

# MUNICÍPIO DO RECIFE

**LEDS Lab do Projeto  
Urban-LEDS II**

RELATÓRIO DE INSUMOS TÉCNICOS  
E MODELOS DE FINANCIAMENTO  
PARA A PREPARAÇÃO DE PROJETOS  
DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Foto: Shutterstock.com



**·I.C·L·E·I**  
Governos  
Locais pela  
Sustentabilidade

## RELATÓRIO DE INSUMOS TÉCNICOS E MODELOS DE FINANCIAMENTO PARA A PREPARAÇÃO DE PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

LEDS Lab, uma iniciativa do projeto **Urban-LEDS II**



### EXPEDIENTE

Rodrigo Perpétuo  
*Secretário Executivo*  
Sophia Picarelli  
*Gerente de Biodiversidade e Mudança do Clima*  
Camila Chabar  
*Coordenadora de Mudança do Clima*  
Lucas Turmena  
*Assessor de Mudança do Clima*  
Flávia Bellaguarda  
*Assessora de Mudança do Clima*  
Gustavo Oliveira  
*Assistente de Mudança do Clima*

### EQUIPE TÉCNICA DE CONSULTORES

Alexandre Schinazi (Mitsidi)  
Isabela Issa (Mitsidi)  
Laisa Brianti (Mitsidi)  
Pedro Paulo Fernandes (Mitsidi)  
Isabela Campos (Mitsidi)  
Leonardo Furquim Werneck (I Care)  
Victor Pires Gonçalves (I Care)  
Hélène Hofmann (I Care)  
Déborah Luisa Silva (I Care)  
Thomas Vielajus (I Care)  
José Plata (Markup)  
Rodrigo Castellanos (Markup)  
Juan José Lamk (Markup)  
Paula Osorio (Markup)  
Florentino Marquez (Hill)  
Ruben Millán (Hill)  
Juan Felipe Franco (Hill)

## SIGLAS

**ASHRAE** - Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado  
**CELPE** - Companhia Energética de Pernambuco  
**EE** - Eficiência Energética  
**ENCE** - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia  
**ER** - Energias Renováveis  
**ESCO** - Empresa de Serviços de Conservação de Energia  
**EUI** - *Energy Use Intensity*  
**FV** - Fotovoltaica

**GEE** - Gases de Efeito Estufa  
**HMR** - Hospital da Mulher do Recife  
**LED** - *Light-Emitting Diode*  
**MEE** - Medida de Eficiência Energética  
**MM** - Medida de Mitigação Climática  
**M&V** - Medição e Verificação  
**PEE** - Programa de Eficiência Energética  
**PROCEL** - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica



## URBAN-LEDS FASE II LEDS LAB RECIFE

### PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE

Geraldo Julio  
*Prefeito*

### SECRETARIA DE SAÚDE

Jaílson Correia  
*Secretário de Saúde*

### SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

José Neves Filho

### HOSPITAL DA MULHER DO RECIFE

Isabela Coutinho  
*Diretora Geral*

Analice Fernandes  
*Gerente de Manutenção*

Danilo José  
*Supervisor de Manutenção*

Felipe Bandeira  
*Coordenador de Refrigeração*

### SECRETÁRIO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Edna Paula Mota  
*Gerente Geral de Sustentabilidade*

Luiz Gustavo Pinto  
*Gestor de Políticas Ambientais*

### GABINETE DE PROJETOS ESPECIAIS

Otávio Calumby  
*Chefe do Gabinete*

### INSTITUTO DA CIDADE PELÓPIDAS SILVEIRA

João Domingos  
*Presidente*

Leta Vieira  
*Gerente Geral de Sustentabilidade e Resiliência Urbana*

LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                  |    |                                                                                               |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table 1. Mitigation measures identified for HMR.....                                                                             | 8  | Tabela 14. Comparação análise de payback das propostas de retrofit de iluminação externa..... | 37 |
| Tabela 2. Medidas de mitigação identificadas para o HMR.....                                                                     | 11 | Tabela 15. Especificações técnicas das luminárias para retrofit da iluminação externa.....    | 38 |
| Tabela 3. Composição do GT e contribuições.....                                                                                  | 14 | Tabela 16. Orçamento do Retrofit de Iluminação Externa.....                                   | 39 |
| Tabela 4. Principais normativos relacionados a projetos de eficiência energética e energia solar fotovoltaica em municípios..... | 17 | Tabela 17. Consumo diário estimado de água quente.....                                        | 41 |
| Tabela 5. Instrumentos de Política Urