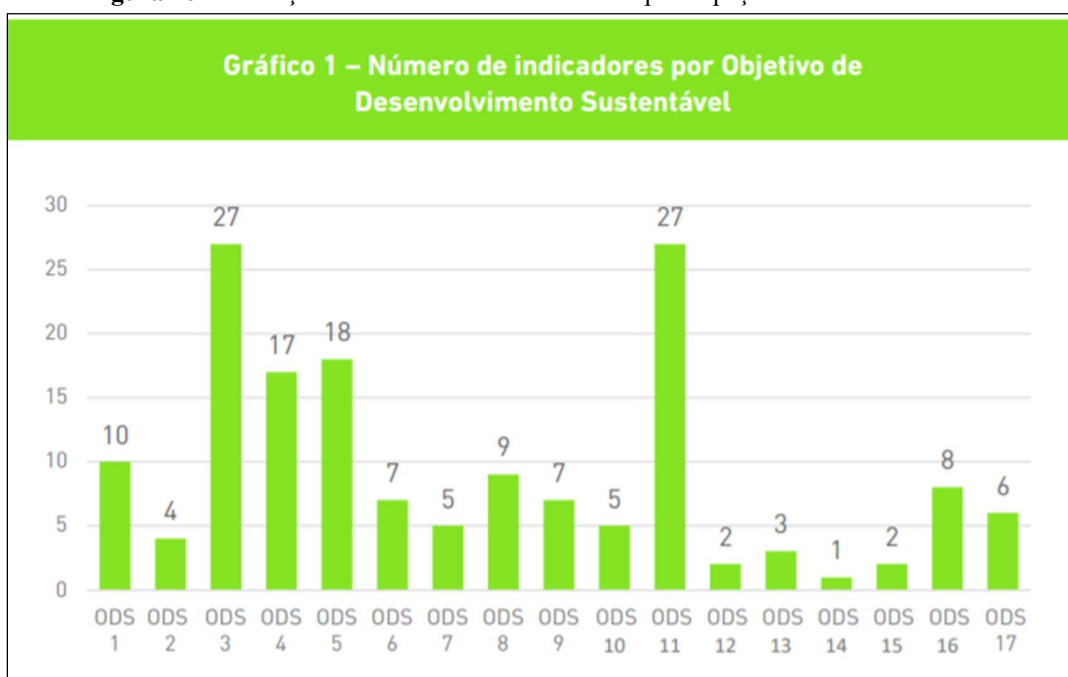
Nome	Sigla	Descrição
Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência-	CMMCE	Órgão colegiado e consultivo com objetivo de apoiar a implementação da política municipal de Belo Horizonte para as mudanças climáticas atuando na articulação das políticas públicas e da iniciativa privada.
Plano de Redução de Emissão de Gases do Efeito Estufa	PREGEE	Plano com objetivo de fornecer subsídios para a cidade alcançar metas mais ambiciosas de redução de GEE, principal causa do aquecimento do clima.
Parceria-público-privada (PPP)	BHIP	Concessionária com objetivo de substituição de 182 mil lâmpadas a vapor de sódio e mercúrio da cidade por luminárias LED, correspondendo a 95% de toda a iluminação da cidade.
Procedimento de Manifestação de Interesse	PMI	Edital para viabilizar a instalação, operação e manutenção de central(is) geradora(s) de energia por células fotovoltaicas e por aproveitamento energético de biomassa.
Selo de Sustentabilidade Ambiental	Selo BH Sustentável	Selo que contempla empreendimento com índices de desempenho operacional de 25% de redução de consumo de energia, 30% de redução de consumo de água e 70% do total passível de reciclagem de resíduos sólidos.

O Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte 2020, do qual o autor é um dos colaboradores técnicos da PBH na organização dos dados, apresenta os resultados dos indicadores selecionados para o monitoramento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte em 2020, à luz da agenda proposta pelas Nações Unidas para o período de 2015-2030. (PBH, 2020). O trabalho foi realizado em colaboração entre a Prefeitura de Belo Horizonte e o Observatório do Milênio que realiza o acompanhamento local das agendas globais de desenvolvimento propostas aos países e regiões. Dos 17 ODS da agenda, a PBH possui 158 indicadores com dados atualizados disponíveis no painel do Sistema Local de Monitoramento dos Indicadores ODS de Belo Horizonte. O conjunto de indicadores foi analisado e produzido um conjunto confiável de informações a respeito da cidade de Belo

Horizonte que deverá subsidiar estudos, pesquisas e o planejamento das políticas públicas municipais.

A distribuição dos 158 indicadores utilizados pela PBH entre os 17 ODS é dada por (Figura 10) abaixo. O destaque geral se dá para o Objetivo 3 (ODS 3 – Saúde e Bem Estar) e Objetivo 11 (ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis) com 27 indicadores cada devido à maior significância dos temas para a cidade. O objetivo do presente trabalho, o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível - Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos) apresenta 5 indicadores, conforme (Figura 10) abaixo:

Figura 10 - Indicação ODS de Belo Horizonte com participação de fontes renováveis



Fonte: Painel de indicadores do Sistema Local de Monitoramento dos Indicadores ODS de Belo Horizonte. Nota: Situação em 25 de novembro de 2020. Painel disponível em: bit.ly/INDODS-BH.

Belo Horizonte está avançada em relação aos indicadores: 99,6% da população tem acesso à eletricidade e 48,8% de sua energia tem participação de fontes renováveis conforme indicadores 1 e 2 do ODS 7.

4. USINAS FOTOVOLTAICAS

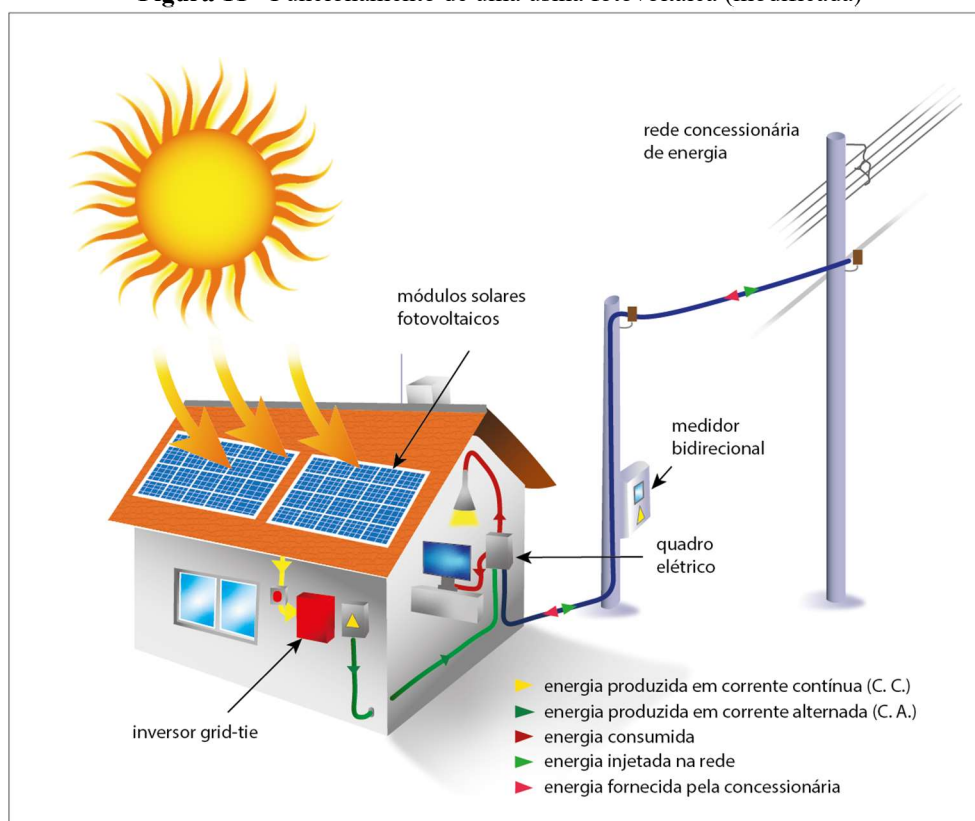
O termo Usina Fotovoltaica (UFV) usada no presente trabalho é sinônimo de Central Geradora Fotovoltaica (CGF) que consiste numa solução integral composta por módulos Fotovoltaicos, estrutura de fixação, fixadores, cabos elétricos e caixas de junção, até ao inversor de frequência. A central geradora fotovoltaica pode ser composta por várias unidades geradoras, de acordo com a Resolução ANEEL 676/2015.

4.1. Equipamentos

Na geração de energia fotovoltaica, o sol emite os fótons, partículas subatômicas que são absorvidos por materiais semicondutores como o silício contido nos módulos fotovoltaicos. A energia proveniente da absorção da luz solar faz com que os elétrons atinjam um estado energético mais elevado tornando-se excitados e gerando uma diferença de potencial que pode ser aproveitada e armazenada. A composição do material semicondutor é fundamental para o funcionamento adequado das placas fotovoltaicas. Por conta disso, é usual o emprego de silício dopado com boro e de silício dopado com fósforo nas camadas que compõem a placa (Boxwell, 2016). Das tecnologias aplicadas na produção de placas fotovoltaicas, destaca-se a que envolve o silício cristalino, com participação de mais de 85% do mercado. Essa tecnologia se divide em silício monocristalino e policristalino. O primeiro leva a eficiências entre 14 e 21%, mas é o silício policristalino que detém maior fatia do mercado atualmente. Isso acontece porque o silício policristalino é mais barato embora sua eficiência seja um pouco inferior à do monocristalino (Boxwell, 2016).

Para a implantação de uma usina fotovoltaica deve-se contar com diversos equipamentos e procedimentos a saber: módulos fotovoltaicos, inversores de corrente, estruturas de fixação para instalação em telhado, quadros de proteção, cabeamento, eletrodutos e conectores para trecho em corrente contínua (CC), quadros de proteção, cabeamento, eletrodutos e conectores para trecho em corrente alternada (CA), instalação eletromecânica, projeto de engenharia e aprovação na concessionária de energia (CEMIG), testes e comissionamento conforme NBR 16274, manual de operação e manutenção e certificados de garantia (Figura 11).

Figura 11 - Funcionamento de uma usina fotovoltaica (modificada)



Fonte: BRC Energia, Limpa, 2021⁴.

4.2. Funcionamento

Para a conversão de energia solar em energia elétrica são utilizadas células solares formadas por duas camadas de materiais semicondutores, uma positiva e outra negativa. Ao atingir a célula, os fótons de luz excitam os elétrons, gerando eletricidade. Quanto maior a intensidade da luz solar incidente, maior a corrente elétrica gerada. A natureza da energia elétrica gerada é de corrente contínua e por isso se faz necessário a conexão de um inversor de frequência que é um equipamento eletrônico capaz de converter a energia de corrente contínua para corrente alternada. Os módulos fotovoltaicos convertem a energia solar em energia elétrica que pode ser consumida instantaneamente pela unidade consumidora (i.e., local onde está instalada a usina) e o

⁴ BRC ENERGIA LIMPA. 2021. Disponível em: <https://www.brcenergia.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Sistema-On-Grid-768x629.png>. Acesso em: 31 de jan. de 2021.

excedente de energia gerada é exportado para a rede da concessionária acumulando créditos.

Os módulos fotovoltaicos podem ser utilizados em dois tipos de sistema. O primeiro se trata de sistemas fotovoltaicos autônomos, também chamados *Off-Grid*, que são comumente utilizados em locais não atendidos pela rede elétrica. É composto por módulos fotovoltaicos conectados, um controlador de carga que tem a função de controlar a vida útil de uma ou mais baterias que armazenam a energia produzida para quanto for necessária e um inversor de corrente contínua para alternada. No segundo caso são sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, *On-Grid*, com o objetivo de gerar eletricidade para o consumo local e mandar para a rede o excedente produzido. Nesse caso, após o inversor, o sistema é conectado ao quadro de distribuição onde a energia gerada é enviada para o consumo instantâneo do proprietário e o excesso é enviado via rede à concessionária – no caso de Minas Gerais é a CEMIG. O medidor é trocado por um modelo bidirecional que faz a leitura do consumo de energia interno e da geração de energia pela usina (energia injetada). Ao fim do mês, o consumidor paga somente o valor líquido entre o consumo e a geração ou entre energia consumida e energia injetada. Caso a geração exceda o consumo interno, o proprietário da usina poderá optar por acumular créditos energéticos com validade de cinco anos ou compensar a geração em outro imóvel de sua propriedade.

Compreender como interpretar a conta de energia de um local de autogeração é importante. Como exemplo, a conta de energia elétrica de uma das usinas instaladas pela Prefeitura de Belo Horizonte até o presente momento, a UFV CEA PROPAM (Figura 12).

Figura 12 - Conta de energia da UFV CEA PROPAM de novembro de 2020

CEMIG
 Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.180/0001-16 / Insc. Estadual 062.322136-0067
 Av. Barbacena, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG
 Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela Lei nº 10.408, de 26 de abril de 2002

PROPAM CASTELO
 RUA RADIALISTA USALDO FERREIRA 501 TO CASTELO
 31330-294 BELO HORIZONTE, MG
 CNPJ 18.715.383/0001-40

Nº DO CLIENTE
7000081876

Nº DA INSTALAÇÃO
3010966265

Referente a: **NOV/2020** Vencimento: **22/01/2021** Valor a pagar (R\$): **R\$99,25**

NOTA FISCAL - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE U Nº050601987 - PTA Nº45.000014006.01

Classe	Subclasse	Modalidade Tarifária	Datas de Leitura			Data de Emissão
Poder Público Trifásico	Poder Publico Municipal	Convencional B3	ANTERIOR	ATUAL	PRÓXIMA	19/11/2020
			19/10	18/11	17/12	

Tipo de Medição		Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ARQ150000120	ARQ150000120	28.429	29.888	1	459
Energia Injetada	ARQ150000120	ARQ150000120	21.422	21.755	1	333

Informações Gerais
 SALDO ATUAL DE GERAÇÃO: 0,00 kWh.
 Tarifa vigente conforme Res Aneel nº 2.757, de 18/08/2020.
 Unidade faz parte de sistema de compensação de energia.
 O pagamento desta conta não quita débitos anteriores.
 Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas.
 É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local.
 Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br
 Leitura realizada conforme calendário de faturamento

Valores Faturados

Descrição	Quantidade	Preço	Valor R\$
Energia Elétrica kWh	126	0,78792190	99,25
En comp. kWh ISENTA	333	0,61812000	205,83
Energia injetada kWh HFP	333	0,61812000	-205,83
Tarifas aplicadas (sem impostos)			
Energia Elétrica kWh		0,61812000	
En comp. kWh ISENTA		0,61812000	

OUT/2020 Band. Verde - NOV/2020 Band. Verde

Mês/Ano	Consumo kWh	Média kWh/Dia	Dias
NOV/20	459	15,30	30
OUT/20	523	16,34	32
SET/20	500	16,66	30
AGO/20	542	16,42	33
JUL/20	516	18,42	28
JUN/20	537	17,90	30
MAI/20	522	18,00	29
ABR/20	613	19,15	32
MAR/20	592	19,09	31
FEV/20	579	18,67	31
JAN/20	578	18,64	31
DEZ/19	501	17,89	28
NOV/19	627	19,00	33

Reservado ao Fisco
939A.A878.6CD4.5BF4.16E0.3FF6.ED9D.BBDC

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	99,25	18,00	17,86
PASEP	81,39	0,77	0,62
COFINS	81,39	3,56	2,89

CEMIG Código de Débito Automático: 000057028987 Instalação: 3010966265 Vencimento: 22/01/2021 Total a Pagar: R\$99,25

NOV/2020

Fonte: Belo Horizonte, 2020.

No caso, observa-se basicamente os campos que merecem destaque para análise:

- Dados da Conta: Vê-se o mês de vencimento, total a pagar e a referência de tempo do consumo;
- Identificação do consumidor, Número do Cliente e da Instalação do medidor;
- Mês de referência, vencimento e valor a pagar;
- Classe, Subclasse e Modalidade tarifária;
- Datas de leitura;
- Informações técnicas (Figura 13): Neste tópico tem-se a leitura do relógio bidirecional, instalado especificamente em locações com geração distribuída de forma a registrar a geração e consumo. Marcador de entrada

de **energia consumida** marcando 28.888 com o consumo de 459 kWh no mês e marcador de **energia injetada** marcando 21.755 com a geração de 333 kWh no mês. Quer dizer que desde a instalação do medidor que se deu em dezembro de 2015 houve o consumo total de 28.888 kWh e teve energia injetada de 21.755 kWh. Teoricamente, o consumo total do CEA PROPAM foi a soma no **total de 50.646 kWh**. Desse consumo total a usina economizou durante sua vida útil **21.755 kwh** que equivale ao valor **total de R\$ 17.141,24** ao preço médio de R\$ 0,85 por kWh.

Figura 13 - Informações técnicas de consumo da UFV CEA PROPAM

Tipo de Medição	Medição	Informações Técnicas		Constante de Multiplicação	Consumo kWh
		Leitura Anterior	Leitura Atual		
Energia kWh	ARQ150000120	28.429	28.888	1	459
Energia Injetada	ARQ150000120	21.422	21.755	1	333

Fonte: Belo Horizonte, 2020.

- Valores faturados (Figura 14): observamos o período de medição do relógio e o consumo total de energia consumida junto à concessionária, no caso a CEMIG.

Figura 14 - Informações de valores faturados da UFV CEA PROPAM

Descrição	Valores Faturados		Valor R\$
	Quantidade	Preço	
Energia Elétrica kWh	126	0,78792190	99,25
En comp. kWh ISENTA	333	0,61812000	205,83
Energia injetada kWh HFP	333	0,61812000	-205,83
Tarifas aplicadas (sem impostos)			
Energia Elétrica kWh		0,61812000	
En comp. kWh ISENTA		0,61812000	

Fonte: Belo Horizonte, 2020.

Os valores faturados especificam a quantidade de energia elétrica realmente consumida da rede no valor de 126 kWh ao preço de 0,78792190 cada kWh no total de 99,25 reais. Na linha abaixo temos a quantidade de energia injetada na rede no valor de 333 kWh ao preço de 0,61812000 cada no total de 205,83 reais. Observe que a energia injetada é isenta de impostos por regulamentação federal Nº 482. Quer dizer que a usina gerou R\$ 205,83 de lucro e a fatura total ficou em apenas R\$ 99,25. Se não houvesse a usina fotovoltaica a conta seria de R\$ 305,08.

- Histórico do Consumo (
-
-

- **Figura 15):** mostra o consumo médio por mês, não descontado a energia injetada. Pode-se acompanhar o consumo mensal.

Figura 15 - Histórico de consumo da UFV CEA PROPAM

Mês/Ano	Consumo kWh	Média kWh/Dia	Dias
NOV/20	459	15,30	30
OUT/20	523	16,34	32
SET/20	500	16,66	30
AGO/20	542	16,42	33
JUL/20	516	18,42	28
JUN/20	537	17,90	30
MAI/20	522	18,00	29
ABR/20	613	19,15	32
MAR/20	592	19,09	31
FEV/20	579	18,67	31
JAN/20	578	18,64	31
DEZ/19	501	17,89	28
NOV/19	627	19,00	33

Fonte: Belo Horizonte, 2020.

4.3. Locais de implantação

Os locais de implantação de usinas fotovoltaicas estão detalhados em telhados, fazendas solares e próprios públicos.

4.3.1. Telhados

Sem dúvida, os telhados de residências e indústrias são mais utilizados para instalação de usinas fotovoltaicas. Alguns detalhes são fundamentais para a melhor geração:

- O melhor ângulo para aproveitar ao máximo a energia com os painéis fotovoltaicos é a Face Norte com grau de inclinação igual ao da latitude do local;
- Existência da maior incidência de sol no telhado, sem sombras durante o dia. O seu painel pode estar instalado em qualquer área do telhado, menos as viradas para o sul;
- As melhores opções para a instalação de painéis fotovoltaicos são as coberturas com telha metálica que facilitam a fixação e têm superfícies mais seguras. As

telhas de barro e fibrocimento são mais frágeis. As lajes planas exigem sistema de fixação com a inclinação adequada.

4.3.2. Fazendas solares

Fazenda Solar é o termo que se utiliza para descrever um projeto de usina solar que foi instalado no campo ou área rural com potência superior a 1 MW, normalmente possui área maior que um hectare. Existem grandes fazendas solares distribuídas pelo mundo (Figura 16) como a fazenda solar Kamuthi é considerada a segunda maior usina solar do mundo, instalada na cidade de mesmo nome, na Índia, com capacidade de produção de 648 megawatts. Concluída em 2016, a fazenda possui 2.500.000 módulos solares. Para montagem de fazendas solares e revenda de energia a terceiros deve-se observar algumas recomendações legais;

- Identificar o local com tamanho adequado para instalação considerando pelo menos um hectare por MWh instalado e o local deve ser licenciado pelos órgãos ambientais;
- Dimensionamento técnico do sistema, incluindo definição de marca e modelo dos equipamentos e cronograma de implementação do projeto com responsável técnico;
- A determinação do ponto de conexão à rede da distribuidora de energia que deve ser capaz de absorver a saída da estação solar fotovoltaica em sua capacidade total;
- Comprovação de propriedade ou posse direta do terreno, o desenvolvimento da documentação do projeto e a obtenção da aprovação da construção;
- Proposta final com projeto executivo;
- A usina usa um sistema de montagem de painéis no solo em estruturas de suporte feitas em perfis de alumínio e fixação em aço inoxidável colocando o ângulo adequado dos painéis para a região;
- Formalização da solicitação de acesso ao sistema de distribuição junto à concessionária;
- Conexão à rede e monitoramento do sistema com indicadores de desempenho que podem indicar algum problema;
- Apresentação do parecer de acesso obtido junto à distribuidora de energia;
- Licenciamento ambiental aprovado;
- Término da implantação do projeto;

- Entrada em operação e programa de manutenção.

Figura 16 - Kamuthi Solar Power Project (Índia)



Fonte: Meio Sustentável, 2020.

4.3.3. Próprios Públicos

A Geração Distribuída em próprios públicos está se expandindo pelo Brasil na esfera municipal, estadual e principalmente na esfera federal como no Ministério de Minas e Energia, na Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e no Tribunal Superior Eleitoral (TSE) que possui uma usina de 1 MWp com 3.080 módulos de 325 W cada. De acordo com o ministro de Minas e Energia, Bento Albuquerque “existem mais de 900 projetos de geração solar implementados em órgãos públicos no Brasil”, (Portal Solar, 2020). Como exemplo, temos a usina fotovoltaica dos prédios do CAD (Figura 17), na UFMG.

Para a montagem de usinas em próprios públicos deve-se seguir algumas recomendações:

- Realizar uma análise de demanda de energia, uma análise financeira e aprovação pela administração pública;
- Definir o projeto executivo com responsabilidade técnica que vai avaliar a qualidade da rede elétrica, a demanda de energia do edifício, a quantidade média

de irradiação solar, a quantidade de módulos necessários e o tamanho dos inversores;

- Instalar o sistema.

Figura 17 - Foto aérea da usina fotovoltaica dos prédios do CAD, na UFMG



Fonte: Arquivo Onergy Solar, [s.d.]⁵.

4.4. Benefícios

Considera-se o termo benefício em substituição do termo impacto em razão de suas vantagens em nível ambiental, socioambiental e econômico. Faz-se referências à manutenção, garantias e políticas públicas de incentivo das usinas fotovoltaicas.

4.4.1. Benefício ambiental

Os benefícios ambientais das usinas fotovoltaicas são evidentes conforme já detalhado, mas basicamente resumem-se em:

- Matriz energética sustentável (requer menor recurso natural para construção e implantação);
- Menor impacto na implantação;
- Menor impacto durante o funcionamento.

4.4.2. Benefícios socioambientais

Os benefícios socioambientais que se destacam são basicamente:

- Geração de empregos na implantação das usinas;

⁵ FOTO aérea da Usina Fotovoltaica dos prédios do CAD, na UFMG. **Agenda BH**. Disponível em: http://www.agendabh.com.br/universidades-federais-de-mg/foto-aerea-da-usina-fotovoltaica-dos-predios-do-cad-na-ufmg_credito-arquivo-nergy-solar-1/. Acesso em: 20 out. 2020.

- Geração de empregos na indústria de produção de equipamentos e na manutenção;
- A disseminação de usinas vai gerar um exemplo para os cidadãos que vão tender a aumentar o número de usinas melhorando o impacto social positivo e a economia local.

4.4.3. Economia - custo e viabilidade de implantação

A instalação sistemática de usinas fotovoltaicas nos próprios públicos é um importante instrumento de gestão pública com relação à sustentabilidade ambiental e na economia de recursos financeiros que podem ser utilizados em outras áreas. Esta proposta deve ser incorporada aos planos de governo para serem melhor difundidas, ações pontuais como se faz atualmente contribui, tem valor ambiental, tem valor de exemplo para a população, tem valor na divulgação da cidade perante os organismos nacionais e internacionais, mas não tem significativa economia aos cofres públicos. Caso fosse estimulada a prática de instalação de usinas fotovoltaicas nas escolas e próprios públicos municipais selecionados pela qualidade locacional como plano de governo, em pouco tempo a PBH se tornaria sustentável de energia, podendo gerar uma economia de cerca de R\$ 80.000.000,00 (oitenta milhões de reais) anuais pagos à concessionária de energia (CEMIG). O *payback* das novas usinas está caindo muito com o passar do tempo. Em 2015, uma usina fotovoltaica se pagava em oito anos de instalada, hoje existem projetos em que não chegam a dois anos. A UFV 1212 tem um *payback* de dois anos e oito meses. Existem financiamentos a juros subsidiados com valores de prestação semelhantes ao valor pago pela tarifa, basta fazer um financiamento trocando a tarifa pela prestação, ao final do contrato a usina passa a gerar lucros.

Nos últimos anos a concorrência dos módulos e inversores chineses que dominam o mercado mundial diminuíram muito de preço. O custo do kWp instalado em 2015 ficava em torno de R\$ 6.500,00, atualmente fica em R\$ 2.600,00. Os módulos estão mais potentes e isto faz com que a geração fique maior e diminua o *payback*. A comparação foi realizada utilizando-se os dados da UFV CEA PROPAM e UFV 1212.

Como ponto negativo das usinas fotovoltaicas tem-se a variação na quantidade de energia elétrica produzida de acordo com o clima do local. Chuvas constantes e neve influenciam na geração e durante a noite não existe produção. Para locais onde os módulos solares não podem ser ligados à rede elétrica deve-se utilizar armazenamento da energia elétrica produzida durante o dia por meio de baterias, são as usinas *Off Grid*.

Deve-se considerar a insolação do local de instalação da usina, quanto mais próximo à linha do equador melhor.

4.4.4. Manutenção e garantia

A manutenção de uma usina fotovoltaica se resume praticamente à limpeza dos vidros dos módulos fotovoltaicos com a utilização de produtos adequados, mas que podem ser substituídos por uma limpeza com detergente neutro, uma vassoura de pelo e rodo. A inclinação dos módulos fotovoltaicos auxilia na limpeza, visto que a água da chuva retira a poeira por gravidade. É realizado um reaperto das conexões elétricas e dos parafusos de fixação dos módulos anualmente. Deve-se ter cuidados preventivos no momento da instalação e transporte dos módulos para se evitar batidas e pisoteio sobre estes, pois pode causar microfissuras que no futuro podem queimar os circuitos e inutilizar o módulo. Essas informações de manutenção estão presentes em orçamentos de diversas empresas.

A garantia dos módulos fotovoltaicos chega a vinte anos e dos inversores a cinco anos. Os equipamentos funcionam bem com um decréscimo na produção de cerca de 20% ao longo de vinte anos. Raramente dão defeitos, mas podem ser facilmente substituídos. Após instalada e com o passar dos anos, novos módulos mais potentes serão lançados e talvez seja economicamente viável se realizar a troca por módulos mais potentes. Por exemplo, a UFV CEA PROPAM que foi instalada em 2015 possui módulos de 260W, a UFV 1212 de 2019 possui módulos de 330W. Atualmente, os módulos comuns são de 440W e até 540W de potência. A evolução tecnológica é muito rápida e certamente compensará fazer a substituição dos equipamentos de uma usina mais antiga.

4.4.5. Políticas de incentivo

Entre as políticas públicas para impulso para o setor de fabricantes de materiais, componentes e equipamentos está o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (PADIS) do governo federal que através da Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007, objetiva fomentar a implantação no país de empresas que exerçam as atividades de concepção, desenvolvimento, projeto e fabricação de dispositivos semicondutores e de displays (mostradores de informação). O PADIS gera desoneração parcial na fabricação de semicondutores e visa ampliar a oferta de projetos e manufatura de componentes estratégicos pela indústria nacional, em bases competitivas e sustentáveis. Visa, também

a estimular a formação, o treinamento e a capacitação de recursos humanos visando suprir a demanda da indústria de componentes estratégicos. Com o estímulo federal na indústria devido à desoneração de impostos sobre equipamentos importados, com estímulos estaduais e até municipais, é grande o crescimento de empresas no setor e consequentemente é grande a procura e acesso a empregos na área industrial e de montagem de usinas.

A prefeitura de Palmas, por exemplo, convidou o autor em outubro de 2019 a fazer uma visita para conhecer o Programa Palmas Solar. O sucesso do programa é admirável. De acordo com a ANEEL, em 2016 foram instalados 27 sistemas fotovoltaicos na cidade, e em 2019, após o projeto, o número atingiu 171 usinas, totalizando 525 aparelhagens de energia solar. O Programa Palmas Solar oferece isenção de até 80% no IPTU, por cinco anos e no Imposto Sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) na primeira transferência de imóvel, bem como 60% no Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e até 25% da outorga onerosa para quem aderir ao programa. Para a prefeitura ocorre inicialmente perdas de receitas com a desoneração dos impostos, mas por outro lado ganha muito mais em arrecadação em razão do desenvolvimento de novas empresas prestadoras de serviços e na circulação geral de capital e serviços. Muitas empresas de outras cidades e estados migraram para a capital de Tocantins para aproveitar o Programa Palmas Solar.

5. USINAS FOTOVOLTAICAS EM PRÓPRIOS PÚBLICOS DE BELO HORIZONTE

O capítulo faz uma descrição das usinas fotovoltaicas instaladas em próprios públicos de Belo Horizonte, os projetos de usinas a serem instaladas e em processo de instalação e do edital de locação de energia para os próprios públicos lançado pela PBH.

5.1. Breve histórico

A prática de implantação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos de Belo Horizonte surgiu como ação de sustentabilidade derivada da postura que a PBH adota desde 1993 (vide *item* 3.1.1). A primeira usina foi instalada no Centro de Educação Ambiental do PROPAM em 2015 (UFV CEA PROPAM) e a segunda foi instalada em 2020 no telhado da PBH (UFV 1212) (Tabela 4). Há uma série de outros projetos em andamento em diferentes etapas de desenvolvimento (Tabela 5).

As duas primeiras usinas que foram instaladas em 2015 e 2020, assim como todos os outros projetos que buscavam financiamentos para execução, geraram um interesse da administração municipal sobre o Sistema de Geração Distribuída necessário para alimentar os próprios públicos das escolas municipais. No primeiro semestre de 2021, houve a orientação da administração central para paralisar os projetos devido ao planejamento de edital público. Em 08 de agosto de 2021, a PBH publicou o edital de Pregão Eletrônico nº 041/2021⁶, para locação de energia fotovoltaica gerada em Fazendas Solares pela iniciativa privada.

Tabela 4 - Informações sobre usinas instaladas em próprios públicos de Belo Horizonte

Usina	Ano de instalação	Regional	Área (m ²)	Financiador
UFV CEA PROPAM	2015	Pampulha	20	ICLEI
UFV 1212	2020	Centro-Sul	400	FMDA

⁶ Processo nº 01.041636.21.81 Objeto: Prestação de serviço de locação de Sistemas de Geração Distribuída (SGD), na categoria minigeração de energia elétrica de fonte fotovoltaica, modalidade autoconsumo remoto, para atender a unidades consumidoras do município de Belo Horizonte. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fazenda/licitacao/pregao-eletronico-041-2021>. Acesso em: 02 jul. 2021.

Tabela 5 - Informações sobre propostas de usinas a serem instaladas em próprios públicos de Belo Horizonte

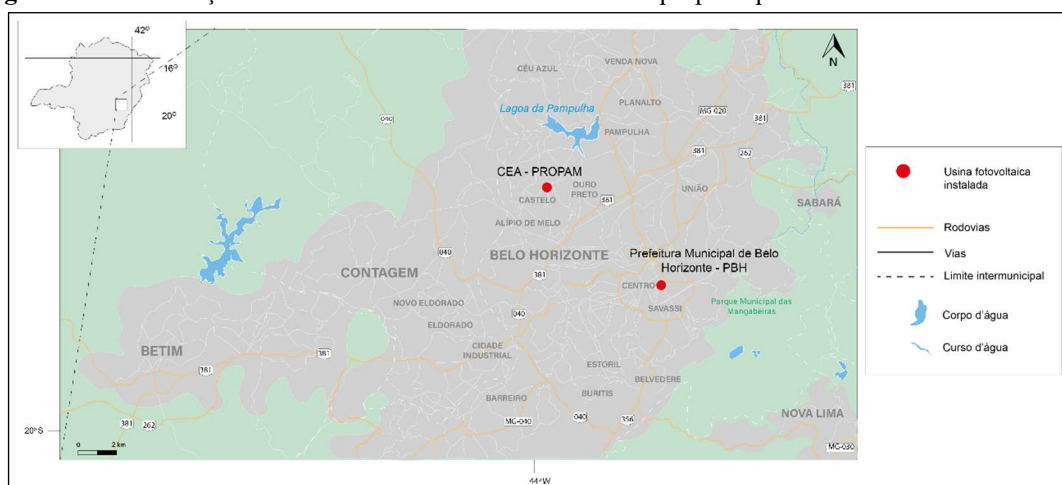
Nome	Local	Regional	Área (m ²)	Financiador
UFV Aquário	Aquário Municipal São Francisco	Pampulha	20	ICLEI
UFV CRAS	Centro de Referência de Assistência Social Leste	Leste	400	FMDA
UFV EMHJS	Escola Municipal Herbert José de Souza	Norte	200	ICLEI
UFV Mangabeiras	Parque das Mangabeiras	Centro-Sul	800	FMDA/PEE
UFV Parque Ecológico	Parque Ecológico da Pampulha	Pampulha	500	FMDA
UFV SMED	Secretaria Municipal de Educação	Centro-Sul	500	Emenda Parlamentar

Recentemente formalizou-se a proposta de criação do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da SMED (CEA CLIC SMED). Trata-se de uma usina-escola *Off Grid* de 2,6 kWp e uma usina *On Grid* de 75 kWp para formar, na montagem e gestão de usinas fotovoltaicas, a população em situação de rua, moradores de abrigos e alunos da Educação de Jovens e Adultos da PBH.

5.2. UFV implantadas em próprios públicos em BH

As usinas já instaladas em próprios públicos de Belo Horizonte são denominadas UFV CEA PROPAM e UFV 1212 cujas localizações estão marcadas na (Figura 18).

Figura 18 - Localização das usinas fotovoltaicas instaladas em próprios públicos - Belo Horizonte – MG

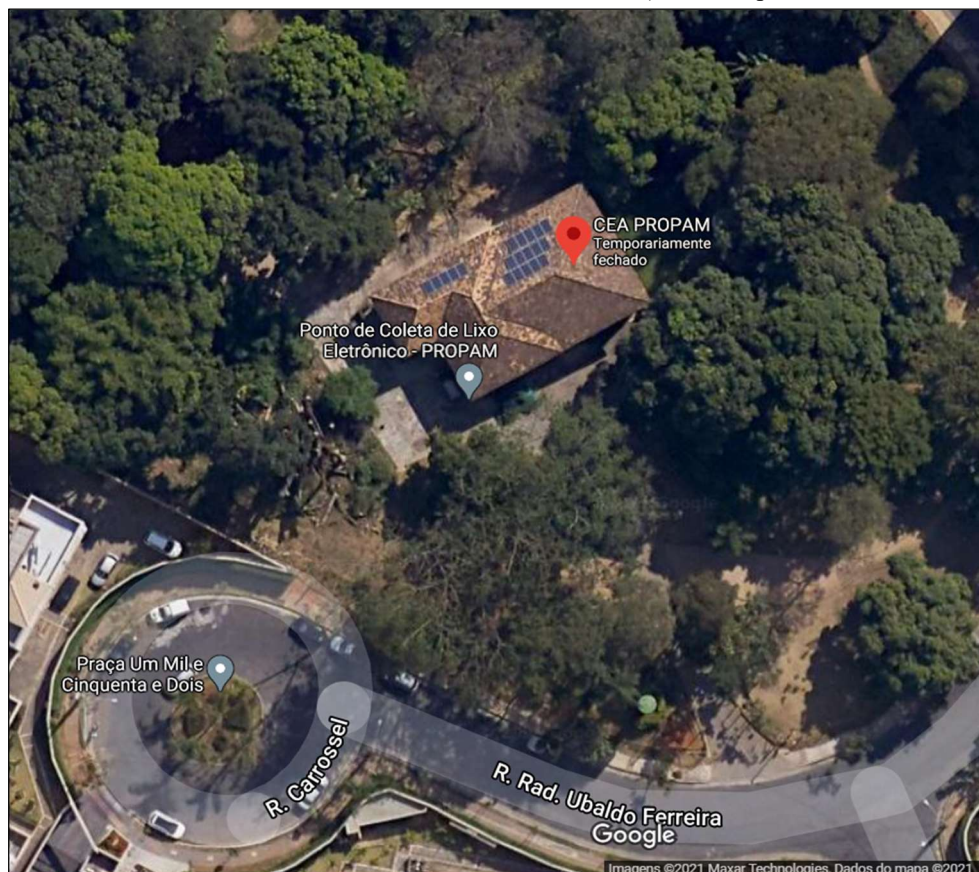


Fonte: Do autor, 2020

5.2.1. UFV CEA PROPAM

A primeira usina fotovoltaica em próprios públicos da PBH foi instalada na sede do PROPAM por iniciativa da SMMA, em dezembro de 2015 e denominada UFV CEA PROPAM (Figura 19).

Figura 19 - Vista aérea do CEA PROPAM com visualização da UFV CEA PROPAM (R. Radialista Ubaldo Ferreira, 20 - Castelo, Belo Horizonte – MG) e sua ampla área verde



Fonte: Google Earth, 2020.

O PROPAM - Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha foi criado em 2000 pela PBH para a gestão integrada de toda a bacia hidrográfica através de um plano de intervenções estruturantes. O CEA-PROPAM, subprograma do PROPAM, abriga as atividades voltadas à Educação Ambiental coordenadas pela SMMA e executadas em parceria com o Consórcio da Pampulha que inclui a Prefeitura de Contagem. Está instalado na sede original da antiga Fazenda dos Menezes que funcionava até a década de 1960. A gleba foi parcelada para construção de prédios residenciais e cerca de 10.000m² foram incorporados como área pública da PBH (MALHEIROS, 2015). O casarão e o pomar foram reformados. São dois pavimentos com aproximadamente 500 m² em cujo telhado foram instalados os módulos fotovoltaicos. Internamente, há espaço para sala de aula, sala de palestras, sala de exposições, escritórios

que visam esclarecer assuntos pertinentes à bacia hidrográfica, seus problemas e ações de intervenção. Como atividade externa principal é realizado o Circuito Intermunicipal de Percepção Ambiental que promove visitas de ônibus a áreas verdes, córregos, nascentes, equipamentos de limpeza urbana, vilas e populações ribeirinhas. Leva os participantes a reconhecerem situações que trazem elementos concretos para análise ambiental da região. Este circuito teve a participação de cerca de 6.000 pessoas entre estudantes e visitantes durante o ano de 2014 (SMMA, 2015). Antes da pandemia, o público alvo atingia 10.000 pessoas por ano em média, entre estudantes e visitantes de acordo com a coordenação do CEA PROPAM.

5.2.1.1. Energia gerada

A geração de energia de usinas fotovoltaicas é monitorada pelos proprietários através de software específico. A UFV CEA PROPAM é monitorada por Aurora Vision, disponível em: < <https://easyview.auroravision.net/easyview/?entityId=10555256> > que fornece informações específicas por diversos parâmetros e interessante analisar os destaques.

Figura 20 - Status da usina, geração de energia e clima da UFV CEA PROPAM desde jan. de 2016



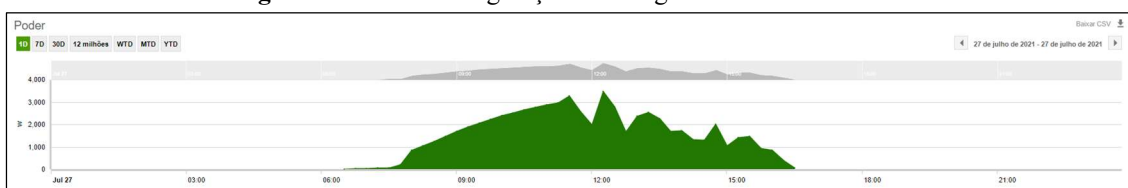
Fonte: Aurora Vision, 2021.

A geração de energia da UFV CEA PROPAM destacada pela (Figura 20) mostra a geração de energia do dia 27 de julho de 2021 no patamar de 16,6 kWh e de 30,7 MWh na sua totalidade no período compreendido entre dezembro de 2015 a 27/07/2021. Se considerarmos o preço médio de R\$ 0.85 temos um rendimento total de geração de R\$ 26.095,00. O valor do kWh é variável. A Usina teve um custo de R\$ 36.000,00, portanto já alcançou 72% de seu custo inicial. Outras informações disponíveis no gráfico: no dia 27 de julho de 2021, a UFV CEA PROPAM gerou 16,6 kWh com os dados climáticos da região da Pampulha como temperatura em 79° F que equivale a 26,1° C, umidade em 27%, pressão atmosférica de 30,06 milímetros de mercúrio (mmHg), visibilidade de

32.808,4 m, velocidade do vento em 9,22 mph ou 14,7 km/h e direção do vento a 320°. Status de funcionamento da usina era normal.

A (Figura 21) mostra o gráfico de geração de energia da UFV CEA PROPAM em um dia normal desde as 6 h até as 18 h do dia 27 de jul. 2021. Os segmentos que têm queda no gráfico representam diminuição na geração de energia por sombreamento de nuvens.

Figura 21 - Gráfico de geração de energia diária da UFV CEA



Fonte: Aurora Vision, 2021.

5.2.1.2. Benefícios ambientais

Observa-se que a (Figura 22) faz analogia ao consumo de eletrodomésticos e automóveis como forma de trazer à realidade do observador. Mostra que a energia total gerada pela UFV CEA PROPAM até o momento foi de 30,7 MWh que seria suficiente para operar uma televisão por 8.900 dias, alimentar 236,42 computadores por um ano ou a simular a poluição causada por um carro médio em 6,03 anos. Há, também, as informações sobre os gases de efeito estufa evitados pelo uso de energia renovável. Economizou-se a emissão de 60.284,4 libras (lb) que equivale a 27,3 toneladas (T) de CO₂ (dióxido de carbono), 93,10 lb de NO (óxido de nitrogênio) que equivale a 42,2 Kg e 0,30 lb ou 0,13 de SO₂ (dióxido de enxofre).

Figura 22 - Benefícios ambientais equivalentes proporcionados pelo uso de energia fotovoltaica gerados na UFV CEA PROPAM e relação com emissão de gases de efeito estufa



Fonte: Aurora Vision, 2021

O benefício que a geração distribuída possui ao economizar água dos reservatórios que pode ser utilizada para outros fins, como irrigação, dessedentação de animais, recreação e inclusive de geração de energia para outras regiões.

Figura 23 - Compensação de carbono da UFV CEA PROPAM



Fonte: Aurora Vision, 2021

Os dados de compensação de Carbono (Figura 23) que a geração de energia da usina compensou alcança 27,34 toneladas métricas de carbono equivalentes a 5,8 acres ou 2,34 hectares. com base em dados do *Environmental Protection Agency* – EPA. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy>>.

5.2.1.3. Benefícios socioambientais

Os benefícios socioambientais advindos da instalação de usinas fotovoltaicas estão no processo industrial quando promovem a formação de empregos nas fábricas dos módulos, inversores e acessórios de montagem. Há grande quantidade de empregos em empresas prestadoras de serviços de projetos e montagens de usinas com empregos diretos e indiretos colaborando com toda a cadeia produtiva. O setor de serviços é muito impulsionado.

5.2.1.4. Economia para os cofres públicos

O CEA PROPAM em 2015 possuía uma conta de energia de R\$ 1.900,00, em média, pois trata-se de uma casa com área de 500 m² com uma área externa de 10.000 m² e vários holofotes para iluminação. Possui cerca de 20 computadores com funcionários e atende por volta de 10.000 alunos por ano. Em 2015, houve a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED e a conta passou para cerca de R\$ 800,00. Ao se instalar a usina fotovoltaica a conta de energia passou para o pagamento mínimo de R\$ 89,00.

5.2.2. UFV 1212 - Sede da Prefeitura de Belo Horizonte – MG

A segunda usina fotovoltaica em próprios públicos da PBH foi instalada na sede da Prefeitura de Belo Horizonte situada à avenida Afonso Pena, 1212 – Centro, Belo Horizonte, em maio de 2020 e denominada UFV 1212 (Figura 24).

Figura 24 - Imagem de Drone da UFV 1212 situada à Avenida Afonso Pena, 1212 – Centro, Belo Horizonte – MG



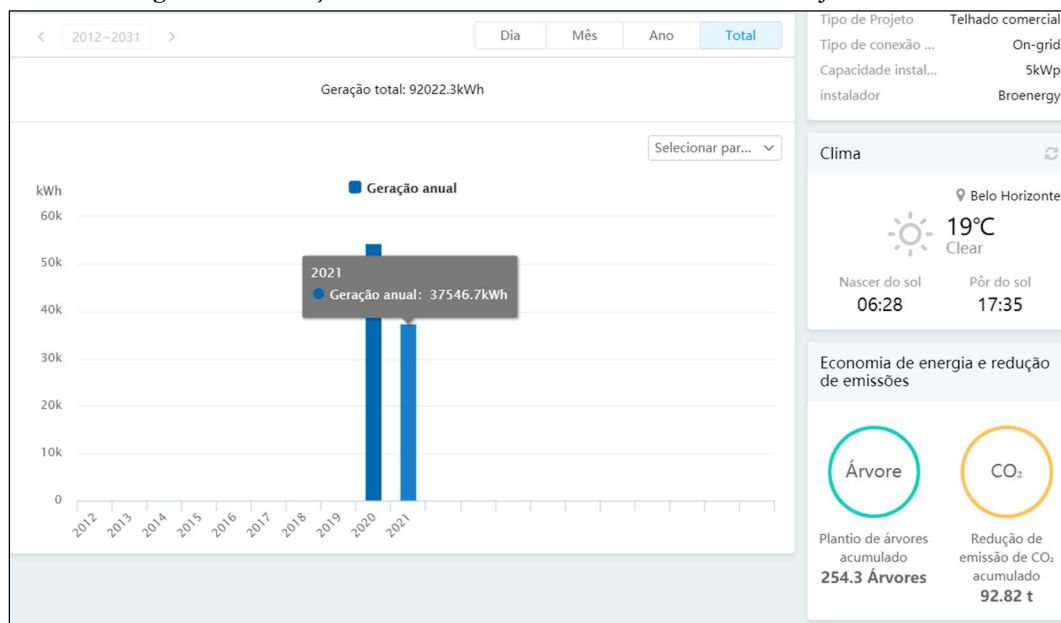
Fonte: Drone BROEnergy – Thomas Chianca, 2020

O edifício sede da municipalidade foi selecionado para instalação da UFV 1212 em razão da sua importância histórica e de sua representatividade para a cidade. Foram observados os padrões de tombamento do prédio com as estruturas da usina (painéis e cabeamento) não aparecendo pelos beirais com laudo da Diretoria de Patrimônio do município. O local de instalação no telhado de fibrocimento ocupa uma área de 400 m².

A iniciativa do projeto partiu da SMMA com o apoio do Secretário Municipal Mário Werneck que aprovou junto ao Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM) recursos da ordem de R\$300.000,00 provenientes do Fundo Municipal de Defesa Ambiental – FMDA. Foi elaborado internamente um Termo de Referência (TR) com todas as especificações técnicas da usina planejada e realizados diversos orçamentos entre empresas da capital, sintetizando nos melhores que tiveram o preço médio de R\$278.000,00 e elaborado o edital. O TR e o Edital de Licitação na modalidade Pregão Eletrônico foram aprovados pela Procuradoria Geral do Município (PGM) e, em seguida, realizado o chamamento público em 28 de dezembro de 2019. No leilão, três empresas concorreram no certame que foram fazendo ofertas menores que o preço médio e abaixando o preço de contratação. O contrato foi firmado com a empresa BROEnergy ao custo de R\$179.000,00, fato que gerou uma economia, já na contratação, de R\$99.000,00. O processo de instalação e comissionamento junto à concessionária CEMIG teve a duração de dois meses. A UFV 1212 entrou em operação em 16 de maio de 2020. O autor foi o idealizador, executor, fiscal do contrato, realiza a gestão das informações de geração e o processo de manutenção da usina. A responsabilidade técnica e acompanhamento do processo de implantação da usina foi da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP) através de seu Engenheiro Eletricista.

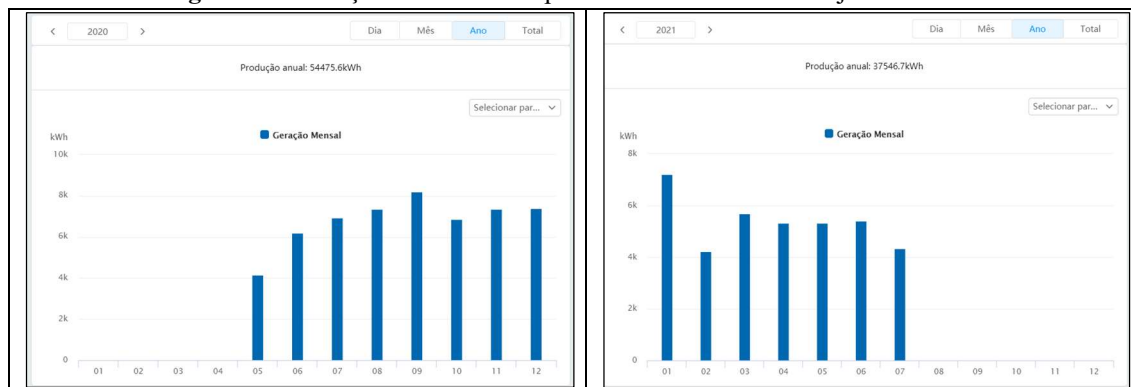
5.2.2.1. Energia gerada

Para suprir toda a demanda de energia do edifício-sede da PBH seria necessário um sistema de 405 kWp composto por 1.227 módulos de 330 W. Entretanto, de acordo com um estudo prévio, a área de insolação disponível na cobertura virada para o Norte comporta um sistema de apenas 65 kWp que foi implantado com 198 módulos com inclinação de 26°. A (Figura 24), acima, mostra a área de sombreamento nos fundos do prédio, fato que diminuiu a capacidade instalada da usina. O sistema de geração distribuída instalado produz em média 6.587 kWh/mês que corresponde à geração aproximada de 21% da energia demandada pelo prédio no período da pandemia com economia média mensal de R\$ 5.400,00 considerando-se a tarifa aplicada.

Figura 25 - Geração total da UFV 1212 desde maio de 2020 até jul. de 2021

Fonte: Software SOLIS, 2021.

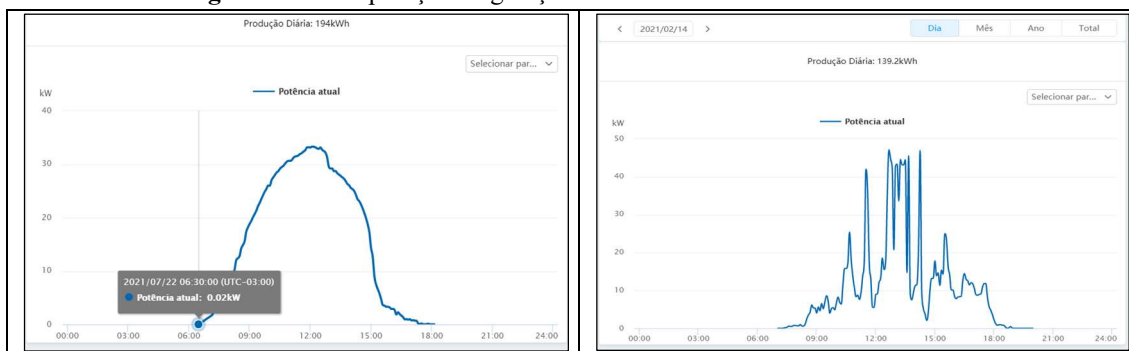
A geração de energia total da usina com 92.022,3 kWh ou 92 MWh até o dia 24/07/2021 (Figura 25), sendo 54.475,6 kWh em 2020 (de maio a dezembro) e 37.546,7 em 2021 (de janeiro a julho). A (Figura 25) mostra tela do aplicativo com seleção de geração anual de energia da usina, anos de 2020 e 2021.

Figura 26 - Geração da UFV 1212 por mês de maio de 2020 a julho de 2021

Fonte: Software SOLIS, 2021

A geração da UFV 1212 pode ser observada a partir da variação de geração por mês que se dá em razão do clima. O mês de fevereiro de 2021 foi um mês chuvoso com muitas nuvens, portanto houve menor produção. Em janeiro de 2021, ao contrário houve a maior produção do ano com dias mais ensolarados (Figura 26) que mostra a tela do aplicativo com a seleção de geração mensal da usina no ano de 2020 e de 2021.

Figura 27 - Comparação de geração da UFV 1212 em dois dias distintos



Fonte: Software SOLIS, 2021.

Os dois gráficos de geração diária (

Figura 27) representam a tela do aplicativo que mostra a diferença entre dois dias distintos. O primeiro gráfico mostra um dia totalmente ensolarado, sol pleno, como o dia 22/07/2021, observando-se uma curva iniciando-se às 6 h, atingindo o pico às 12 h e terminando a geração às 18 h numa parábola perfeita. O segundo gráfico representa um dia chuvoso, como o dia 14 de fevereiro de 2021, onde observa-se a variação abrupta com a entrada de nuvens cortando a geração e dando diversos piques no gráfico. Importante frisar que a claridade é suficiente para a geração que se dá em diversas frequências do espectro solar gerando menos energia, mas produzindo.

5.2.2.2. Benefícios ambientais

O período de 15 meses de funcionamento da UFV 1212 (Figura 25), acima, demonstra que houve o benefício ambiental equivalente ao plantio de 254 árvores e a redução de 92,82 toneladas de gás carbônico na natureza de acordo com o aplicativo. É significativo, também, o benefício ambiental que a geração distribuída possui ao economizar água dos reservatórios que pode ser utilizada para outros fins, inclusive na geração de energia hidrelétrica para outras regiões e para o abastecimento humano em tempos de crise hídrica. Há, portanto, uma diminuição na emissão dos gases de efeito estufa ao longo da vida (GEE) da usina que teriam sido gerados se fontes de energia suja fossem usadas para gerar a energia durante o período. Esses números são baseados nas medidas médias do Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) ou da Agência Internacional de Energia (IEA) e calculadas a partir dos quilowatts-hora vitalícios gerados pelo sistema. Uma vez que são dados médios, não refletem necessariamente o perfil exato de carbono.

5.2.2.3. Benefícios socioambientais

Os benefícios socioambientais advindos da instalação da UFV 1212 estão no ciclo de vida de todo o processo industrial desde a fabricação dos equipamentos até os empregos gerados nas fábricas dos módulos, inversores e acessórios de montagem. Há grande quantidade de empregos diretos e indiretos em empresas prestadoras de serviços de projetos e montagens de usinas. O setor de serviços da cidade é impulsionado.

5.2.2.4. Economia para os cofres públicos

Quanto ao impacto financeiro da UFV 1212, analisando as contas de energia elétrica do edifício-sede da PBH, o tempo de retorno do investimento (*payback*) é de apenas 2 anos e 8 meses. Considerando-se que a garantia de fábrica é de 20 anos para os módulos e de 5 anos para os inversores e que a usina funciona adequadamente por cerca de 25 anos, uma instalação desse tipo possui grande viabilidade econômica, além dos aspectos de sustentabilidade ambiental. Em mais de 80% da vida útil da usina a geração será totalmente gratuita para o erário.

A UFV 1212 foi instalada no mês de maio de 2020 coincidindo com o advento da pandemia e processo de teletrabalho dos funcionários, portanto não houve possibilidade de se avaliar o impacto na conta de energia em período normal. Porém, no período de maio de 2020 a julho de 2021, a UFV 1212 está gerando cerca de 25% da demanda do prédio sede da PBH. A conta de energia anteriormente à instalação da usina girava em torno de R\$60.000,00 e chegou ao valor de R\$32.000,00 durante a pandemia com a contribuição da UFV 1212.

A UFV 1212 já gerou até julho de 2021, **92.022,3 kWh** (Figura 25), acima, que multiplicado pelo valor médio do kWh de R\$0,85, resulta no valor de **R\$78.218,70**, que seria o valor total economizado em razão da usina. Os dados de geração da UFV 1212 são registrados no aplicativo de geração de energia da usina denominado Solis e instalado em computador e mobile.

Levando-se em conta que a usina o preço médio da usina era de **R\$278.000,00** e foi licitada por **R\$179.000,00** gerando uma economia inicial de **R\$99.000,00**. Até o momento a usina já gerou 41% de seu valor total em 15 meses. A projeção é que a usina se pague em 28 meses ou dois anos e oito meses, aproximadamente.

5.3. UFV planejadas para instalação em próprios públicos de Belo Horizonte

As iniciativas para instalação de outras usinas fotovoltaicas em próprios públicos foram estudadas em várias situações favorecendo as facilidades de instalação e possibilidades de financiamento, Há de se destacar que os dois projetos implantados, UFV CEA PROPAM e UFV 1212 e as novas propostas não contaram com recursos do Tesouro municipal, mas com fontes alternativas como o Fundo Municipal de Defesa Ambiental (FMDA), recursos do ICLEI, Programa de Eficiência Energética da CEMIG (PEE), emendas parlamentares e Programa Semente do Ministério Público de Minas Gerais.

Foi realizado um levantamento e mapeamento de todos os próprios públicos com mais de 200 m² em Belo Horizonte com possibilidade de instalação futuras usinas. Destes, foram destacados aqueles com melhor projeção solar (Tabela 6) isto é, fachada virada para o Norte e sem sombreamentos, assim como vontade do gestor público responsável.

Tabela 6 - Dados das usinas a serem implantadas em prédios públicos de Belo Horizonte⁷

Próprio público	Sigla	Uso e ocupação	Regional	Área disponível para captação solar (m ²)	Custo para implantação (R\$)	Potência (kWh)
Aquário São Francisco	UFV Aquário	Lazer e educação	Pampulha	1.000	415.000,00	90
CRAS Alto Vera Cruz	UFV CRAS	Assistência social	Leste	360	120.000,00	32
EMHJS	UFV EMHJS	Educação	Nordeste	1.800	285.000,00	67
Parque das Mangabeiras	UFV Mangabeiras	Lazer e educação	Centro-Sul	2.500	400.000,00	110
Parque Ecológico da Pampulha	UFV Parque Ecológico	Lazer e educação	Pampulha	800	220.000,00	75
SMED	UFV SMED	Gestão pública	Centro-Sul	1.400	231.000,00	75 e 2,64
CTRS 040	UFV CTRS	Gestão Pública	Noroeste	180.000.000	25.000.000,00	5.000

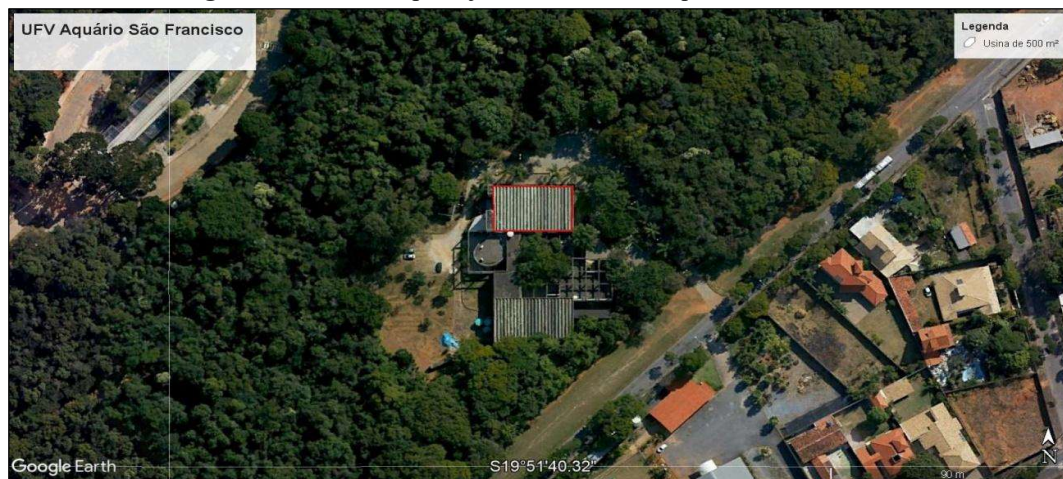
5.3.1. UFV Aquário São Francisco - Aquário Municipal São Francisco

Projeto de Usina de 90 kWp para instalação no telhado da edificação (Figura 28) onde está o Aquário Municipal São Francisco, no Zoológico (unidade da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica - FPMZB) com duas áreas de 500 m² situado à Av.

⁷ Exceto o montante de todas as escolas municipais.

Otacílio Negrão de Lima, 8000 – Pampulha, Belo Horizonte – MG. Projeto e orçamentos foram realizados, referentes a 250 módulos fotovoltaicos da marca Canadian de 360W para uma área de instalação de 500,00 m², produção de energia estimada em 9.728 kWh/mês e custo médio de R\$ 415.000,00. Os recursos foram buscados junto à FMPZB, ao FMDA e ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), mas não houve êxito nas tratativas até o momento.

Figura 28 - Local de planejamento da UFV Aquário São Francisco



Fonte: Google Earth, 2021.

5.3.1.1. Contexto ambiental

A UFV Aquário São Francisco será instalada no Zoológico de Belo Horizonte que desenvolve muitas atividades de educação ambiental com milhares de visitantes por ano. A usina vai gerar um benefício ambiental equivalente ao plantio de 281 árvores e a redução de 104 toneladas de gás Carbônico na natureza por ano de acordo com os dados de compensação de Carbono do *Environmental Protection Agency* – EPA. Disponível em : <<https://www.epa.gov/energy>>.

5.3.1.2. Contexto social

Os benefícios sociais advindos da instalação de usinas fotovoltaicas estão no processo industrial quando promovem a formação de empregos nas fábricas dos módulos, inversores e acessórios de montagem. Há grande quantidade de empregos em empresas prestadoras de serviços de projetos e montagens de usinas em empregos diretos e indiretos.

5.3.1.3. Viabilidade de implantação

Há grande potencial de geração no local. São 1.000 m² de superfície de telhado sem sombreamento e virado para o norte. Houve tratativas de se solicitar compensações

ambientais junto ao Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM) para se implantar a usina. Outra possibilidade seria junto ao Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF) com recursos da cobrança pelo uso da água que está em estudo.

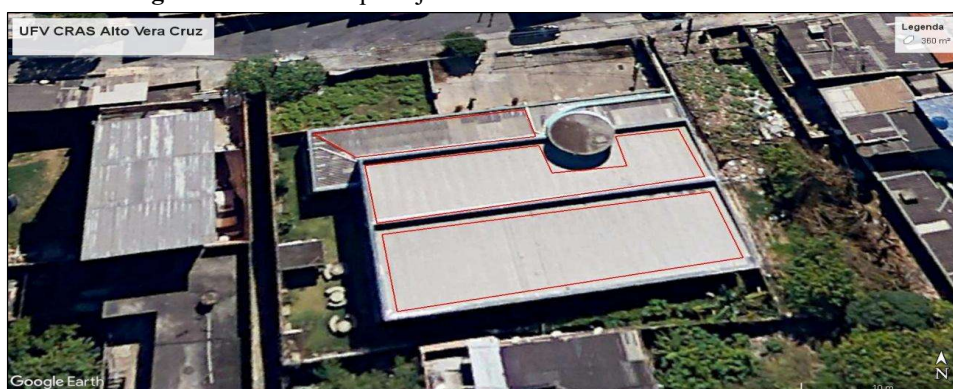
5.3.1.4. Economia para os cofres públicos

A economia gerada pela usina seria da ordem de R\$ 10.000,00 mensais na conta de energia da FMPZB.

5.3.2. UVF CRAS Alto Vera Cruz – CRAS Alto Vera Cruz

Projeto de usina para instalação no Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) Leste (Figura 29) com área de 300 m², situado à rua Padre Júlio Maria, 1.550 – Alto Vera Cruz, Belo Horizonte – MG. Tem objetivo de minimizar as contas de energia devido ao uso intenso de chuveiros elétricos em parceria com a Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC). O CRAS é utilizado por população em situação de rua ou de abrigo em Belo Horizonte. Aguarda definição sobre fonte de recursos.

Figura 29 - Local de planejamento da UVF CRAS Alto Vera Cruz



Fonte: Google Earth, 2021.

5.3.2.1. Contexto ambiental

Os benefícios ambientais de uma usina estão relacionados à potência instalada. A UVF CRAS Alto Vera Cruz será uma usina de 37 kWp que irá gerar um benefício ambiental equivalente ao plantio de 101 árvores e a redução de 37 toneladas de gás carbônico na natureza por ano, de acordo com os dados de compensação de Carbono do *Environmental Protection Agency* – EPA. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy>>.

5.3.2.2. Contexto social

A UFV CRAS Alto Vera Cruz está em local de alta vulnerabilidade socioambiental e recebe regularmente população de rua, de abrigos e dependentes químicos. A repercussão na sociedade seria de grande importância como educação ambiental para a população da região.

5.3.2.3. Viabilidade de implantação

Há grande uso de chuveiros elétricos para banhos que causam grandes gastos com energia. O fluxo de pessoas é muito grande, fato que requer atenção especial do poder público na manutenção dos equipamentos públicos. A Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) tem interesse em implantar as usinas fotovoltaicas nos CRAS.

5.3.2.4. Economia para os cofres públicos

A economia gerada pela usina UFV CRAS ALTO VERA CRUZ seria da ordem de R\$5.000,00 mensais na conta de energia.

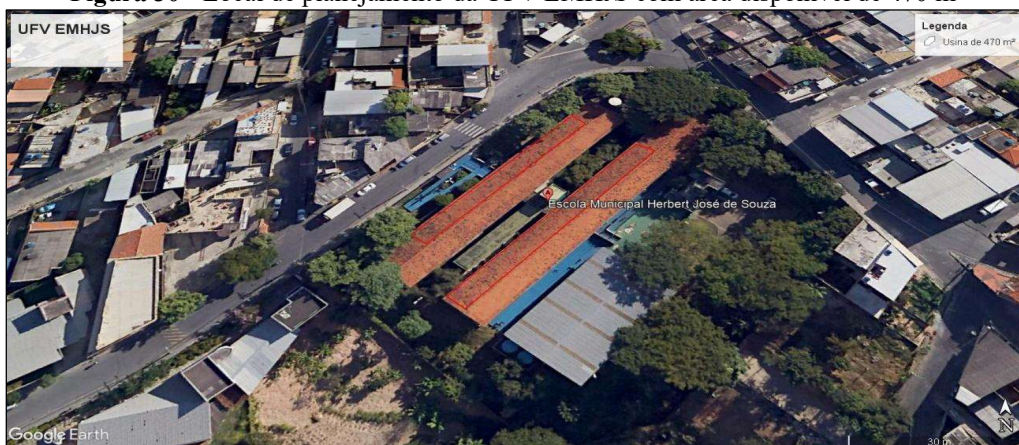
5.3.3. UFV EMHJS - Projeto Escolas Solares

O Projeto Escolas Solares realizou um estudo em várias escolas municipais, em escala. Em 2015, o Banco Mundial financiou o estudo “*World Bank - Energy & Water Efficiency & Rooftop Solar PV for Schools in Belo Horizonte*”, realizado pela Accenture (concluído em 2016) para diagnóstico e proposições de ações para economia de água e energia nas escolas municipais de Belo Horizonte. Em 2017, através do Programa COMpasso da UFMG foi estabelecido uma parceria entre a SMMA/PBH e a Escola de Arquitetura com vistas a desenvolver métodos e soluções para as áreas do município mais vulneráveis às mudanças climáticas de acordo com o Plano de Vulnerabilidade de 2016. A Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG desenvolveu um rigoroso levantamento da dinâmica de consumo de energia da Escola Herbert José de Souza (EMHJS) e propôs intervenções para a melhoria da eficiência energética segundo os regulamentos nacionais de forma que a EMHJS pudesse receber uma usina fotovoltaica para zerar o consumo de energia da distribuidora e ter sua eficiência energética.

O primeiro projeto de UFV para a EMHJS foi elaborado pela SMMA para se instalar uma usina de 38 kWp. O Estudo da Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG por meio de seu Laboratório de Conforto Ambiental (LabCon), bem mais amplo, realizou

duas propostas. Um cenário de máxima potência com área de 500 m² e potência de 67 kWp ao valor médio de R\$265.200,00 e o cenário com menor potência com área de 240 m² e potência de 32 kWp ao valor médio de R\$135.000,00. A área disponível ótima para instalação na EMHJS é de 470 m² conforme (FIGURAFigura 30), localizada à Av. Detetive Eduardo Fernandes, 320 – Novo Aarão Reis, Belo Horizonte – MG.

Figura 30 - Local de planejamento da UFV EMHJS com área disponível de 470 m²



Fonte: Google Earth, 2021.

Há uma outra proposta para a Escola Municipal Marlene Pereira Rancante (EMMPR) na Regional Noroeste que já teve seu projeto de eficiência energética realizado com a troca das lâmpadas fluorescentes por LED e de toda a fiação e componentes elétricos.

5.3.3.1. Contexto ambiental

Uma usina em uma escola produz uma série de informações a serem disponibilizadas para os professores trabalharem com os alunos como tema das aulas de Educação Ambiental. As escolas públicas municipais de Belo Horizonte representam cerca de 60% do consumo total de energia dentre os próprios públicos da prefeitura de Belo Horizonte. Nos anos 2015-2016, o estudo da Accenture estimou um potencial de economia de energia de 45%, em média, nas 306 escolas da rede municipal, bem como uma capacidade média de geração de 30 MWh/ano por meio de usinas fotovoltaicas instaladas nos grandes telhados dessas escolas, com excedente médio anual da ordem de 9,8 MWh, que ainda poderia alimentar outros edifícios da municipalidade. As escolas têm potencial para gerar 30% mais energia que consomem.

Nas escolas municipais, as usinas fotovoltaicas funcionarão como verdadeiras unidades de educação ambiental. Os estudantes em contato com a tecnologia tendem a

entendê-la e assim fazendo, replicam a ideia para seus parentes possibilitando a multiplicação de usinas nas residências da cidade. Os dados de geração de energia diários criam uma série histórica a ser seguida e acompanhada pela escola, geram planilhas, gráficos, enfim, dados que podem ser trabalhados nas mais diversas disciplinas com resultados realmente positivos para o ambiente escolar.

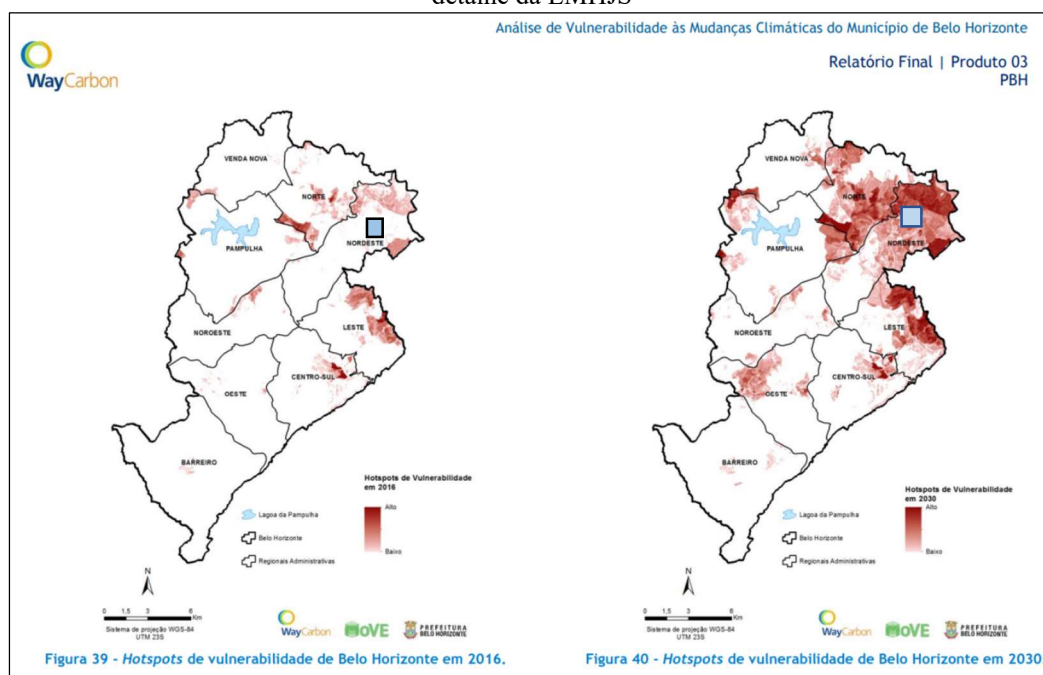
A usina a ser instalada na EMHJS vai gerar um benefício ambiental positivo equivalente ao plantio de 118 árvores e a redução de 43 toneladas de gás carbônico na natureza por ano, de acordo com os dados de compensação de Carbono do *Environmental Protection Agency* – EPA. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy>>.

5.3.3.2. Contexto social

A EMHJS situa-se em uma região com alto índice de vulnerabilidade social. A escolha da EMHJS se baseou no estudo “Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte – Resumo para os tomadores de decisão”, publicado em 2016 pela PBH. Neste estudo fica claro a vulnerabilidade da comunidade do bairro Novo Aarão Reis, vide marcação no mapa abaixo (:

Figura 31) com a projeção para o ano de 2030. A regional Nordeste da cidade realmente é carente de ações sociais e de infraestrutura geral. Coincide com a fox do ribeirão do Onça e próximo À Estação de tratamento de Esgoto do Onça. Vide mapa abaixo:

Figura 31 - Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte com detalhe da EMHJS



Fonte: Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte – WayCarbon.

A EMHJS foi selecionada desde o primeiro contato pelo representante do Banco Mundial em 2015 em visita à EMHJS para ser a escola pioneira em razão de sua vulnerabilidade social como já descrito acima e devido seu porte, possuindo três turnos, 1.066 alunos por ano, telhado cerâmico em estrutura de madeira com área de 1.500 m² (Tabela 7).

Tabela 7 - Dados específicos da EMHJS

Dados específicos	
Número de alunos	1066 (Censo Escolar, 2018)
Turnos da Escola	3 (manhã, tarde e noite)
Materiais da cobertura	Telha cerâmica e estrutura de madeira
Área total da cobertura – Bloco 1	344,05 m ² – cada água (68,40*5,03) 344,05 m ² * 2 águas = 688,10 m ²
Área total da cobertura – Bloco 2	439,33 m ² – cada água (81,66 * 5,38) 439,33 * 2 águas = 878,66 m ²
Área total da cobertura	TOTAL: 688,10 + 878,66 = 1 566,76 m ²
Ano de construção / Inauguração	Projeto: 2000/ Inauguração: 2002

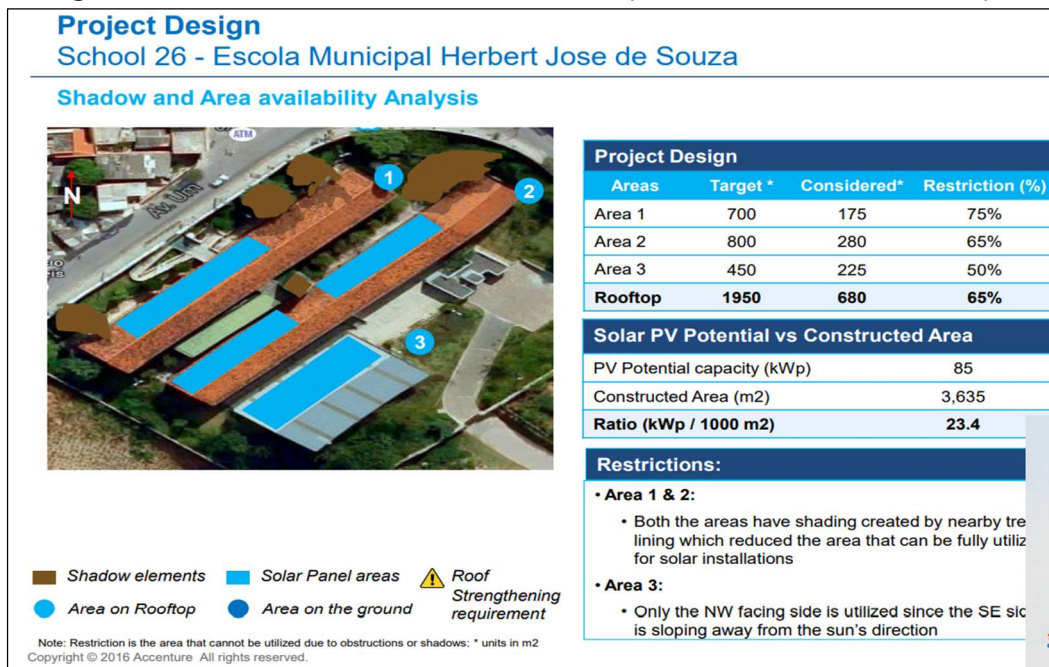
Fonte: BELO HORIZONTE, 2020.

5.3.3.3. Viabilidade de implantação

Estudo desenvolvido pela *Accenture* em 2016 (Figura 32) aponta os melhores locais no telhado para instalação dos módulos fotovoltaicos em três áreas distintas. O estudo destaca as áreas sombreadas e prejudicadas para a geração de energia na área 1. A

posição do caimento dos telhados na direção Noroeste não favorece a geração máxima. O ideal seria os telhados virados para o norte onde há maior insolação e consequentemente maior geração de energia ao longo dos dias.

Figura 32 - Estudo da Accenture da EMHJS com seleção das melhores áreas de instalação



Fonte: Accenture, 2016.

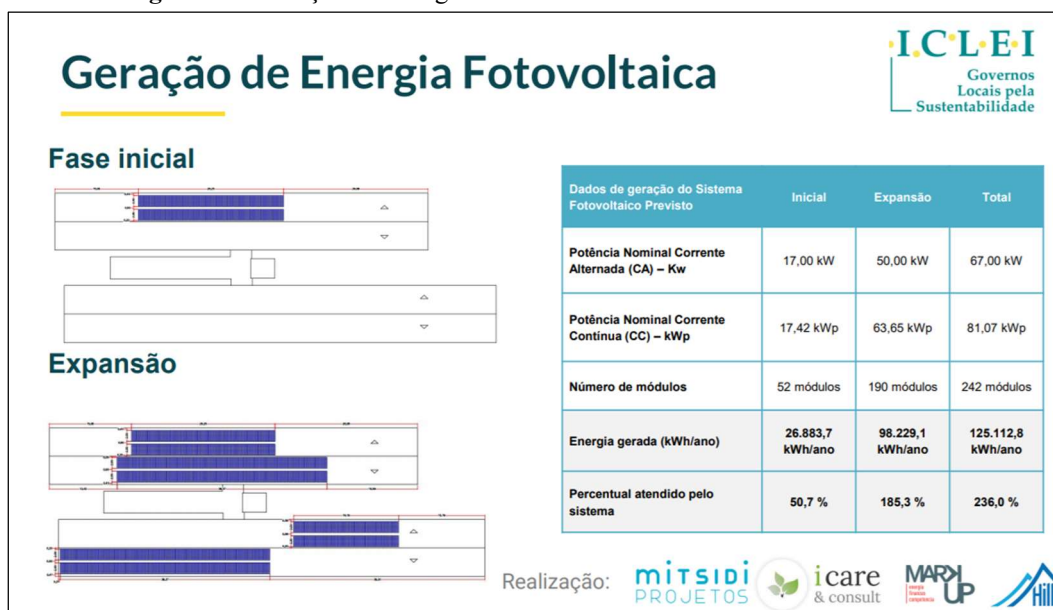
5.3.3.4. Economia para os cofres públicos

O primeiro projeto foi elaborado para a EMHJS para se instalar uma usina de 38 kWp pela empresa EMAP Solar Ltda. Em janeiro de 2018 foram realizados orçamentos com intuito de se apresentar esse projeto ao FMDA e ao PEE da CEMIG, mas sem sucesso devido às condições exigidas para adequação ao edital. É necessário uma intermediação por uma *Energy Saving Company (ESCO)*. O projeto compreendia 119 módulos fotovoltaicos Kript Solar de 320Wp, 08 inversores de 8,2 kW com placas de monitoramento via Wi-Fi, cabos, DPS AC e DC, estruturas metálicas em alumínio para fixação dos módulos e demais materiais eletroeletrônicos para a completa instalação do sistema fotovoltaico ao custo de R\$177.000,00. O projeto não avançou com financiamentos em nível local mas serviu para ser apresentado ao concurso junto ao ICLEI que buscava projetos para financiar e apresentamos como ação da SMMA.,.

Em 2019, o projeto foi apresentado ao *Local Governments for Sustainability (ICLEI)*, que o selecionou dentre os dois melhores projetos do Brasil, juntamente com a cidade de Recife – PE, e como prêmio foram arrecadados €15.000 (quinze mil Euros). Com este recurso, o ICLEI e a SMMA através do projeto UrbanLEDS Lab em Belo

Horizonte - Viabilizando Projetos de Ação Climática em Municípios, contrataram uma empresa de projetos (Mitsidi Projetos) que formalizou o projeto de comissionamento junto à concessionária para implantar a UFV EMHJS em dois estágios (Figura 33). Na primeira fase a UFV EMHJS terá potência nominal de 17,42 kWp com 52 módulos de 330 W, com geração esperada de 26.883,7 kWh/ano e atendendo a 50,7 % da demanda da escola com economia mensal de R\$ 1.896,92 e com emissões evitadas de 2,0 tCO por ano com o custo total de R\$ 89.252. Será a terceira UFV instalada com o CNPJ da PBH. Na segunda fase, com entrada de mais recursos a UFV EMHJS passará para a potência nominal de 67 kWp com 242 módulos no total, gerando 125.112 kWh/ano atendendo a 236 % da demanda, isto é, poderá atender a mais de uma escola dependendo do porte. Ainda na (Figura 33), pode-se observar a posição dos módulos nos telhados da escola em consonância aos estudos da Accenture. Outra coincidência entre os dois projetos é que os estudos da Accenture apontavam uma geração de máxima de 85 kWp aproveitando-se toda a área disponível e o estudo do ICLEI aponta para 81 kWp para a mesma área.

Figura 33 - Geração de Energia Fotovoltaica da UFV EMHJS em duas fases



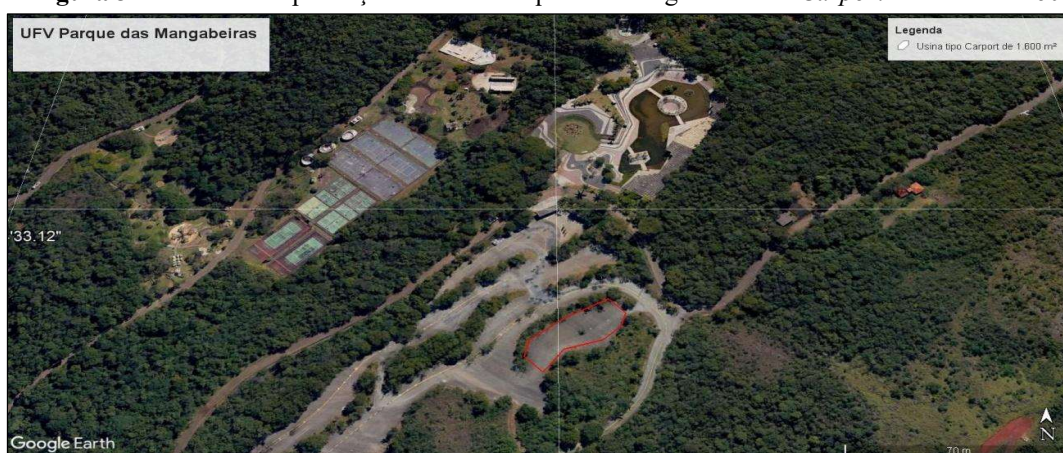
Fonte: ICLEI, [s.d.]

5.3.4. UFV Parque das Mangabeiras – Parque Municipal das Mangabeiras

O projeto da UFV Parque das Mangabeiras prevê uma usina de 97 kWp. Foi elaborado o projeto de implantação de usina em solo em área de estacionamento no Parque das Mangabeiras como ação de sustentabilidade do município. O projeto foi apresentado ao COMAM em dezembro de 2018 com recurso aprovados na ordem de R\$400.000,00 (quatrocentos mil reais). Foi elaborado o Termo de Referência (TR) com

todas as especificações para uma usina de 97 kWp e realizados três orçamentos com empresas sediadas no município. O Termo de Referência estava pronto. Ao divulgar o pregão eletrônico da UFV 1212 através de *mailing*, aproveitou-se a oportunidade para divulgar também a intenção de se implantar uma usina no Parque das Mangabeiras (Figura 34). Tomando conhecimento do fato, a empresa CEMIGSIM (fusão das empresas Efficientia e CEMIG-D) sinalizou o interesse em financiar o projeto para a usina no Parque das Mangabeiras e apresentou à SMMA uma proposta no valor de R\$1.200.000,00 para instalar uma usina ainda maior, com potência de 220 kWp do tipo *Carport* (estacionamento coberto). Nas tratativas de parceria, a PBH teria responsabilidade na divulgação (em mídia e *in situ*) do patrocínio da CEMIG SIM que ficaria com a responsabilidade de elaborar e executar o projeto da usina. O projeto foi aprovado pela *Holding* CEMIG, porém em março de 2020 com o início da pandemia todo o processo foi paralisado. Havia a proposta, então, de se apresentar o projeto junto ao Programa de Eficiência Energética (PEE) da CEMIG, mas isso também não foi possível, pois a Medida Provisória 99 do Governo Federal remanejou a verba do PEE para cobrir contas de energia da população de baixa renda. As exigências impostas pela Lei Federal 8.666/93 (Lei de Licitações) com relação à necessidade de contratação de uma empresa para Assessoria tipo *Energy Saving Company (ESCO)* e o Poder Público também tem dificultado a apresentação de projetos ao PEE. O projeto para a UFV Parque das Mangabeiras aguarda soluções de financiamento, incluindo a perspectiva inicial referente ao FMDA.

Figura 34 - Local de implantação da UFV Parque das Mangabeiras em *Carport* em área de 1.600 m²



Fonte: Google Earth, 2021.

5.3.4.1. Contexto ambiental

O Parque das Mangabeiras é um marco de preservação para a cidade de Belo Horizonte. Uma usina em *Carport* ou estacionamento coberto por módulos fotovoltaicos, além de gerar energia, oferece sombreamento e proteção aos carros estacionados. Vai representar uma ação de sustentabilidade para a cidade de Belo Horizonte ao divulgar como exemplo para seus cidadãos e para o Brasil. A usina fotovoltaica em um ambiente de preservação gera um grande interesse na população sendo um ótimo exemplo de educação ambiental e ação de sustentabilidade de relevância para a cidade. A usina entrará para as aulas de educação ambiental no Parque das Mangabeiras onde os alunos aprenderão sobre a geração de energia fotovoltaica.

A usina a ser instalada no Parque das Mangabeiras vai gerar um benefício ambiental equivalente ao plantio de 687 árvores e a redução de 250 toneladas de gás carbônico na natureza por ano. de acordo com os dados de compensação de Carbono do *Environmental Protection Agency* – EPA. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy>>.

5.3.4.2. Contexto Social

O contexto social da UFV Parque das Mangabeiras no estacionamento de um parque popular de uma cidade como Belo Horizonte se dá em diversas esferas. São repercussões positivas em razão de reportagens pela televisão e redes sociais que atingem um grande número de pessoas que podem replicar esta ação e conhecer as vantagens. As pessoas que conhecerem pessoalmente o empreendimento no Parque das Mangabeiras poderão ter uma aula sobre o funcionamento e a vantagens ambientais das usinas fotovoltaicas. A usina servirá para aulas de educação ambiental desenvolvidas pelo Parque.

5.3.4.3. Viabilidade de implantação

Instalação de uma usina de 110,2 kWp em *Carport* – Estacionamento coberto.

Detalhes do projeto da UFV Parque das Mangabeiras:

- Potência: 110,2 kWp em *Carport*;
- Módulos Canadian Solar 340W Mono: 324 módulos fotovoltaicos;
- Inversores SUNGROW SOLAR INVERTER 60 KW: 02 inversores;
- Quadro CA trifásico: 01quadro;
- Transformador Isolador Rebaixador 380/220V: 02 transformadores;
- Cabos, eletrodutos e conectores;

- Suporte com perfil de alumínio: 324 suportes;
- Projeto elétrico e relacionamento c/ concessionária;
- Instalação e deslocamento;
- Geração média: 4.670 kWh/mês, o que corresponde ao custo de disponibilidade de 100% da energia atualmente demandada.

5.3.4.4. Economia para os cofres públicos

Dados financeiros da UFV Parque das Mangabeiras:

- Geração mensal de energia (kWh): 13.361 kWh;
- Percentual de atendimento do consumo: 105% do consumo;
- Economia financeira anual: R\$121.206,87;
- Valor do investimento: R\$476.001,72;
- Investimento por potência (R\$/kWp): R\$4.320,00/kWp;
- Economia em 25 anos: R\$3.838.319,24;
- *Payback*: 4 anos e um mês;
- Taxa Interna de Retorno (TIR): 35,94%.

5.3.5. UFV Parque Ecológico da Pampulha – Parque Ecológico da Pampulha

O projeto da UFV Parque Ecológico da Pampulha tem potência de 144 kWp com 400 módulos fotovoltaicos da marca Canadian de 360W em uma área de instalação de 778 m² (Figura 35), com um inversor *Sungrow* 110.0 (9 MPPT) com possíveis disposições projetadas do seu sistema com estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos. Estruturas para laje plana. Insolação ótima no telhado voltado para o Norte. Aguarda definição sobre fonte de recursos.

Figura 35 - Local de implantação da UFV Parque Pampulha com área de 800 m²



Fonte: Google Earth, 2021.

5.3.5.1. Contexto ambiental

O Parque Ecológico da Pampulha é um parque relativamente novo, mas de grande relevância na região Norte da cidade. São repercussões positivas em razão de reportagens pela televisão e redes sociais que atingem grande número de pessoas que podem replicar esta ação e conhecer as vantagens. As pessoas que conhecerem pessoalmente o empreendimento no Parque Ecológico da Pampulha poderão ter uma aula sobre o funcionamento e a vantagens ambientais das usinas fotovoltaicas. Os dados de economia na emissão de gases de efeito estufa e toneladas de Carbono que deixaram de ser emitidas para a atmosfera, assim como relação de árvores e plantadas podem ser feitas após a instalação da usina, mas são significativas.

A usina a ser instalada no Parque Ecológico da Pampulha vai gerar um benefício ambiental equivalente ao plantio de 450 árvores e a redução de 164 toneladas de gás carbônico na natureza por ano. É significativo, também, o impacto positivo que a geração distribuída possui ao economizar água dos reservatórios que pode ser utilizada para outros fins, inclusive de geração de energia para outras regiões. Inclusive para abastecimento humano em tempos de crise hídrica. de acordo com os dados de compensação de Carbono do *Environmental Protection Agency* – EPA. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy>>.

5.3.5.2. Contexto Social

O contexto social de uma usina em um parque popular de uma cidade como Belo Horizonte se dá em diversas esferas. São repercussões positivas em razão de reportagens pela televisão e redes sociais que atingem grande número de pessoas que podem replicar esta ação e conhecer as vantagens. As pessoas que conhecerem pessoalmente o empreendimento no Parque Ecológico da Pampulha poderão ter uma aula sobre o funcionamento e a vantagens ambientais das usinas fotovoltaicas.

5.3.5.3. Viabilidade de implantação

O prédio da sede do Parque Ecológico da Pampulha possui projeção ideal para a instalação de uma usina fotovoltaica em razão de estar virada inteiramente para o Norte e não haver possibilidade de sombreamento. Há uma pendência de validação do local em razão ao processo de homologação da Pampulha como Monumento da Humanidade do Conjunto Arquitetônico da Pampulha e a tendência de se realizar uma parceria público-privada no espaço.


5.3.5.4. Economia para os cofres públicos

A economia para os cofres públicos seria da ordem de R\$15.000,00 por mês.

5.4. Edital de locação de SGD

Em agosto de 2021 a PBH lançou o edital N° 041/2021 para Prestação de serviço de locação de sistemas de geração distribuída (SGD) na categoria minigeração de energia elétrica de fonte fotovoltaica, modalidade autoconsumo remoto para atender a unidades consumidoras do município de Belo Horizonte (Figura 36).

Figura 36- Capa do Edital N° 041/2021

 PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE	SECRETARIA MUNICIPAL DE FAZENDA SUBSECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO E LOGÍSTICA DIRETORIA CENTRAL DE COMPRAS
PREGÃO ELETRÔNICO N° 041/2021 Processo n° 01.041636.21.81	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ OBJETO: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE LOCAÇÃO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (SGD), NA CATEGORIA MINIGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE FONTE FOTOVOLTAICA, MODALIDADE AUTOCONSUMO REMOTO, PARA ATENDER A UNIDADES CONSUMIDORAS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE. ▪ TIPO: MENOR PREÇO, AFERIDO PELO VALOR GLOBAL DO LOTE ▪ REGIME DE EXECUÇÃO: EMPREITADA POR PREÇO GLOBAL. ▪ MODO DE DISPUTA: ABERTO E FECHADO. ▪ ABERTURA DAS PROPOSTAS: dia 24/08/2021, às 08:00 h ▪ INÍCIO DA SESSÃO DE LANCES: dia 24/08/2021, às 10:00 h ▪ FORMALIZAÇÃO DE PEDIDOS DE ESCLARECIMENTOS: Os pedidos poderão ser formulados de acordo com o item "5" deste edital. ▪ SITE PARA CONSULTAS: www.licitacoes-e.com.br ou www.pbh.gov.br ▪ FONE: (31) 3277-1400 – (31) 3246-0151 – (31) 98469-9916 - Rogério ▪ CARTILHA DO FORNECEDOR: Deverá ser de conhecimento de todos os licitantes, podendo ser impressa por meio do "site" www.licitacoes-e.com.br, através do "link" "Introdução às Regras do Jogo", para que não ocorram dúvidas de procedimento durante a sessão. ▪ REFERÊNCIA DE TEMPO: horário de Brasília. 	

Fonte: Belo Horizonte, 2021.

O contrato visa a locação de sistemas de geração distribuída (SGD) de fonte fotovoltaica, instalados remotamente em fazendas solares para atendimento ao suprimento de energia elétrica do conjunto de unidades consumidoras localizadas no Município de Belo Horizonte com todos os ônus de implantação, posse de terrenos, contratos com a concessionária, serviços de operação e manutenção; o imóvel onde será instalado o SGD; os serviços de operação, manutenção e gerenciamento ficando por conta da empresa contratada. Foram exigidos, ainda, uma série de informações a serem passadas para a PBH a partir de acesso via WEB para aplicativo de monitoramento ininterrupto do sistema de geração inclusive *mobile*, como:

- Emissão de relatórios digitais mensais com descrição da quantidade de energia gerada e a compensação realizada nas unidades consumidoras;
- Informativo diário e mensal sobre o fator de capacidade de geração no período;
- Rendimento da instalação;
- Economia de CO₂;
- Gráfico de balanço energético diário, informando a energia gerada por hora;
- Relatório de economia comparando o uso de energia da geração distribuída e o faturamento cativo da distribuidora, ao final de cada mês e ano;
- Localização do SGD e unidades consumidoras via Google Maps, arcGys ou equivalente para detalhamento visual;
- Descrição de consumo ou geração por segmento horário (ponta, fora ponta, intermediário I e intermediário II);
- Disponibilização online das faturas das unidades consumidoras integrantes do SGD.

O edital visa atender a 305 escolas municipais divididos em 14 lotes de acordo com o somatório de consumo baseado no limite de 1 MWh (Tabela 8). Essa divisão em lotes é mais racional porque permite que vários fornecedores participem do pregão eletrônico e em caso de problemas de geração não venha afetar o fornecimento.

O lançamento do edital já era esperado e de certa forma deriva das ações de sustentabilidade de implantação de fotovoltaicas em próprios públicos objeto do presente estudo. Já havíamos realizado reuniões com a Subsecretaria de Modernização da PBH e com a PBH Ativos anteriormente para divulgação dos projetos fotovoltaicos. O próprio executivo percebeu que seria mais econômico a locação de energia de fazendas fotovoltaicas que implantar as usinas em seus próprios. Acredito que em razão da gestão de tamanha infraestrutura e como já foi dito “Não seria função do município gerar e gerir energia”. De toda forma é uma ação sustentável significativa do poder público de Belo Horizonte que vai economizar cerca de 20% de toda energia consumida nas escolas municipais que chega à ordem de R\$16.000.000,00 (dezesseis milhões de reais) por ano. O contrato do edital tem duração de 16 anos ou 192 meses.

Tabela 8 - Lotes de escolas municipais e consumo anual do Edital N° 041/2021 da PBH

Lotes de Escolas Municipais e Consumo Anual		
Lote	N° de Unidades Consumidoras (escolas)	Consumo Anual (kWh)
Lote 01	26	885.001
Lote 02	15	968.332
Lote 03	15	967.134
Lote 04	19	998.535
Lote 05	16	931.144
Lote 06	15	990.812
Lote 07	19	913.662
Lote 08	18	952.925
Lote 09	19	936.241
Lote 10	17	971.937
Lote 11	35	883.184
Lote 12	29	950.334
Lote 13	27	979.920
Lote 14	35	891.480
Valor total	305	13.220.641

Fonte: Belo Horizonte, 2021.

6. USINA ESCOLA

Para a criação da usina escola foi realizado uma análise da vulnerabilidade social na cidade de Belo Horizonte com as ocorrências envolvendo a população em situação de rua, realizado estudo de implantação em dois locais até o local final e a descrição geral do projeto.

6.1. Breve histórico

A visibilidade que as usinas fotovoltaicas em próprios públicos de Belo Horizonte proporcionaram ao serem instaladas possibilitou uma nova ação para auxiliar na solução de um grande problema social da cidade, a questão das populações em situação de rua e de abrigos municipais. Através de um amplo acordo entre diversas secretarias municipais criou-se o projeto da Usina Escola para formar mão de obra especializada na montagem e gestão de usinas fotovoltaicas por estes agentes.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte (SMMA) desenvolveu o projeto de criação da Usina Escola em parceria com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico (SMDE) / Subsecretaria de Trabalho e Emprego (SUTE), Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) / Subsecretaria de Assistência Social (SUASS), com o apoio pedagógico do Instituto de Desenvolvimento e Superação - Instituto SUPERAR – (Programa Estamos Juntos), com equipamentos de informática e mobiliário da PRODABEL, financiamento por emenda parlamentar e a instalação na sede da Secretaria Municipal de Educação (SMED) (Figura 37). A Usina Escola servirá para treinamentos voltados à Inclusão Produtiva da população em situação de rua e de abrigos e de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) da PBH. O projeto consiste na implantação de usinas fotovoltaicas (*on grid e off grid*) que, além de gerar energia para o consumo na edificação, serão utilizadas para os cursos e treinamentos no Centro de Línguas, Linguagens, Inovação e Criatividade (CLIC) vinculado à Escola Municipal Caio Líbano Soares (EMCLS) de Educação de Jovens e Adultos (EJA) no 3º andar do prédio da SMED.

Figura 37 - Usina Escola do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da SMED



Fonte: Google Earth, 2020.

6.2. Vulnerabilidade social em Belo Horizonte

O conceito de pessoas em situação de rua está determinado no Decreto Federal Nº 7.053, de 2009, que institui a Política Nacional para a População em Situação de Rua e seu Comitê Intersetorial de Acompanhamento e Monitoramento, e dá outras providências que considera:

[...] o grupo populacional heterogêneo que possui em comum a pobreza extrema, os vínculos familiares interrompidos ou fragilizados e a inexistência de moradia convencional regular, e que utiliza os logradouros públicos e as áreas degradadas como espaço de moradia e de sustento, de forma temporária ou permanente, bem como as unidades de acolhimento para pernoite temporário ou como moradia provisória. (BRASIL, Decreto nº 7,053, 2009).

A população em situação de rua normalmente não possui um local fixo para habitar e se abriga sobre marquises, viadutos e esporadicamente procura os abrigos públicos para asseio. Estas pessoas não trabalham formalmente, fazem pequenos serviços, atuam como ambulantes, pedintes ou realizam serviços ligados à coleta de materiais recicláveis, conforme explicitado pela Pesquisa Nacional sobre a População em Situação de Rua, publicada em 2009, realizada sob coordenação do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à fome.

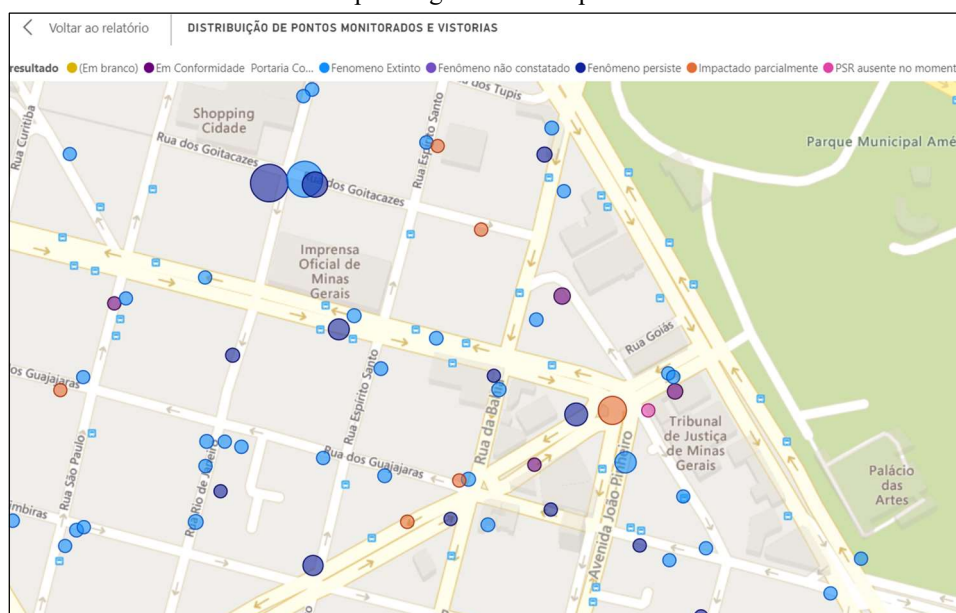
As razões para uma pessoa viver em situação de rua em alta vulnerabilidade social são basicamente o uso de drogas, o desgaste familiar, problemas psicológicos e o desemprego crônico. As pessoas relatam que as dificuldades de se viver nas ruas está na insalubridade, frio, umidade, violência e criminalidade. Há relatos de pessoas desajustadas psicologicamente que possuem boa formação educacional e que tem

interesse em se ressocializar e voltar para a família, muitas vezes no interior. É notório a falta de oportunidades para esta população, quer seja por receio, quer seja por preconceito. É um dos principais problemas sociais das cidades brasileiras no momento.

A PBH realiza ações coordenadas pela Secretaria Municipal de Políticas Urbanas (SMPU) e pela Subsecretaria de Fiscalização (SUFIS) com esta população através de abordagens de monitoramento, abordagens orientativas ou fiscais. Todas as ações fornecem uma ampla base de dados que são interpretados utilizando-se o POP RUA SMPU que é um aplicativo produzido por técnicos da Gerência de Informação da Fiscalização (GINFI), disponível em: <<https://sufis.pbh.gov.br/poprua/public/home>> (Figura 40), abaixo. Inicialmente, são informações de planejamento e controle de uso interno acessados por intranet, mas que serão disponibilizadas ao público no futuro. Há de se considerar que a PBH não obriga as pessoas a se identificarem nas abordagens e não as força a nenhuma ação que não queiram realizar.

O POP RUA SMPU na realidade trata-se de um banco de dados georreferenciados com interface com o *Power BI* que permite um acesso inclusive por *mobile* pelos fiscais. Todos os pontos de monitoramento são cadastrados, georreferenciados e podem ser consultados no aplicativo fazendo referência se o fenômeno persiste, se foi extinto, se não constatado, se foi impactado parcialmente, se está de acordo com a portaria conjunta entre secretarias ou se estava a pessoa estava ausente no momento (Figura 38). Pela consulta, pode-se localizar facilmente os pontos de maior ocorrência e determinar maior atenção, enfim, realizar um planejamento de atuações para dirimir os problemas. Na (Figura 38) podemos observar, por exemplo, pontos de persistência de ocorrência próximo ao Shopping Cidade à rua Goitacazes com rua Rio de Janeiro e na rua da Bahia com Av. Afonso Pena – Centro. Outra observação com ocupação constante está na esquina da Av. Álvares Cabral com Av. Augusto de Lima na região defronte ao portão principal do Parque Municipal Américo Renée Gianetti, antiga praça da República de Belo Horizonte. Todos os pontos estão marcados e podem ser destacados através de um zoom na tela do aplicativo abrindo todo seu histórico. Pode-se movimentar pela cidade através do aplicativo buscando as ocorrências. O POP RUA SMPU é uma importante ferramenta de gestão produzida e adaptada pelos próprios técnicos da PBH, sem custo financeiro extra para o erário.

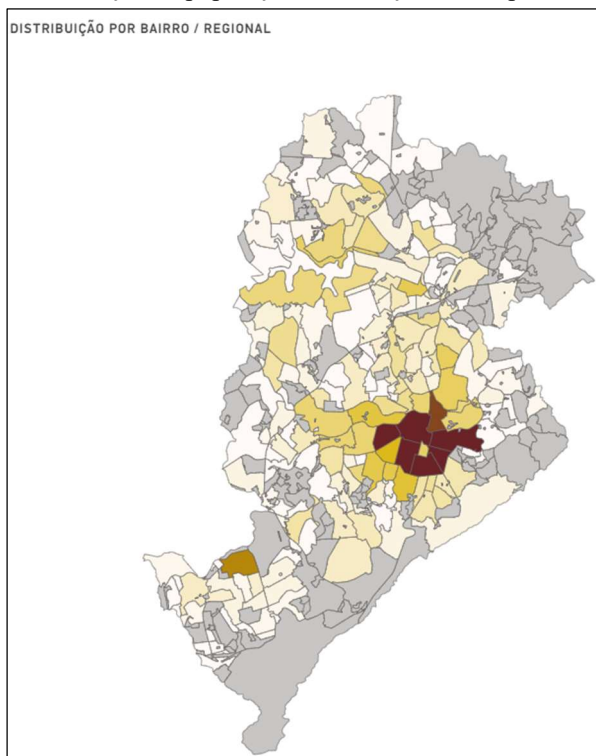
Figura 38 - Detalhe do mapa expansível da distribuição de pontos monitorados e vistorias realizadas pelos agentes municipais



Fonte: PBH/SMPU/SUFIS/GINFI, 2021.

Outra informação importante é a distribuição por bairros e regionais, dando uma visão geral sobre quais bairros se concentram estas populações (Figura 39), abaixo. Nota-se claramente que a maior concentração está nos bairros da Regional Centro-Sul da cidade (perímetro da Av. do Contorno) que vai se irradiando para a periferia em menor frequência através de cores mais escuras. Destaque, também, para alguns bairros na região da Pampulha e particularmente a área da Regional Barreiro – Barreiro de Baixo, com grande concentração desta população. Assim, as ações de enfrentamento, apoio e acolhimento se tornam mais objetivas. Através da ferramenta zoom é possível dar destaque nas áreas do mapa com acesso à contagem de ocorrências por bairro e outras informações. A consulta ao banco de dados é possível para se atualizar os dados pelos fiscais durante as abordagens. A título de exemplo de quantidade de registros, temos a Regional Centro-Sul que possui 644 casos registrados e a Regional Norte possui apenas 34 casos como extremos de ocorrência na cidade.

Figura 39 - Distribuição de população em situação de rua por bairro /Regional

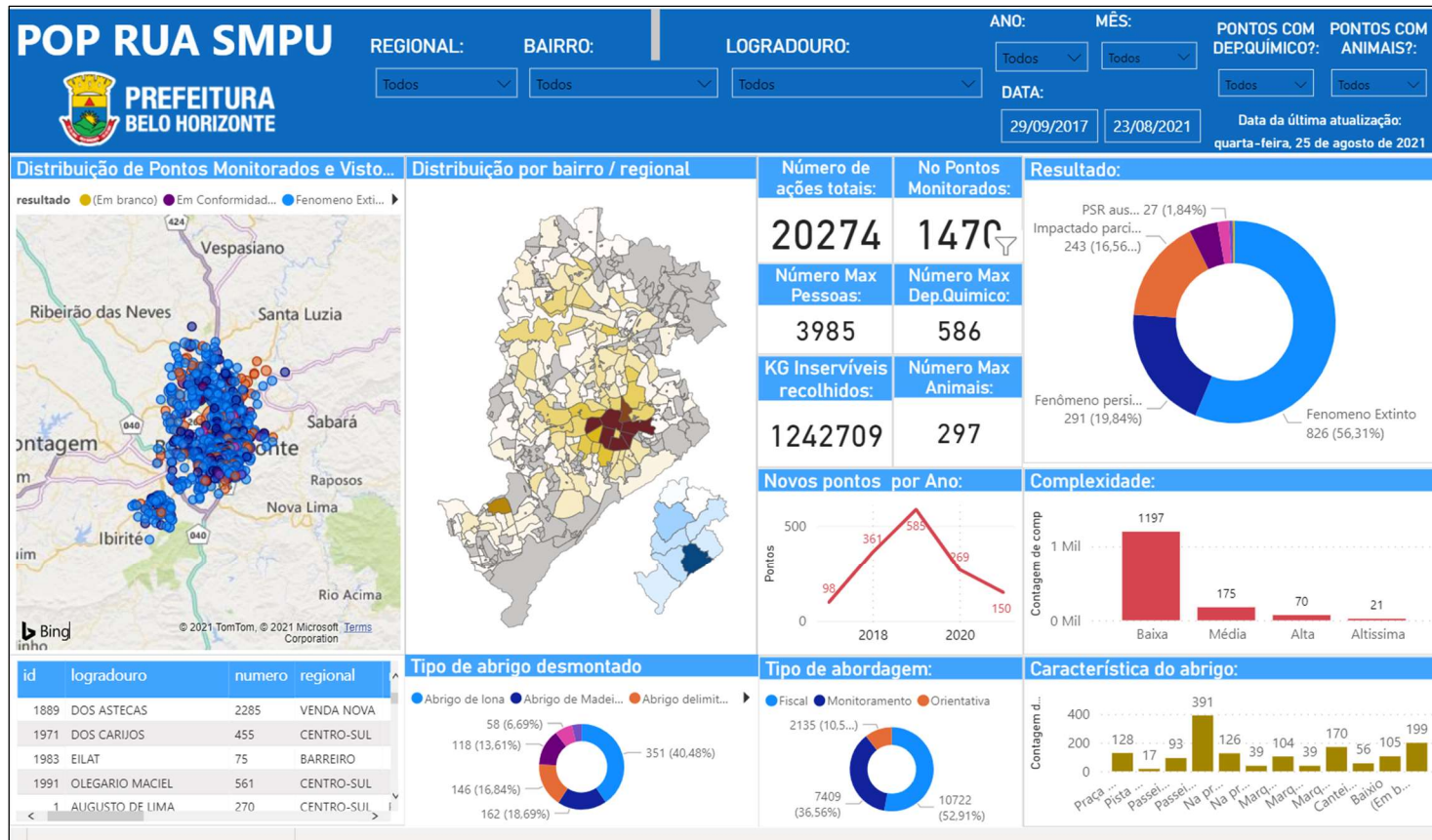


Fonte: PBH/SMPU/SUFIS/GINFI, 2021.

O POP RUA SMPU permite consultas dos fiscais através do aplicativo criado para telefone celular facilitando o acesso a dados durante as abordagens (Figura 40). Pode-se pesquisar por regional, por logradouro, por ano, mês ou dia da ocorrência, enfim, todas as ocorrências registradas podem ser acessadas *in loco* pelos fiscais, fato que facilita a compreensão da situação durante as abordagens.

Figura 40 - Power BI – POP RUA SMPU PBH

Monitoramento de população em situação de rua em Belo Horizonte, diversos aspectos da abordagem ao cidadão.

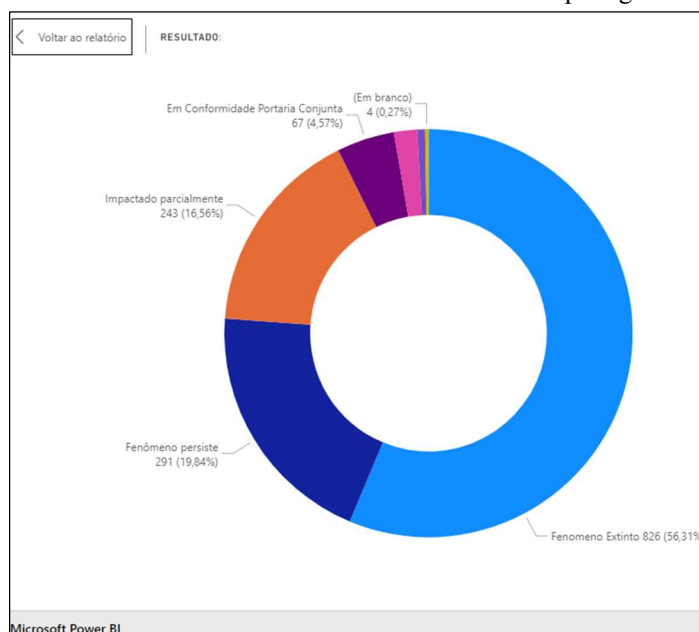


Fonte: Programação Programa Power BI Pop Rua GINFI PBH/SMPU/SUFIS/GINFI, 2021.

O aplicativo permite verificar que foram realizadas 20.274 vistorias no período de 29 de setembro de 2017 a 26 de agosto de 2021 em 1.470 pontos monitorados. Foi registrado o total de 3.991 pessoas envolvidas e 586 ocorrências de pessoas com dependência química. O aplicativo mostra, ainda, a presença de 297 animais com a população em situação de rua e que foram recolhidos 1.242.709 Kg de resíduos sólidos nas ocorrências ou 1.242 toneladas correspondente a 207 caminhões médios (Figura 40).

Como resultados de todas as operações executadas foram criados gráficos para facilitar a análise. O gráfico da (Figura 41) demonstra que em 56,3 % das vistorias o fenômeno foi extinto e deixou de ocorrer naquele local, trata-se informação importante de que mais da metade das vistorias foram exitosas, eliminando o foco da reclamação e do cidadão em vulnerabilidade. Em seguida temos que em 19,84% dos casos, o fenômeno ainda persiste no local e que em 16,56% dos casos o fenômeno foi parcialmente impactado, isto é, parte do problema foi resolvido ficando com alguma pendência. São dados que permitem concluir que em mais da metade das abordagens o problema foi resolvido e a população orientada.

Figura 41 - Gráfico de Resultados das vistorias realizadas por agentes da PBH



Fonte: Belo Horizonte, 2021

6.3. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva – Usina Escola

A implantação das usinas fotovoltaicas UFV CEA PROPAM e UFV 1212 gerou uma grande visibilidade no corpo técnico da PBH e criou um ambiente propício para execução de um projeto de cunho socioambiental na cidade. Durante o período de realização deste estudo

incorporou-se o objetivo da criação do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva - Usina Escola. Para sua efetivação foi necessário tentar três próprios públicos diferentes para sua instalação até se chegar ao local definitivo no prédio sede da Secretaria Municipal de Educação. Há todo um histórico para a implementação do projeto e dificuldades em razão das especificidades de cada local. As razões para a não instalação se resumem em viabilidade legal e estrutural do próprio público para suportar o projeto, negociações de recursos humanos e financeiros, demandas e planejamentos pré-existentes, enfim, nas dificuldades inerentes à legalidade.

O **Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva – Usina Escola** visa oferecer condições de treinamento e formação profissional na área de montagem e gestão de projetos fotovoltaicos, especificamente para a população em situação de rua e de abrigos que desejam reingressar no mercado de trabalho. Foi necessário escrever o projeto para três localidades até se acertar o melhor local de funcionamento. O projeto foi direcionado inicialmente para a Casa Amarela no Parque das Mangabeiras, depois para o Parque Ecológico da Pampulha e finalmente para o prédio da Secretaria Municipal de Educação (SMED).

6.3.1. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da Casa Amarela

A Casa Amarela no Parque das Mangabeiras foi o primeiro local escolhido. Abriga a biofábrica que foi criada pela Prefeitura de Belo Horizonte em 2018 por meio da Secretaria de Meio Ambiente. Funciona como um laboratório em que os insetos são criados com dieta e temperatura controladas, uma biofábrica de joaninhas e crisopídeos para o controle biológico de pragas em áreas verdes e hortas urbanas sem o uso de agrotóxicos ou pesticidas. Até dezembro de 2019, a biofábrica produziu cerca de 40 mil indivíduos de insetos, sendo que boa parte dessa produção foi distribuída para a população constituindo um projeto de sustentabilidade ambiental para a cidade de Belo Horizonte.

Figura 42 - Casa Amarela no Parque das Mangabeiras - 1º and. Biofábrica, 2º and. Centro de Inclusão Produtiva



Foto: Do autor, 2020.

A criação do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da Casa Amarela foi escolhido em razão de sua conotação ambiental enquanto biofábrica e por estar em um parque municipal. Seria ideal para a instalação das usinas fotovoltaicas. O espaço físico da Casa Amarela iria comportar em seu segundo andar as atividades propostas com pequenas modificações e adaptações. Em síntese, o projeto iria utilizar-se do espaço físico de dois salões no segundo andar da Casa Amarela, atualmente desocupados nos quais serão criados um núcleo de informática para 16 computadores e mobiliário próprio ligados à rede WIFI da PBH e uma sala de aula com projetores, computadores e toda a parte eletroeletrônica das usinas *ongrid* e *offgrid* a serem instaladas. Desta sala seria aberta uma porta para o telhado adjacente que seria reforçado para sustentar a presença dos módulos e dos alunos, assim como todo o restante dos equipamentos elétricos. Seria instalada uma estrutura para erguimento dos módulos. Neste telhado seria instalada a usina *offgrid* de 2,64 kWp com seis módulos em uma área de 12 m². No telhado da Casa Amarela seria instalada uma usina *ongrid* de 31,68 kwp com 72 módulos fotovoltaicos. O espaço poderia ser utilizado para palestras e para o Programa BH Itinerante da SMMA nos horários vagos. A comunidade da Serra também poderia ser atendida devido a proximidade. Os equipamentos do Núcleo de Informática, assim como os móveis para sua instalação seriam doados de lotes recuperados pela Prodabel.

A Usina Escola não pode ser instalada na Casa Amarela em razão de problemas estruturais no segundo piso da casa e infiltrações no telhado. Todo o projeto já estava pronto e as usinas projetadas seriam:

- *Usina Escola offgrid* com potência do Sistema de 2,64 kwp. **Valor do investimento: R\$17.740,00 (dezessete mil setecentos e quarenta reais);**
- *Usina ongrid* de potência do Sistema de 31,68 kwp. **Valor do investimento: R\$84.520,00 (oitenta e quatro mil quinhentos e vinte reais).**

O inicial do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva da Casa Amarela era de **R\$102.260,00**. Com a negativa, o segundo local escolhido por suas características foi o Parque Ecológico da Pampulha.

6.3.2. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do Parque Ecológico da Pampulha

O Parque Ecológico Francisco Lins do Rego, conhecido como Parque Ecológico da Pampulha, foi o segundo lugar escolhido para se instalar a Usina Escola. Foi inaugurado em 21 de maio de 2004, resultado de uma história de recuperação ambiental. Suas características, pouco comuns no Brasil, proporcionam às pessoas uma integração direta com o meio ambiente. Com 30 hectares de áreas verdes, o Parque é propício para a caminhada, para andar de bicicletas, praticar slackline, soltar papagaio, fazer piquenique e descansar. Nele também foi construído o Memorial Minas-Japão, monumento construído em 2009 em comemoração ao Centenário da Imigração Japonesa ao Brasil (PBH, 2021).

Figura 43 - Vista da sede do Parque Ecológico da Pampulha com amplo telhado e espelho d'água



Fonte: Google Earth, 2020; Do autor, 2020

O projeto visava utilizar-se do espaço físico de dois salões na sede do Parque Ecológico da Pampulha, atualmente desocupados nos quais seriam criados um núcleo de informática para 16 computadores e mobiliário próprio ligados à rede WIFI da PBH e uma sala de aula com projetores, computadores e toda a parte eletroeletrônica das usinas *ongrid* e *offgrid*

a serem instaladas. Ao fim do corredor desta sala de aula seria construída uma escada para o telhado para acesso dos alunos e equipamentos. No telhado seriam instaladas as duas usinas. Já existe um quarto próprio de quadros elétricos bem próximo e com todo o aterramento necessário. O primeiro segmento do telhado seria um terraço dos alunos onde seria instalada a usina *offgrid* de 2,64 kWp com 6 módulos e toda estrutura para fixação destes. Os alunos teriam espaço para instalá-los, posicioná-los, assim como todo o restante dos equipamentos elétricos. Eles teriam livre acesso aos módulos. Seria instalada uma estrutura para erguimento dos módulos até o telhado para treinamento. Na segunda parte do telhado da sede do Parque Ecológico seria instalada uma usina de 74,7 kWp em área estimada de 332m² com 166 módulos fotovoltaicos de 450 W. É considerada micro usina até 75 kWp de potência pela Resolução 482 da ANEEL. Para esta usina *ongrid* houve um acréscimo de potência de 31,68 kWp para 74,7 kWp devido ao maior espaço e concordância Deputado Estadual em aumentar o valor da emenda parlamentar para financiamento de R\$120.000,00 para R\$250.000,00.

A produção de energia de uma usina de 75 kWp equivale ao consumo de 500 residências médias no Brasil. A instalação da UFV Parque Ecológico a ser doada para a PBH constituiria a terceira usina fotovoltaica com o CNPJ da PBH. O excedente de geração de energia distribuída pode ser utilizado em outro próprio público.

Figura 44 - Vista das salas de aula que seriam utilizadas



Fonte:

Do autor, 2020.

O Parque Ecológico da Pampulha possui auditório montado para palestras com toda infraestrutura (Figura 44), acima, com projetor, carteiras jardim de inverno, de banheiros e cozinha, além de outras salas anexas ao pavilhão.

Assim como na Casa Amarela, a usina escola não pode ser instalada no Parque Ecológico da Pampulha em razão de que o Parque está reservado para um edital que está sendo

preparado para uma Parceria Público Privada (PPP), cuja exploração comercial ocuparia as salas destinadas às atividades de educação ambiental. Há também problemas quanto ao tombamento da Pampulha como Patrimônio da Humanidade pela Unesco. Todo o projeto já estava estruturado e as usinas projetadas eram:

- Usina Escola *offgrid* com potência do Sistema de 2,64 kw. **Valor do investimento: R\$17.740,00 (dezessete mil setecentos e quarenta reais);**
- Usina *ongrid* de potência do Sistema de 74,7 kw. **Valor do investimento: R\$212.860,00 (duzentos e doze mil oitocentos e sessenta reais).**

O valor do investimento inicial do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do Parque Ecológico da Pampulha era de **R\$250.000,00 (duzentos e cinquenta mil reais)**. Com a negativa, o terceiro local escolhido por suas características especiais foi o prédio sede da Secretaria Municipal de Educação (SMED), antigo prédio histórico da FAFICH no bairro Santo Antônio – BH.

6.4. Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CEA CLIP SMED - Usina Escola

O projeto foi apresentado aos secretários municipais envolvidos determinando assim sua execução dentro dos parâmetros legais e de competências. Como trata-se de novo projeto e por não constar no Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG) do governo municipal deve-se ter um acompanhamento especial quanto à sua execução.

6.4.1. Organização da estrutura

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) em parceria com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico (SMDE) / Subsecretaria de Trabalho e Emprego (SUTE)) elaborou o projeto para ser incorporado às atividades do Centro de Línguas, Linguagens, Inovação e Criatividade (CLIC), vinculado à Escola Municipal Caio Líbano Soares (EMCLS) de Educação de Jovens e Adultos (EJA) que funciona no prédio sede da Secretaria Municipal de Educação (SMED) na rua Carangola. O projeto consiste na implantação de usinas fotovoltaicas (*ongrid e offgrid*) que, além de gerar energia para o consumo na edificação, serão utilizadas para os cursos e treinamentos voltados à Inclusão Produtiva da população em situação de rua ou de abrigos e de alunos da Educação de Jovens e Adultos da EMCLS. O edifício sede

da SMED, abriga além da EMCLS, a Escola Municipal Santo Antônio de Ensino Especial (EMSA).

Figura 45 - Vista da sede da Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte (SMED)

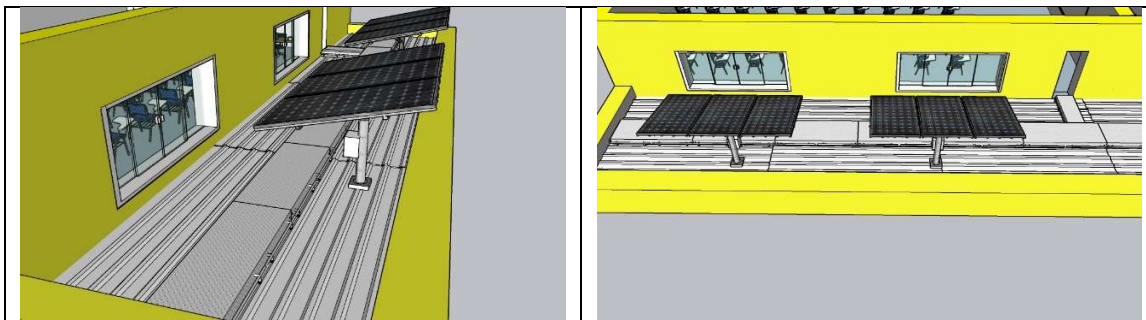


FONTE: Divino Advíncula/PBH.

No 3º andar do prédio da SMED funciona o Centro de Línguas, Linguagens, Inovação e Criatividade (Clic) que é um espaço de aprendizagem criativa aberto aos estudantes, professores, servidores e toda a comunidade escolar da Rede Municipal de Educação de Belo Horizonte. Possui uma proposta de metodologia e de ambientação que com foco na inovação e na criatividade, oferece uma série de atividades extracurriculares, que acontecem em ambientes preparados com recursos visuais, sensoriais e lúdicos com o intuito de estimular o aprendizado. Foi pensado e construído na perspectiva de potencializar novas oportunidades de aprendizagens em cada um dos seus espaços que possuem cores vibrantes que identificam as salas, conforme a área de conhecimento e funcionalidade. Os corredores lembram espaços da cidade, o que permite reforçar o caráter educador de Belo Horizonte. O Clic é vinculado à Escola Municipal Caio Líbano Soares e está localizado no 3º andar do prédio da Secretaria Municipal de Educação (BELO HORIZONTE, 2021). O projeto tem o apoio do núcleo de qualificação profissional do Caio Líbano através do CLIC. A equipe do CLIC ganhou o prêmio do MIT aprendizagem baseada em problemas com professores com até 20 alunos que é um dos prêmios mais reconhecidos na Educação em nível mundial através de seu mentor Professor Wilmar Freitas. Será acrescido também o curso de tecnologia em informática da Prodabel com a implantação de um laboratório com computadores.

A Usina Escola, (Figura 46) será composta por seis módulos fotovoltaicos divididos em dois grupos de três módulos, duas estruturas fixadoras e um corredor de estrutura metálica para acesso dos alunos.

Figura 46 - Desenho esquemático da Usina Escola com os seis módulos fotovoltaicos, a estrutura de fixação e direcionamento e o corredor de acesso dos alunos



Fonte: Instituto SUPERAR.

6.4.2. Descrição do projeto

6.4.2.1. Apresentação

O Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CEA CLIP SMED – Usina Escola é um projeto de caráter socioambiental voltado à população em situação de rua ou de abrigos municipais, com vistas a contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas no ingresso ou reingresso no mercado de trabalho.

Inserido na temática Energias Renováveis, o projeto compreende a instalação de duas usinas fotovoltaicas (*ongrid e offgrid*), a preparação estrutural do espaço para a realização de atividades educacionais voltadas à Inclusão Produtiva e a execução propriamente dita das atividades, que terão caráter contínuo, para a formação de mão obra especializada.

As atividades de Inclusão Produtiva compreendem treinamento e formação profissional na área de montagem e gestão de projetos fotovoltaicos especificamente para a população em situação de rua e de abrigos que desejam atuar no mercado de trabalho.

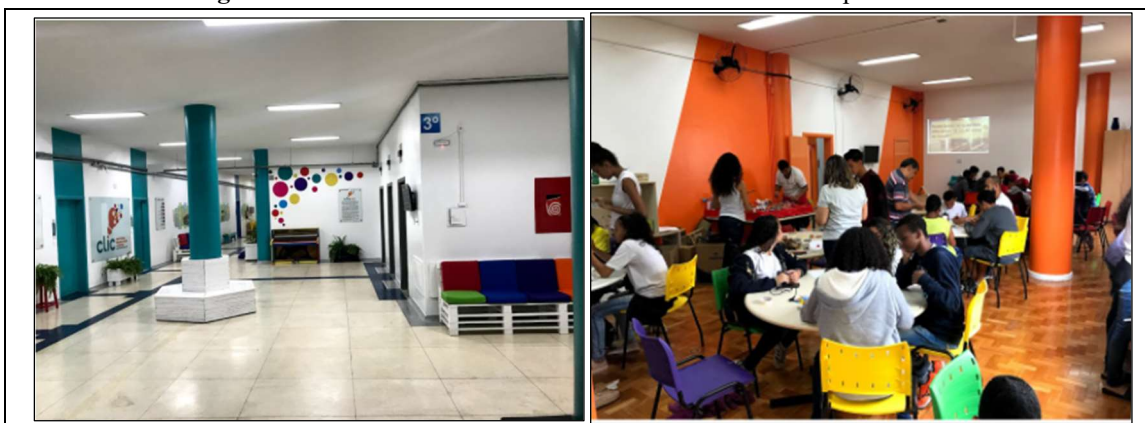
A iniciativa do projeto é da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) em parceria com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico (SMDE) / Subsecretaria de Trabalho e Emprego (SUTE). Também participam do projeto a Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) / Subsecretaria de Assistência Social (SUASS), A Secretaria Municipal de Educação (SMED) através da EMCLS (CLIC), a Empresa de Informática e Informação de Belo Horizonte (Prodabel) e o Instituto de

Desenvolvimento e Superação (Instituto SUPERAR – Programa Estamos Juntos). O financiamento será pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG), mandato do Deputado Estadual Alencar da Silveira Jr, emenda parlamentar no valor de R\$250.000,00 (Duzentos e cinquenta mil reais).

A SUASS tem papel fundamental na seleção da população envolvida; o Instituto SUPERAR, na elaboração dos projetos executivos, na instalação efetiva das usinas, na melhoria física do espaço e no treinamento dos alunos; a Prodabel, na doação de equipamentos e mobiliários e na prestação de serviços de tecnologia; e a ALMG, no financiamento por meio do mandato do deputado estadual Alencar da Silveira Jr. As ações estarão vinculadas ao CLIC e atenderão à formação de alunos da EJA e da comunidade local.

O Instituto SUPERAR foi habilitado através do Processo Administrativo 01.078.961.19-85 homologado pelo Chamamento Público SMDE 002/2019 para ofertar oportunidades de trabalho nas modalidades alocação formal e/ou qualificação profissional aos beneficiários do PROGRAMA ESTAMOS JUNTOS, regulamentado pelo Decreto 17.138, de 11 de julho de 2019 para formação de mão de obra para população de abrigos municipais. A formação dos alunos será conduzida pelo Instituto SUPERAR que desenvolve importante trabalho na comunidade do bairro Cabana do Pai Tomaz e pelo CLIC que se localiza no 3º andar do edifício sede da SMED conforme Figura 47. Considerando também o Decreto Municipal nº 17.136, de 11 de julho de 2019, que regulamenta o Programa Estamos Juntos, em especial o artigo 29 que determina que “cabe aos órgãos e entidades do Poder Executivo apoiarem o programa na sensibilização e na captação de eventuais parceiros”, portanto o projeto está amparado legalmente para angariar novos parceiros.

Figura 47 - Vista da sede com as salas do CLIC no 3º andar prédio da SMED



Fonte: Belo Horizonte, [s.d.].

6.4.2.2. Contextualização

Belo Horizonte se destaca no contexto nacional pelo número de usinas de geração distribuídas em funcionamento em residências, indústrias, comércio e em próprios públicos como a UFV CEA PROPAM e a UFV 1212 da Prefeitura de Belo Horizonte.

A Prefeitura possui várias iniciativas de atenção e cuidados para homens e mulheres em situação de rua no âmbito das secretarias municipais de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) e de Saúde (SMSA), especialmente em função da pandemia do Coronavírus. Vide o documento o documento que regula e padroniza os serviços prestados a indivíduos e famílias com trajetória de rua em Belo Horizonte (RESOLUÇÃO CMAS/BH Nº 030, DE 13 DE DEZEMBRO DE 2017). O objetivo da Parametrização da Oferta de Serviços Socioassistenciais voltados para a População em Situação de Rua no Sistema Único de Assistência Social de BH, como é denominado “o documento”, é garantir um padrão de qualidade que atenda às necessidades dessa população e garanta proteção social (BELO HORIZONTE, 2018). Um dos programas realizados pela Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) / Subsecretaria de Assistência Social (SUASS) é o programa Conviver no Parque que foi desenvolvido por um grupo de trabalho que conta com representantes de órgãos executores das políticas de assistência social do Município, entre eles o Serviço Especializado em Abordagem Social do Centro de Referência em Assistência Social (Creas) Centro-Sul, e de outras áreas da administração, como Saúde, Segurança Alimentar, Esporte e Lazer e Trabalho e Renda.

As intervenções das equipes dos diferentes setores da Prefeitura como a Assistência Social, a Regulação Urbana e a Fiscalização buscam fortalecer ao cidadão em situação de rua o direito ao uso da cidade e à convivência, **potencializando ações de geração de renda** e acesso ao lazer e incrementando o acompanhamento socioassistencial para viabilizar a construção do processo de saída das ruas (BELO HORIZONTE, 2019). Potencializar ações de geração de renda é o objeto do presente trabalho.

6.4.2.3. Detalhamento

O projeto visa utilizar-se do espaço físico de uma sala no CLIC (Figura 48), atualmente denominado “espaço criação” no terceiro andar do edifício sede da SMED onde serão ministradas as aulas e em uma sala anexa onde será criado um núcleo de informática para 16 computadores e mobiliário próprio ligados à rede WIFI da PBH com projetores, computadores e toda a parte eletroeletrônica das usinas *ongrid* e *offgrid* a serem instaladas. O acesso ao telhado

se dá no 8º andar, ao lado do elevador há uma escada com acesso ao telhado. No telhado será construído um reforço para acesso dos alunos e equipamentos. No telhado serão instaladas as duas usinas. Já existe um quadro elétrico bem próximo e com todo o aterramento necessário. O primeiro segmento do telhado será o terraço dos alunos onde será instalada a usina *offgrid* de 2,64 kWp com 6 módulos e toda estrutura para fixação destes. Os alunos terão espaço para instalá-los, posicioná-los, assim como todo o restante dos equipamentos elétricos. Eles terão livre acesso aos módulos. Será instalada uma estrutura para erguimento dos módulos até o telhado para treinamento. Na segunda parte do telhado da sede da SMED será instalada uma usina de 74,7 kWp em área estimada de 332m² com 166 módulos fotovoltaicos de 450 W. É considerada micro usina até 75 kWp de potência pela Resolução 482 da ANEEL.

A produção de energia de uma usina de 75 kWp equivale ao consumo de 500 residências médias no Brasil. A instalação da UFV SMED a ser doada para a PBH constituirá na terceira usina fotovoltaica com o CNPJ da PBH. O excedente de geração de energia distribuída poderá ser utilizado em outras unidades escolares ou outro próprio público.

Figura 48 - Vista das salas de aulas a serem utilizadas CEA CLIP SMED – Usina Escola



Fotos: Belo Horizonte, [s.d.].

O espaço poderá ser utilizado para palestras e para o Programa BH Itinerante da SMMA nos horários vagos. A comunidade da EMCLS também pode ser atendida para a formação profissional. A Secretaria Municipal de Educação (SMED) é parceira da SMMA através do Selo de Boas Práticas Ambientais que é oferecido às escolas municipais que economizam 30 % de água, 5% de energia elétrica e participam dos projetos do Programa EcoEscola BH. Os equipamentos do Núcleo de Informática, assim como os móveis para sua instalação serão doados de lotes recuperados pela Prodabel.

A instalação da UFV SMED a ser doada para a PBH constituirá na terceira usina fotovoltaica com o CNPJ da PBH. O excedente de geração de energia distribuída poderá ser utilizado em outras unidades escolares ou outro próprio público.

6.4.3. Usinas projetadas *ongrid* e *offgrid*

Os projetos e orçamentos foram desenvolvidos pelo Instituto SUPERAR que será responsável pela instalação e manutenção das usinas.

6.4.3.1. UFV CEA CLIP SMED (*ongrid*)

Os dados econômicos da UFV CEA CLIP SMED (*ongrid*) podem ser descritos abaixo:

- Características:

- Geração média mensal de energia: 9.675 kWh/mês;
- Potência do sistema: 74,7 kwp;
- Área estimada ocupada: 332m²;
- Tarifa por kwh consumidos: R\$0,968 (tarifa média da região de Belo Horizonte);
- Média de economia mensal: R\$9.268,60 (nove mil duzentos e sessenta e oito reais e sessenta centavos);
- Valor pago mensalmente em média atualmente: R\$9.365,40 (nove mil trezentos e sessenta e cinco reais e quarenta centavos);
- Valor estimado pago mensalmente após instalação do sistema: R\$96,80 (noventa e seis reais e oitenta centavos);
- Obs.: Valor pago para um consumo de 9.365kwh/mês, que será o equivalente a energia gerada.

- Equipamentos:

- 166 painéis solar Jinko 450w tiger pro mono perc half cel 20,77% eficiência;
- 01 inversor solar Growatt On Grid 60kw trifásico 380v 3mppt c/ monitoramento;
- 01 transformador Minuzzi de 75KVA;
- proteções CC e CA do sistema solar;
- suporte para os painéis fotovoltaicos;
- 1.000m cabo solar 6 mm;
- 50 pares conectores MC4.

- Serviços:

- Serviços de instalação;
- Projeto e solicitação de acesso a rede da CEMIG;
- 1 ano de monitoramento do seu sistema feito por equipe técnica.

- Valor total do investimento:

- R\$212.860,00 (duzentos e doze mil oitocentos e sessenta reais)

- *Payback*: 1 ano e 10 meses.

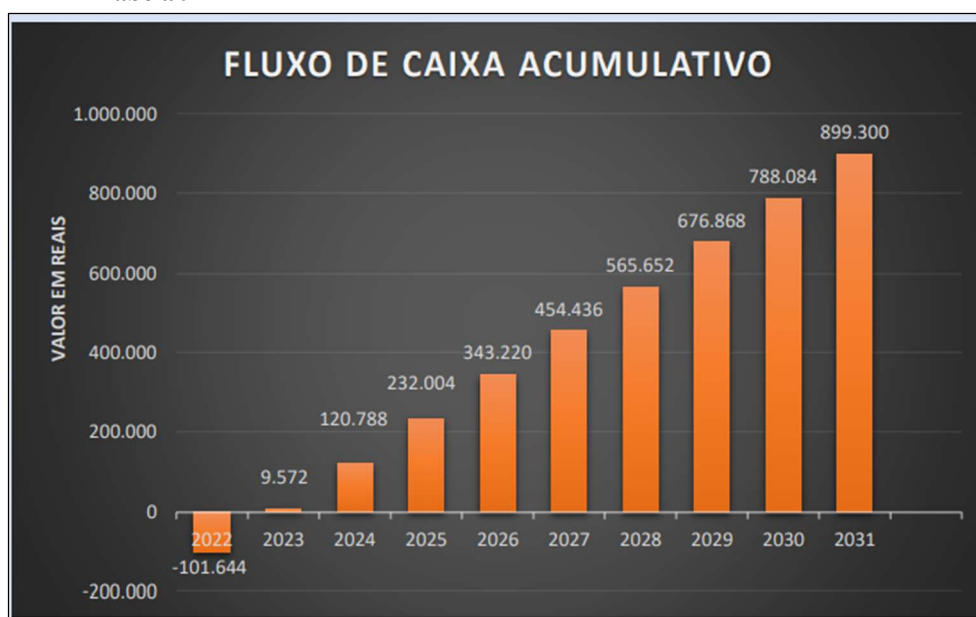
- Garantia:

- 25 anos para os painéis solares;
- 5 anos para os inversores.

O Fluxo de caixa acumulativo mostra o rendimento de R\$899.300,00 ao longo de dez anos e *payback* em um ano e dez meses (

Tabela 9):

Tabela 9 - Fluxo de caixa acumulativo da Usina Escola CEA CLIC SMED

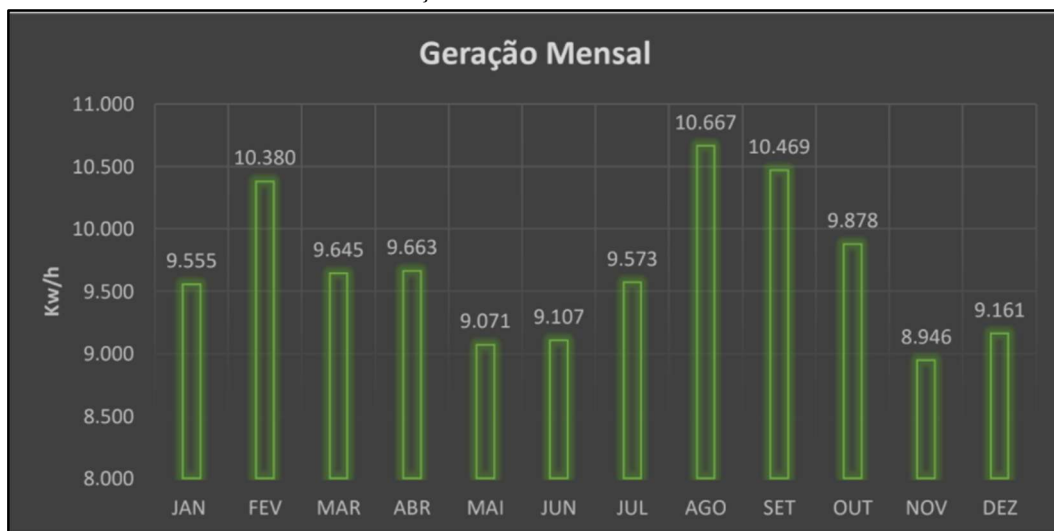


Fonte: Instituto SUPERAR.

A projeção de geração média mensal da UVF CEA CLIC SMED de energia de 9.675 kWh/mês oferece uma projeção ganhos considerando-se a tarifa média da região de Belo

Horizonte de R\$0,968 e a insolação média na cidade R\$96.180,00 por ano conforme (Tabela 10), abaixo:

Tabela 10 - Geração mensal da UFV CEA CILC SMED



Fonte: Instituto SUPERAR.

6.4.3.2. UFV Usina Escola (*offgrid*)

Os dados econômicos da UFV Usina Escola (*offgrid*) podem ser descritos abaixo:

- Características:

- local de instalação: terraço da SMED em área de 12m²;
- sistema: usina ligada às baterias e a energia utilizada pela SMED regularmente;
- geração média mensal de energia: 340 kWh/mês;
- potência do sistema: 2,64 kWp
- área estimada ocupada: 12m²

- Equipamentos:

- 06 painéis solares Jinko 440w tiger pro Mono perc half cel 20,77% eficiência;
- 01 inversor solar Growatt *Off Grid* dc48v 6kw Saida ac 5kva 220v senoidal;
- 04 bateria solar Moura 12ms234 Estacionaria Energia Solar 12v 220ah;
- proteções CC e CA do sistema solar;
- suporte para os painéis fotovoltaicos;
- 100m cabo solar 6 mm;
- 05 pares conectores MC4 serviços.

- Serviços: Serviço de instalação total.

- Valor total do investimento: R\$17.740,00 (dezesete mil, setecentos e quarenta reais).

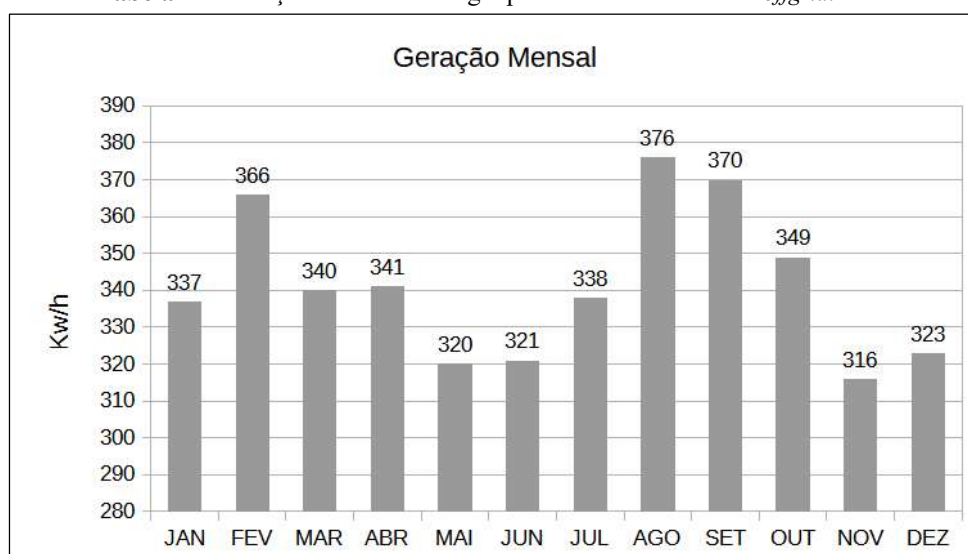
- Garantia:

- 25 anos para os painéis solares;
- 2 anos para os inversores;
- 01 ano de garantia as baterias.

A Geração mensal de energia da UFV Usina Escola *offgrid* vai gerar considerando-se a variação de insolação mensal ao longo do ano 4.097 kWh/mês (

Tabela 11). Considerando-se o preço médio da tarifa por kwh ao consumidor da região de Belo Horizonte em R\$0,968, vai gerar uma economia de R\$3.965,00 por ano. A UFV Usina Escola terá um *payback* de 4 anos e três meses. Um pouco mais elevada em razão do preço das baterias. A usina *offgrid* tem um valor mais elevado.

Tabela 11: Geração média de energia pela UFV Usina Escola *offgrid*.



Fonte: Instituto SUPERAR.

6.4.4. Investimentos nas Usinas projetadas *ongrid* e *offgrid*

6.4.4.1. Despesas

A consultoria na fase de execução, projetos civis de reforma do prédio e telhado, execução de orçamento ficará a cargo do Instituto SUPERAR.

- Usinas fotovoltaicas:

- UFV *ongrid* CEA CLIP SMED: R\$212.860,00 (duzentos e doze mil oitocentos e sessenta reais);

- UFV *offgrid* Usina Escola: R\$17.740,00 (dezesete mil setecentos e quarenta reais).
- Total: R\$230.600,00 (duzentos e trinta mil e seiscentos reais).

6.4.4.2. Receita

A receita para o projeto será na totalidade oriunda de emenda parlamentar do Deputado Alencar da Silveira Júnior conforme acordado em reunião conjunta entre o mandato, a SMMA e a SMDE/SUTE.

A previsão total de investimento é de R\$250.000,00 (duzentos e cinquenta mil reais) - emenda parlamentar.

6.4.5. Cronograma

O cronograma de implantação do CEA CLIC SMED – Usina Escola acontecerá no prazo de até 12 meses conforme (Tabela 12), abaixo.

Tabela 12: Cronograma de implantação do CEA CLIC SMED – Usina Escola.

Etapas do processo de implantação do projeto	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Planejamento, apresentação do projeto e assinatura do financiamento da emenda parlamentar	Ago./2021 a Out./2021											
2 Reformas físicas, aquisição dos equipamentos, instalação das usinas e montagem das salas					Nov./2021 a Mar./2022							
3 Início das atividades (2022)										Abr./2022 a Jul./2022		

Fonte: Instituto SUPERAR.

Ao final da fase de execução o projeto passará a ser gerido por técnicos da SMMA/DPEA/GEEDA (Gerência de Educação Ambiental da SMMA), passando a compor de forma permanente a Educação Ambiental da SMMA.

6.4.5. Ações necessárias

Para a efetiva criação do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CLIC SMED – Usina Escola que visa dar treinamento especial para formação de mão de obra na área de projeto e instalação de usinas fotovoltaicas para população em situação de rua e de abrigos municipais, entre outros, há a necessidade de definição de função(ões) de cada órgão/entidade envolvidos:

- Cabe à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) coordenar o projeto e promover a gestão do espaço físico perante os diversos órgãos envolvidos, promover a relação interinstitucional, acompanhar o desenvolvimento das ações e dar publicidade. Referência: Humberto Fernando Martins Marques hmarques@pbh.gov.br;
- Cabe à Secretaria Municipal de Desenvolvimento (SMDE) / Subsecretaria de Trabalho e Emprego (SUTE) desenvolver métodos de inclusão das turmas treinadas e a serem treinadas junto ao mercado de trabalho, promover a interlocução para os processos de doação dos equipamentos de mobiliário do núcleo de informática e da sala de aula com 40 cadeiras, projetor e computador para professor. Promover a ação de dotação da emenda parlamentar. Luiz Otávio Fonseca – [luiz.ofonseca@pbh.gov.br](mailto:l Luiz Otávio Fonseca – luiz.ofonseca@pbh.gov.br);
- Cabe à Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) / Subsecretaria de Assistência Social (SUASS) promover a seleção e transporte da população envolvida, assim como assistência de alimentação e apoio durante as aulas. José Crus jose.crus@pbh.gov.br;
- Cabe à Secretaria Municipal de Educação sediar o projeto e organizar junto à Escola Municipal Caio Líbano Soares (EMCLS) o fluxo de aulas e estudantes no prédio da SMED nas dependências do CLIC. Wilmar Freitas wilmar@edu.pbh.gov.br;
- Cabe à Prodabel a cessão do mobiliário do núcleo de informática, cessão dos computadores, suporte técnico, instalação, configuração das máquinas e cessão de internet ao projeto. Wellington Ferreira Cardoso wellingtonc@pbh.gov.br;
- Cabe ao Instituto de Desenvolvimento e Superação (Instituto SUPERAR) realizar os orçamentos das usinas *ongrid* e *offgrid*, o projeto executivo de adaptações ao espaço físico existente, a instalação das usinas *ongrid* e *offgrid* após aprovação, realizar o plano de curso e cronograma para ministrar as aulas para a população envolvida. Juliano e Yan: institutosuperar@superar.eco.br;
- Cabe à Assembleia Legislativa de Minas Gerais, através do Mandato Deputado Alencar da Silveira Jr., assinar termo de emenda parlamentar para financiamento do projeto.

Por fim, há de se destacar que o projeto de instalação de usinas fotovoltaicas para aos próprios públicos tornou-se uma política pública socioambiental que visa combater as desigualdades sociais da cidade favorecendo de uma parcela da população negligenciada historicamente. Após o primeiro ano de projeto será realizado a prestação de contas ao mandato do Deputado Alencar da Silveira Júnior.

6.4.6. Ações semelhantes - Road Show Huawei Solar

Ao final da escrita do projeto tem-se a informação que a Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD) com patrocínio da Huawei, alcançou a marca de mil alunos treinados por meio do curso “Fundamentos e Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico”. O curso foi ministrado em 28 cidades brasileiras pela unidade móvel do *Road Show Huawei Solar* (Figura 49) que já rodou mais de 10.000 km e vai dar o curso em 70 cidades até fevereiro de 2022. O curso passou por Belo Horizonte em 05 de julho de 2021. O *Road Show Huawei Solar* é um caminhão totalmente adaptado, equipado com energia solar com um sistema de microgeração distribuída *ongrid e offgrid* real que possui estrutura de sala de aula, espaço para workshops e uma casa com cozinha e lavanderia funcionais alimentadas por energia solar. É uma sala de aula adaptada para cursos técnicos profissionalizantes.

Figura 49 - Road Show Huawei Solar



Fonte: ABDG, 2020.

O exemplo do curso da ABGD demonstra que Belo Horizonte através de sua Usina Escola está entre os pioneiros do Brasil em oferecer especialização gratuita ao ensinar sobre os benefícios trazidos pela aplicação da energia fotovoltaica e conscientizar a população para a importância do uso de fontes renováveis. O curso da Usina Escola é direcionado para qualificação da população em situação de rua e de abrigos e de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) impactando na qualidade de vida dos moradores da cidade de Belo Horizonte. No ano de 2022, o curso será ministrado com a frequência quinzenal.

7. DISCUSSÕES

Diante do exposto durante o trabalho, podemos analisar a dinâmica de projetos de usinas fotovoltaicas em próprios públicos. Cada gestor ou cada gestão pública possui seus planos de governo e suas prioridades. Existem gestores, como os atuais, que além do plano de governo, abre espaço para novas ideias e proposições que correm em paralelo aos objetivos da gestão, mas que contribui para o todo da administração e nas ações da cidade para a sustentabilidade ambiental visando, de certa forma, atingir as metas da Agenda 2030.

As ações do Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência (CMMCE), o Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa (PREGEE), os objetivos do Selo BH Sustentável, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas em que Belo Horizonte possui 158 indicadores com dados atualizados e disponíveis no painel do Sistema Local de Monitoramento dos Indicadores ODS de Belo Horizonte, entre outras, são ações de sustentabilidade que a PBH executa nas diversas Secretarias e em parceria com diversas organizações não governamentais nacionais e internacionais.

A ODS 7-b que busca expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis é o objeto do conjunto do presente trabalho. A iniciativa de se instalar a primeira usina fotovoltaica com o CNPJ da PBH no CEA PROPAM produziu uma série de ações secundárias e participações da cidade em encontros e concursos nacionais e internacionais. Em continuidade, a instalação da segunda usina, agora no telhado da sede da PBH, gerou mais repercussões ainda. De certa forma foi criado um nicho de sustentabilidade em fotovoltaicas na SMMA que gerou parcerias com a UFMG, ICLEI e interesses de outros agentes. Como ponto focal em energia fotovoltaica na PBH, o autor participou de diversas iniciativas de novos projetos, na busca de recursos financeiros de reconhecimento perante a administração municipal.

Como exemplo de novos projetos está o projeto “Potencial fotovoltaico em telhados de edificação horizontal-residencial-unifamiliar”, que consiste em enviar uma comunicação ao município sobre a potencialidade de geração de energia fotovoltaica do seu imóvel, utilizando o geoprocessamento para identificar a área ensolarada do telhado, a orientação em relação ao sol e os níveis de sombreamento considerando o relevo e as edificações vizinhas. Esta mensagem

seria enviada via guia do IPTU como forma de estímulo ao cidadão e como ação do município em sustentabilidade energética, que pode ser valorada junto aos governos locais para a sustentabilidade como o ICLEI e CDP. Outro exemplo está na busca de financiamento junto ao Programa de Eficiência Energética (PEE) da CEMIG que requer uma empresa especializada e credenciada para apresentar os projetos, fato inédito que requer ação jurídica e de custos pecuniários, o que para o poder público torna-se problema. Selecionamos uma lista de 40 escolas municipais para se fazer um pacote de projetos a serem financiados com os recursos do PEE.

Outro projeto que corre em paralelo é o projeto Escolas Solares que foi selecionado entre os dois melhores do Brasil para serem apoiados pelo ICLEI juntamente com cidades de toda América do Sul. O Projeto conseguiu um recurso de 15.000 Euros que na taxa de 30/07/2021 equivale a R\$ 91.000,00 que foi suficiente para contratação de um projeto de melhoria da eficiência energética da Escola Municipal Herbert José de Souza e a instalação de uma usina com o restante do recurso.

Quanto à análise da geração de energia nas Usinas Fotovoltaicas da PBH, vemos a comparação das duas usinas (*Tabela 13*) com relação à posição de maio de 2021. Pode-se observar que o total de investimentos das duas usinas ficaram em apenas R\$ 225.000,00, que em nível de orçamento público torna-se irrisório. A projeção de economia é estimada em 25 anos de vida útil dos dois sistemas que atinge o montante de R\$ 1.562.722,85, torna-se claro a viabilidade do investimento que aumenta o lucro em projeção exponencial com o passar do tempo. Quando se fala em investimento de recursos públicos deve-se levar em conta a eficácia, os aspectos de sustentabilidade ambiental e os princípios básicos da administração pública, e em todos eles as usinas são excelentes investimentos.

Tabela 13: Comparação da geração de energia nas Usinas Fotovoltaicas da PBH (maio de 2021).

Usina Fotovoltaica (UFV)	UFV CEA PROPAM	UFV 1212	TOTAL
Localização	Centro de Educação Ambiental do Programa de Desenvolvimento e Recuperação da Bacia da Pampulha	Edifício-sede da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte	Duas usinas
Endereço	Rua Radialista Ubaldo Ferreira, 501 - Castelo	Avenida Afonso Pena, 1212 - Centro	-
Início da operação	05/11/2016	14/05/2020	-
Investimento	R\$ 36.000,00	R\$ 189.000,00	R\$ 225.000,00
Potência (kWp)	5,2	65,0	70,2
Módulos fotovoltaicos	20 módulos de 260W	198 módulos de 330W	-
Área ocupada pelos módulos	40m ²	400m ²	440m ²
Valor kWp (Investimento / Potência)	R\$ 6.923,08	R\$ 2.907,69	R\$ 9.830,77
Geração mensal média (kWh/Mês) \$*	407 R\$ 345,95	6.587 R\$ 5.598,95	6.994 R\$ 5.944,90
Previsão do <i>payback</i> (tempo para recuperação do valor investido)	8 anos e 8 meses	2 anos e 9 meses	-
Recuperação (em maio/2021) do valor investido	69,42%	35,54%	-
Energia gerada (até 12/05 15:50) kWh \$*	29.400 R\$ 24.990,00	79.033 R\$ 67.178,22	108.433 R\$ 92.168,22
Economia estimada em 25 anos (vida útil da usina) \$*	R\$ 67.806,20	R\$ 1.494.919,65	R\$ 1.562.725,85

Pode-se observar o *payback* das usinas. A UFV CEA PROPAM teve projeção de 8 anos e 8 meses e a UFV 1212 teve a projeção de apenas 2 anos e 8 meses para se auto pagar. No pequeno espaço de tempo entre a instalação das usinas observa-se como diminuiu o *payback*, sinal dos incentivos fiscais na diminuição dos impostos de importação pelo governo federal e na diminuição dos custos de produção dos equipamentos. Não existe investimento melhor no mercado que possui a Taxa Interna de Retorno (TIR) em 34%. Para se ter um parâmetro de comparação, a TIR da PPP da Iluminação Pública de Belo Horizonte (BHIP) foi de apenas 11% e foi muito vantajosa para o município.

Só a UFV 1212 com seus 6.587 kWh/ mês seria capaz de abastecer 44 residências familiares de consumo médio de 150 kWh. A média de superfície de exposição solar necessária por residência para se sustentar é de apenas 10 m². A difusão de um programa familiar de usina fotovoltaica em nível local ou nacional, fazendo-se um kit com seis módulos e um micro inversor e montando-se uma usina de 2,6 kWp, seria excelente de política pública.

Atualmente, a administração municipal busca outras fontes de compra de energia através de parcerias com fazendas solares que gera economia de “apenas” 20%. Certamente uma opção economicamente importante e sustentável, porém, o autor acredita que seria interessante ao poder público investir na criação de uma estrutura administrativa específica para a gestão de energia no município com autonomia econômica para reinvestimento dos valores economizados, assim como a gestão e efficientização dos próprios públicos e a criação de um fundo para capitalização das economias e reinvestimento. Para se ter um parâmetro de comparação, a PBH gasta anualmente R\$ 80.000.000,00 por ano com a concessionária de energia. Somente as escolas municipais correspondem a 60% do consumo total da PBH. O projeto Escolas Solares, se implementado paulatinamente, vai suprimindo a demanda energética sem impactar em um grande investimento dos recursos municipais.

Para os outros próprios públicos existem projetos específicos como demonstrado anteriormente. O Aquário Municipal tem um grande consumo energético aliado ao potencial gerador. As condições são ideais para se fazer um investimento fotovoltaico. Há uma superfície de telhado ótimo, direcionado para o norte de 1.000 m² de área livre. Há de se ter opções para se propor alternativas de financiamentos e políticas positivas para implantação. Os parques municipais e as áreas verdes possuem muitos espaços que podem ser aproveitados para este fim.

Os Centros de Referência de Assistência Social (CRAS) estão espalhados por todas as regionais da cidade. Foi apresentado à Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania uma proposta de se instalar usinas nos CRAS como forma de diminuir os custos de manutenção. Os estudos estão sendo feitos.

Durante a execução do presente projeto houve movimentações nas posições políticas administrativas da PBH que resolveu lançar um edital de Nº 041/2021 para suprir de energia de 305 escolas municipais divididas em 14 lotes de 1 MWh em média. Essa estratégia de se dividir em lotes de 1 MWh atende a Resolução Normativa 482 como mini usina que torna mais barato

a sua instalação. Usinas acima de 5 MWh necessitam da participação nos investimentos de transmissão de energia, o que encarece o investimento. Trata-se de ação de sustentabilidade do município de Belo Horizonte que busca economizar 20% de toda energia consumida em 305 escolas que chega ao montante de R\$16.000.000,00 (dezesesseis milhões de reais) por ano. É uma economia substantiva para o erário. Acredito que a implantação de fotovoltaicas em próprios públicos como proposto nesse trabalho poderia ter um rendimento da ordem de 85% de toda energia consumida gerando uma economia de R\$68.000.000,00 (sessenta e oito milhões de reais) por ano ao erário. Entre a proposta deste trabalho e a efetiva implantação de tal parque fotovoltaico há um grande obstáculo da própria administração pública na gestão e manutenção de tamanha estrutura. Há de se ponderar o custo benefício, mas no tempo da administração pública. Tal contratação torna-se bem vantajosa ao município e está se concretizando mais rapidamente. De toda forma acredito que uma ação não inviabiliza a outra e o programa de implantação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos de Belo Horizonte pode continuar no seu ritmo e níveis de financiamento atuais. Há espaço para crescimento no restante dos próprios públicos não atendidos, ou seja, todos os outros que não sejam escolas municipais.

Há de se destacar que o ICLEI através do programa Urban-LEDs II BH e da SMMA está implantando a terceira usina com CNPJ da PBH na EMHJS com recursos 15.000 euros de um concurso nacional que o Projeto Escolas Solares ganhou. Ações como essa podem continuar com os projetos de instalação de fotovoltaicas em próprios públicos de Belo Horizonte.

O grande resultado do presente trabalho foi possibilitar a criação do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CEA CLIP SMED - Usina Escola na sede da Secretaria Municipal de Educação. Uma Usina Escola para formar mão de obra especializada na montagem e gestão de usinas fotovoltaicas por estes agentes em situação de rua, de abrigos municipais e alunos da Educação de jovens e Adultos. Houve um amplo acordo entre diversas secretarias municipais para auxiliar na solução de um grande problema social da cidade.

Informação é tudo no planejamento urbano e socioambiental. A PBH realiza ações coordenadas pela Secretaria Municipal de Políticas Urbanas (SMPU) e pela Subsecretaria de Fiscalização (SUFIS) com esta população através de abordagens de monitoramento, abordagens orientativas ou fiscais. Todas as ações fornecem uma ampla base de dados que são interpretados utilizando-se o POP RUA SMPU que é um aplicativo produzido por técnicos da Gerência de Informação da Fiscalização (GINFI). O acesso a estas informações permitiu se ter uma dimensão real do problema social que afeta a maior parte das cidades brasileiras. A crise

econômica afetando a sociedade que se torna incapaz de se autossustentar e cai em situação de rua. São dados alarmantes.

O aplicativo permitiu verificar que foram realizadas 20.274 vistorias no período de 29 de setembro de 2017 a 26 de agosto de 2021 em 1.470 pontos monitorados. Foi registrado o total de 3.991 pessoas envolvidas e, dentre estas, 586 ocorrências de pessoas com dependência química, ou seja 14% de dependentes químicos na população em situação de rua. O aplicativo mostra, ainda, a presença de 297 animais com a população em situação de rua e que foram recolhidos 1.242.709 Kg ou 1.242 toneladas de resíduos sólidos nas ocorrências que equivale a 207 caminhões aproximadamente.

Quanto à resolução de conflitos, visto que as solicitações de vistorias são decorrentes de cidadãos incomodados, o estudo demonstra que em 56,3 % das vistorias o fenômeno foi extinto e deixou de ocorrer naquele local, trata-se informação importante de que mais da metade das vistorias foram exitosas, eliminando o foco da reclamação. Em 19,84% dos casos o fenômeno ainda persiste no local, o que indica que em determinados casos é necessário um outro tipo de abordagem para tentar solucionar o problema, e que em 16,56% dos casos o fenômeno foi parcialmente impactado, isto é, parte do problema foi resolvido. São dados que permitem concluir em que mais da metade das abordagens o problema foi resolvido e a população orientada.

Outra informação importante são as abordagens orientativas realizadas por agentes sociais (Erro! Fonte de referência não encontrada.). Em 10, 71 % das vistorias há uma abordagem orientativa que pode ser utilizada para se divulgar a Usina Escola como forma de propiciar ao cidadão uma colocação em um posto de trabalho e assim, auxiliar na formação do cidadão. As abordagens de monitoramento e fiscais podem também receber esta orientação, assim ficou acordado junto aos representantes do projeto.

A localização do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CEA CLIP SMED - Usina Escola na rua Carangola, 288 – bairro Santo Antônio, facilita em muito o deslocamento e acesso aos futuros alunos. Como se trata de um anexo da Escola Municipal Caio Líbano Soares de Educação de Jovens e Adultos, ainda possibilita que o cidadão continue seus estudos na EMCLS que possui turmas do quinto ano do ensino fundamental até o ensino médio, inclusive à noite.

O número de 4.054 pessoas em situação de rua e de abrigos municipais representa um grande desafio para a municipalidade e a Usina Escola é uma alternativa importante. O Instituto SUPERAR, grande parceiro do projeto, já desenvolve um trabalho social na região do bairro Cabana do Pai Tomaz e tem experiência com a formação desejada. Foram 2.181 abordagens orientativas no período de pesquisa, caso fosse utilizado a alternativa do curso, certamente o número de alunos permitiria o funcionamento da Usina Escola por longo período de tempo para atender aos alunos, fora que irá atender aos alunos da EJA da EMCLS, também. Portanto, a Usina Escola se sustenta em relação aos alunos atendidos.

A Subsecretaria de Trabalho e Emprego da PBH (SUTE) mantém uma relação de empresas especializadas na instalação de usinas fotovoltaicas em Belo Horizonte, e como o mercado está em expansão, certamente, parte dos alunos formados devem ter um destino de contratação por estas empresas. Já foi demonstrado interesse por parte de empresários da área em atender a estas solicitações da PBH para emprego da população em situação de rua.

Em síntese, a iniciativa da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) em parceria com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico (SMDE) / Subsecretaria de Trabalho e Emprego (SUTE), da Secretaria Municipal de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania (SMASAC) / Subsecretaria de Assistência Social (SUASS), da Secretaria Municipal de Educação (SMED) através da EMCLS (CLIC), da Empresa de Informática e Informação de Belo Horizonte (Prodabel), do Instituto de Desenvolvimento e Superação (Instituto SUPERAR – Programa Estamos Juntos) e do financiamento pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG) através de emenda parlamentar do mandato do Deputado Estadual Alencar da Silveira Jr, possibilitou a execução do presente projeto iniciado pelo autor e parcialmente financiado pela PBH no Curso de Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos do Programa de Pós-Graduação da Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG.

CONCLUSÃO

Neste estudo, foi possível verificar que a adoção da instalação de sistemas de geração de energia elétrica fotovoltaica em próprios públicos é uma oportunidade de investimento que poderá gerar benefícios socioambientais sustentáveis ao longo do tempo. O estudo verificou que o *payback* de 8 e oito meses da UFV CEA PROPAM e o *payback* de 2 anos e nove meses da UFV 1212 respectivamente, geram viabilidade econômica para o poder público, sendo favorável o investimento, visto que, à medida que se passa o tempo melhor fica a relação custo-benefício e a taxa interna de retorno (TIR). Se os recursos fossem aplicados no mercado financeiro não se alcançaria tal rendimento, portanto, é melhor realizar o investimento na geração de energia fotovoltaica do que na aplicação financeira. Há a tendência de manutenção do incentivo com a redução de impostos e tarifas referentes ao fornecimento de energia elétrica estabelecidos pelos órgãos controladores através de incentivos fiscais. Portanto, a instalação sistemas de geração de energia elétrica solar por meio usinas fotovoltaicas é viável ao poder público.

O projeto é uma novidade na implantação de usinas fotovoltaicas em próprios públicos. É alinhado às políticas e acordos internacionais, traz benefícios sociais e ambientais positivos, cumpre os acordos ambientais, traz bem estar à população, caminha para uma melhor gestão dos recursos públicos e tende a ser exemplo para o cidadão de Belo Horizonte e do mundo.

Procura-se, através do trabalho, propor que a administração pública crie uma estrutura interna no governo que seja responsável pelo gerenciamento energético e efficientização dos prédios próprios públicos. O montante de R\$80.000.000,00 anuais dispensados ao pagamento de energia elétrica à concessionária, por si só já é motivo de atenção. Não resta dúvidas que a compra de energia de fazendas solares com redução de 20% nos custos já é um avanço e ação de sustentabilidade do município e deve mesmo ser realizado. Porém, um programa de investimento sistemático em usinas em próprios públicos pode ocasionar uma redução escalonada significativa nos custos em poucos anos. O projeto Escolas Solares recebeu estudos de consultoria financiados pelo Banco Mundial, recebeu prêmio nacional de destaque, fez interlocução importante com a academia, dispõe de uma superfície de telhados significativa na capital e representa o consumo de 60% da energia da PBH, o que o faz ser o projeto mais importante a ser prestigiado pela administração municipal.

O trabalho propõe a instalação de um *kit* de usinas fotovoltaicas de 75 kWp de potência que representa o máximo de vantagens como micro usina na resolução 482 da ANEEL para implantação em próprios públicos como a usina *on grid* a ser instalada na SMED.

Paralelamente, o trabalho proporcionou uma importante frente de ação socioambiental na criação do Centro de Educação Ambiental e Inclusão Produtiva do CLIC SMED – Usina Escola. Criou a oportunidade de formação de mão de obra especializada na instalação e gestão de usinas fotovoltaicas para a população em situação de rua e de abrigos, assim como será incorporado à formação profissional da Educação de Jovens e Adultos (EJA) da capital na Escola Municipal Caio Líbano Soares. Trata-se de projeto pioneiro que conta com a participação de várias secretarias da administração municipal, ONG e financiamento parlamentar. O projeto vai contar com uma usina *offgrid* de 2,6 kWp de treinamento e ainda instala uma usina *ongrid* de 75 kWp no prédio sede da SMED.

Todas essas ações que vão se avolumando com o passar do tempo indicam que as ações de sustentabilidade desenvolvidas pela PBH, especificamente as relacionadas à geração de energia distribuída resultam em ações socioambientais positivas para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2020 ANO BASE 2019. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA - ABGD. Disponível em: <https://www.abgd.com.br/portal/blog-pg/125/-projeto-da-abgd,-road-show-huawei-solar-treina-mil-alunos-em--fundamentos-do-sistema-fotovoltaico/>. Acesso em: 2 de out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - ABSOLAR. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil Infográfico ABSOLAR**. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>. Acesso em: 02 de out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - ABSOLAR. **Energia solar fotovoltaica e as políticas de desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/energia-solar-fotovoltaica-e-as-politicas-de-desenvolvimento.html>. Acesso em: 24 de jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA - ABGD. Disponível em: <https://www.abgd.com.br/portal/blog-pg/125/-projeto-da-abgd,-road-show-huawei-solar-treina-mil-alunos-em--fundamentos-do-sistema-fotovoltaico/>. Acesso: 04 de set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa N° 482**, de 17 de abril de 2012. Brasília/DF, 2012.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução normativa n° 482/12**. 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.2012. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2012482.pdf/7e40c5f7-3aba-4d96-9dfe-c7ec13b89124?version=1.0>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>. Acesso em: 02 out. 2020.

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL. **Banco de dados solarimétricos**. Recife: UFPE, 2000.

ATLAS SOLARIMÉTRICO DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte: Futura Express, 2016. v. 2.

AURORA VISION. 2021. Disponível em: <https://easyview.auroravision.net/easyview/?entityId=10555256>. Acesso em 27 de jul. 2021.

BELO HORIZONTE. **Decreto Municipal n° 12.362, de 03 de maio de 2006**. Cria o Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência. Belo Horizonte, 2006.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Indicação ODSs de Belo Horizonte com participação em fontes renováveis** - Painel de indicadores do Sistema Local de

Monitoramento dos Indicadores ODS de Belo Horizonte. Nota: Situação em 25 de novembro de 2020. Painel disponível em: bit.ly/INDODS-BH. Acesso em: 02 de jun. 2021.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas do município de Belo Horizonte**. Resumo para os tomadores de decisão. Belo Horizonte: PBH, 2016.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Decreto nº 17.135, de 11 de julho de 2019**. Estabelece a Agenda 2030 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas como referência para o planejamento de médio e longo prazo das políticas públicas municipais.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência**. Belo Horizonte: PBH, 2020a. Disponível em: <http://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/comite-de-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 27 de fev. 2021.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Plano de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Relatório de propostas de planejamento**. Etapa 2. WAYCARBON. Belo Horizonte: PBH, 2020b.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Sistema local de monitoramento de indicadores ODS de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: PBH, 2020c. Disponível em: bit.ly/INDODS-BH. Acesso em: 02 de jun. 2021.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Editais Pregão Eletrônico nº 041/2021**. Prestação de serviço de locação de Sistemas de Geração Distribuída (SGD), na categoria minigeração de energia elétrica de fonte fotovoltaica, modalidade autoconsumo remoto, para atender a unidades consumidoras do município de Belo Horizonte. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fazenda/licitacao/pregao-eletronico-041-2021>. Acesso em: 20 de ago. 2021.

BHIP. **A BHIP**. 2021. Disponível em: <http://www.bhip.com.br/quem-somos/a-bhip/>. Acesso em: 26 fev 2021.

BHIP. **Iluminação Pública**. 2021. Disponível em: <http://www.bhip.com.br/home/>. Acesso em: 02 Jun 2021.

BOXWELL, M. **Solar Electricity Handbook**. Coventry: Greenstream Publishing, 2016.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm. Acesso em: 02 out. 2020.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº. 7053, de 23 de dez. de 2009. Institui a Política Nacional para a População em Situação de Rua e seu Comitê Intersetorial de Acompanhamento e Monitoramento, e dá outras providências. Brasília, **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 1-1, dez. 2009.

CB-27. **Conheça o CB27**. 2021. Disponível em: <http://www.forumcb27.com.br/conheca-o-cb27/>. Acesso em: 5 mar. 2021.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

EIKINGTON, J. **Sustentabilidade, canibais com garfa e faca**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2012.

GOLDEMBERG, J.. Energia e Sustentabilidade. **Revista de Cultura e Extensão USP**, n. 14, p. 33-43, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9060.v14i0p33-43>. Acesso em: 07 de jul. 2021.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY – IRENA. **The post-COVID recovery: an agenda for resilience, development and equality**. Abu Dhabi: IRENA, 2020.

KALOGIROU, S. A. **Solar Energy Engineering: Processes and Systems**. 2 nd. [s.l.]: Elsevier; Academic Press, 2014

MARQUES, H. M. **Capítulo ODS7 - Info sobre Projetos Fotovoltaicos** – [Mensagem pessoal]. Recebido por anamaria.caetano@pbh.gov.br em 23 set. 2020.

MEIO SUSTENTÁVEL **Energia Limpa**, 2020. Disponível em: <https://meiosustentavel.com.br/fazenda-solar/>. Acesso em: 02 de junho de 2021.

MINEIRÃO se torna signatário da Rede Brasil. **Pacto Global - Rede Brasil**, [s.l.], [2013?]. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/noticia/244>. Acesso em: 02 jun. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Roteiro para a Localização dos ODS: Implementação e monitoramento no nível subnacional versão adaptada para o Brasil**. [s.l.]: Grupo Interagencial da ONU no Brasil sobre a Agenda 2030, 2016. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 02 out. 2020.

PORTAL SOLAR. **Brasil já tem 900 projetos de geração solar em órgãos públicos**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/brasil-ja-tem-900-projetos-de-geracao-solar-em-orgaos-publicos-diz-ministro-de-minas-e-energia.html>. Acesso em: 21 de ago. 2021.

PORTAL SOLAR **Maior parque de energia solar das Américas será instalado no norte de Minas Gerais**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/maior-parque-de-energia-solar-das-americas-sera-instalado-no-norte-de-minas-gerais.html>. Acesso em: 02 de jul. 2021.

RÜTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis : Editora UFSC / LABSOLAR , 2004.

SALAMONI, I.; RÜTHER, R. Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Ouro Preto, 2007. **Anais do ENCAC 2007**. Ouro Preto, 2007. p. 1658-1667.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS DO SETOR ELÉTRICO - SIGEL. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

SILVA, S.R.M. **Indicadores da operacionalização de um referencial sustentável**. 2000. 272 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2007.

SOFTWARE SOLIS. 2021. Disponível em: <https://m.ginlong.com/login.html>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

APÊNDICE A

Glossário

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL: órgão normativo e fiscalizador dos serviços de energia elétrica, instituída pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 e regulamentada pelo Decreto nº 2.335, de 06 de dezembro de 1997 e suas alterações.

Central Geradora Fotovoltaica - CGF: consiste numa solução integral composta por módulos FV, estrutura, cabos e caixas de junção, até ao inversor de frequência.

ANEXO A

Acordos, fórum e protocolos:

Acordos e protocolos internacionais

Carbann Cities Climate Registry - Registro Climático de Cidades Carbonn - (cCCR)

A cCCR é uma plataforma desenvolvida pelo ICLEI para cidades relatarem seus dados sobre emissões de gases de efeito estufa e suas ações e compromissos para mitigação e adaptação às alterações climáticas (PBH, 2020). A cidade de Belo Horizonte vem reportando suas ações de mitigação e adaptação no cCCR desde 2013, o que lhe deu o título de Capital Nacional da Hora do Planeta por três anos consecutivos (2014/2015/2016) (PBH, 2020). Os relatórios são respondidos e atualizados anualmente.

Carbon Disclosure Project - CDP

O CDP é uma organização internacional, sem fins lucrativos, que fornece o maior e mais completo sistema global de divulgação ambiental. É uma entidade que trabalha com as forças de mercado para motivar empresas e cidades a medirem e divulgarem seus impactos sobre o meio ambiente e recursos naturais para, dessa forma, descobrir maneiras de reduzi-los. Um dos programas é o CDP *Cities* que fornece uma plataforma global que permite que os governos das cidades divulguem publicamente os seus dados sobre emissões de gases de efeito estufa (GEE), a análise de riscos das alterações climáticas e as oportunidades e os planos de adaptação. Os dados fornecidos pelas cidades contêm informações valiosas sobre as estratégias em relação à mudança climática com o objetivo de direcionamento de ação e de investimentos rumo a uma economia sustentável. A cidade de Belo Horizonte reporta nessa plataforma suas ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas desde 2013 (PBH, 2020). Os relatórios são atualizados anualmente com as ações de sustentabilidade desenvolvidas na cidade. A classificação das cidades varia na escala de sustentabilidade A, B, C e D desde a mais sustentável até a menos sustentável. Belo Horizonte esteve em B em 2018, A em 2019 e retornando à letra B em 2020 devido a ações previstas e não executadas. Belo Horizonte é muito bem avaliada em nível nacional pelo CDP em razão do engajamento e participação do seu corpo técnico nas atividades desenvolvidas por esta organização.

World Resources Institute - WRI

O *World Resources Institute* é uma organização global de pesquisa que se estende por mais de 50 países, com escritórios nos Estados Unidos, China, Índia, Brasil etc. O trabalho centra-se em seis questões relacionadas ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável: clima, energia, alimentos, florestas, água, cidades e transportes.

Possui mais de 450 especialistas e funcionários que trabalham em colaboração com líderes para transformar ideias em ação para sustentar os recursos naturais, a exploração de mercados e iniciativas para estender oportunidades econômicas e o bem-estar humano. (PBH, 2020). O contato com a WRI se dá através do CMMCEE por meio da emissão de relatórios de atividades de sustentabilidade desenvolvidas na cidade.

ONU - Habitat

A parceria entre a ONU HABITAT e a Prefeitura de Belo Horizonte teve início em 2015. Com a realização do evento “Fórum Vida Urbana: Reflexões sobre o Futuro das Cidades” a relação foi selada com a assinatura de um Memorando de Entendimentos entre a PBH e o Escritório Regional para América Latina e Caribe do Programa das Nações Unidas para Assentamentos Urbanos, ONU-HABITAT. Este acordo teve como contexto o lançamento e debate do novo Plano Diretor de Belo Horizonte juntamente com a aproximação da 3ª Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III) que demonstravam a necessidade de refletir estrategicamente quais seriam as mensagens e demandas de Belo Horizonte no âmbito da implementação de ações voltadas para o desenvolvimento urbano sustentável (PBH, 2020).

ITDP – Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

Fundado em 1985, o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, da sigla em inglês para *Institute for Transportation and Development Policy*) é uma entidade sem fins lucrativos que promove o transporte sustentável e equitativo no mundo, concentrando esforços para reduzir as emissões de carbono, poluição atmosférica, ocorrências de trânsito e a desigualdade social. No Brasil, as cidades parceiras do ITDP são Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília (PBH, 2020).

A PBH mantém convênio de cooperação com o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP desde 2009 para o desenvolvimento do sistema de transporte urbano de Belo Horizonte, em especial para a implantação dos corredores de transporte (BRT) e ciclovias (PBH, 2020).

ALLAS - Aliança Euro-Latinoamericana de Cooperação entre Cidades

O ALLAS teve início como um projeto financiado pela União Europeia que visava estreitar os laços entre América Latina e Europa para melhorar a qualidade das políticas públicas e consequente desenvolvimento territorial de governos locais por meio do fortalecimento de suas relações internacionais. Durante os três anos de sua primeira fase, o Projeto ALLAS executou diversas ações para impulsionar a internacionalização de seus sócios (e.g., 5 cidades latino-americanas e duas redes de cidades europeias, da França e Espanha).

O acordo político entre seus membros foi renovado mantendo-se como uma plataforma de diálogo entre os dois continentes com o objetivo maior de que as relações internacionais dos governos locais sejam um meio para melhorar a vida das pessoas tornando os territórios mais inclusivos, atrativos e sustentáveis (PBH, 2020).

Pacto Global de Prefeitos para o Clima e a Energia – *Global Covenant of Mayors for Climate and Energy* (GCoM)

O Pacto Global de Prefeitos para o Clima e a Energia (*Global Covenant of Mayors for Climate and Energy*) - GCoM é o resultado da fusão do *Compact of Mayors* e o *Covenant of Mayors*, tornando-se a maior aliança global de cidades e governos locais voluntariamente comprometidos com a luta contra as mudanças climáticas para reduzir seus impactos inevitáveis e facilitar o acesso à energia sustentável e torná-la acessível a todos (PBH, 2020).

O objetivo desta coalizão é apoiar cidades no estabelecimento de planos voluntários para combater as mudanças climáticas e implementar ações de desenvolvimento sustentável na

cidade. Para alcançar esses objetivos, o Pacto Global de Prefeitos para o Clima e a Energia na América Latina apresenta uma estrutura de governança composta por atores de diferentes setores, incluindo as instituições fundadoras das duas iniciativas originais e bancos regionais de desenvolvimento (PBH, 2020).

O Prefeito Alexandre Kalil reafirmou o compromisso da cidade de Belo Horizonte com o Pacto Global de Prefeitos para o Clima e a Energia, em novembro de 2017, demonstrando o engajamento de Belo Horizonte com a ação climática local por meio da assinatura de Carta de Compromisso (PBH, 2020).

Rede Mercocidades

A Rede Mercocidades é uma organização que, desde sua criação, em 1995, aposta em um Mercosul (Mercado Comum do Sul) mais justo e acessível ao cidadão. É uma entidade de cooperação horizontal, que promove a inserção das cidades-membro no processo de integração regional do Mercosul, e sua importância vem crescendo tanto em quantidade de membros como em intercâmbio de experiências. Atualmente, integram a rede 80 cidades da Argentina, 71 do Brasil, 22 do Paraguai, 16 do Uruguai, 12 do Chile e quatro da Venezuela, do Peru e da Bolívia, totalizando 213 municípios. Além de um espaço político e técnico para as cidades do Mercosul, a Rede Mercocidades tem se tornado um ambiente para o intercâmbio entre pessoas. A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte aderiu à Rede Mercocidades em 1996 tendo exercido desde então a Secretaria Executiva da rede por duas vezes, sendo uma na gestão 1999/2000 e pela segunda vez em 2010/2011 sediando a Cúpula das Mercocidades em 1999 e 2010 (PBH, 2020).

A CGLU é uma rede mundial fundada em 2004. Possui Seções Regionais na África, Ásia-Pacífico, Oriente Médio, América do Norte e América Latina (FLACMA) e uma seção metropolitana, que inclui os municípios com mais de 1 milhão de habitantes (Metropolis). Além disso, desenvolve ações em temas específicos através de Comissões de Trabalho. Tem por objetivo representar e defender os interesses dos governos **CGLU – Cidades e Governos Locais Unidos**

democráticos locais no cenário internacional independentemente do tamanho da comunidade que estes servem, promovendo seus valores, objetivos e interesses através da cooperação entre governos locais e a comunidade internacional. A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte aderiu a CGLU em 2005 (BELO HORIZONTE, 2020).

RELAGRES – Rede Latino-americana de Gestão de Resíduos Sólidos

O RELAGRES é uma iniciativa de rede que liga organizações e pessoas, públicas e privadas, interessadas na questão da prevenção e gestão de espaços contaminados na América Latina, com o objetivo de melhorar o desempenho, estimulando a produção, divulgação e intercâmbio de conhecimento sistematizado e informações sobre o assunto. Busca melhorar as políticas públicas no manejo de resíduos e o cuidado do planeta. Belo Horizonte é membro da rede desde Agosto de 2014 (PBH, 2020).

26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP 26)

Em novembro de 2021, será realizada, em Glasgow – Reino Unido, a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP 26), reunindo, além dos Estados-Partes das

Nações da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), governos nacionais e subnacionais, setor privado, academia, sociedade civil e imprensa especializada de todo o mundo. Como o principal foro internacional de deliberação sobre a agenda climática, a COP 26 será uma conferência que visa acelerar a ação global em direção aos compromissos do Acordo de Paris – de frear o aquecimento global e impulsionar a transição a um desenvolvimento neutro em carbono – reforçando o poder e o papel da cooperação internacional para o enfrentamento aos desafios climáticos e o desenvolvimento global. A Prefeitura de Belo Horizonte vai participar da COP 26 por meio do Programa Horizonte 2030 com as diversas iniciativas municipais, inclusive com o programa de geração de energia em próprios públicos do presente trabalho, já que a cidade se compromete à adoção por legislação específica de agendas globais como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) e com o Acordo de Paris.

ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade

O ICLEI é uma associação democrática e internacional de governos locais e organizações governamentais nacionais e regionais em compromisso com desenvolvimento sustentável. Foi lançado como Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais, em 1990, na sede das Nações Unidas, em Nova Iorque (PBH, 2020).

A rede desenvolve e gerencia campanhas e programas que abordam sustentabilidade local e protegem bens comuns globais (e.g., qualidade do ar, clima e água, UrbanLEDS) e liga as ações locais às metas e objetivos de acordos internacionais. Mais de 1.200 cidades e associações fazem parte do ICLEI. Belo Horizonte é associada desde 1993 (PBH, 2020).

Fórum nacional

Fórum dos Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras – CB 27

Criado durante a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), em 2012, com o apoio da Fundação Konrad Adenauer, o CB 27 (Fórum dos Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras) (**Tabela 14**) reúne os secretários de 26 capitais e do Distrito Federal (CB-27, 2021) e se espelha em movimentos como o C-40 (organismo formado por prefeitos das maiores cidades do mundo), que busca estabelecer um intercâmbio de experiências e formar parcerias que colaborem com a realização de práticas sustentáveis nas cidades e para a resolução de problemas ambientais nas cidades participantes (PBH, 2020). Atualmente a presidência do CB 27 está com o secretário de Meio Ambiente do Rio de Janeiro e Belo Horizonte como vice.

Tabela 14: Capitais signatárias do Fórum dos Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras (CB27) organizadas em ordem alfabética. Fonte: CB27, 2021.

	Capital	Estado
1	Aracajú	SE
2	Belém	PA
3	Belo Horizonte	MG
4	Boa Vista	RR
5	Brasília	DF
6	Campo Grande	MS
7	Cuiabá	MT
8	Curitiba	PR
9	Florianópolis	SC
10	Fortaleza	CE
11	Goiânia	GO
12	João Pessoa	PA
13	Macapá	AP
14	Maceió	AL
15	Manaus	AM
16	Natal	RN
17	Palmas	TO
18	Porto Alegre	RS
19	Porto Velho	RO
20	Recife	PE
21	Rio Branco	AC
22	Rio de Janeiro	RJ
23	Salvador	BA
24	São Luís	MA
25	São Paulo	SP
26	Teresina	PI
27	Vitória	ES

Fundo Mundial da Natureza (WWF-Brasil)

O WWF-Brasil é uma organização não-governamental brasileira dedicada à conservação da natureza com os objetivos de harmonizar a atividade humana com a conservação da biodiversidade e promover o uso racional dos recursos naturais em benefício dos cidadãos de hoje e das futuras gerações. O WWF-Brasil, criado em 1996, desenvolve projetos em todo o país e integra a Rede WWF, a maior rede independente de conservação da natureza (PBH, 2020). Acordos, protocolos e ações locais

Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência - CMMCE

A PBH instituiu o Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência-CMMCE, através do Decreto Municipal nº 12.362 de 03/05/2006 (PBH, 2020). O CMMCE é um órgão colegiado e consultivo, que tem o objetivo de apoiar a implementação da política municipal da Cidade de Belo Horizonte para as mudanças climáticas, atuando na articulação das políticas públicas e da iniciativa privada que visem a redução das emissões de gases de efeito estufa e de poluentes atmosféricos; a redução na produção de resíduos sólidos; maior eficiência nos processos de reutilização e reciclagem de resíduos; incentivo à utilização de fontes de energia renováveis; melhoria da eficiência energética; uso racional de energia e no aumento da consciência ambiental dos cidadãos (PBH, 2020).

O CMMCE é formado por representantes do Poder Público Municipal e Estadual, por representantes da sociedade civil, por representantes de organizações não-governamentais e por representantes do setor empresarial e acadêmico, o que garante a legitimidade da participação da população em decisões relacionadas à busca de sustentabilidade no município (PBH, 2020).

A cidade de Belo Horizonte é signatária da Rede Brasil do Pacto Global da ONU desde a reinauguração do estádio Mineirão cuja obra está comprometida com as premissas da ONU tendo inclusive recebido o Selo LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* e o Selo Platinum, certificação máxima do *U. S. Green Building Council* (USGBC), órgão responsável pela certificação que é utilizada em 143 países que a transformam projetos, obras e operações das edificações com foco na sustentabilidade.

Plano de Redução de Emissão de Gases do Efeito Estufa - PREGEE

Belo Horizonte atualizou em 2020 seu Plano de Redução de Emissão de Gases do Efeito Estufa - PREGEE - que pretende alcançar uma redução de 37% das emissões de gases de efeito estufa já em 2030 e 41% em 2040. O PREGEE teve sua primeira versão em 2013 com o objetivo de fornecer subsídios para a cidade alcançar metas mais ambiciosas de redução de GEE, principal causa do aquecimento do clima. Sua atualização visa incorporar novas tecnologias disponíveis e tendências para a mitigação das emissões de GEE em consonância com os objetivos do Acordo de Paris. O PREGEE possui 17 diretrizes e 42 propostas na área de transporte, saneamento, energia e de adaptações de acordo com o 4º Inventário dos Gases de Efeito Estufa de Belo Horizonte compilado pela Way Carbon (PBH, 2020).

Substituição de iluminação convencional por LED

Em 2017, a PBH, de acordo com as normas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estabeleceu contrato de parceria público-privada (PPP) para criar a concessionária BHIP de iluminação pública por meio de concessão administrativa de iluminação pública autorizada pela Lei nº 10.897, de dezembro de 2015, com o objetivo de substituição das 182 mil lâmpadas a vapor de sódio e mercúrio da cidade por luminárias LED, correspondendo a 95% de toda a iluminação da cidade (BHIP, 2021).

As luminárias LED, além de atender a norma ABNT 5101⁸, são mais econômicas, duram três vezes mais, têm índice de falhas de apenas 1%, são monitoradas eletronicamente, proporcionam melhor visibilidade noturna ao olho humano e produzem uma economia anual de até R\$ 25 milhões ao município (BHIP, 2021).

Energias renováveis: energia solar e energia de biomassa

Em 2018, a PBH divulgou edital de Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI) para Energias Renováveis. Esse edital previa ativos para viabilizar a instalação, operação e manutenção de central(is) geradora(s) de energia por células fotovoltaicas e por aproveitamento energético de biomassa (oriunda de resíduos de árvores das vias públicas e de material da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040 – CTRS BR-040). O PMI é um instrumento que permite ao capital privado apresentação ao município de estudos de viabilidade, levantamentos, investigações ou projetos, opiniões fundamentadas, informações técnicas, pareceres e outros. Dois estudos foram apresentados, mas não houve acordo com as empresas (PBH Ativos, 2019).

Selo BH Sustentável

⁸ Vide normas e resoluções no início do volume.

O Selo BH Sustentável é um programa de certificação em sustentabilidade ambiental promovido pela PBH/SMMA desde 2012. A certificação é destinada aos empreendimentos públicos e privados, residenciais, comerciais e/ou industriais que adotam medidas que contribuam para a redução do consumo de energia, de água, das emissões atmosféricas diretas e da geração de resíduos sólidos. Contempla empreendimento com índices de desempenho operacional de 25% de redução de consumo de energia, 30% de redução de consumo de água e 70% do total passível de reciclagem de resíduos sólidos. O Selo de Boas Práticas Ambiental é dado às Escolas Municipais que economizam 30% de água e participam do Programa EcoEscola BH da SMED.
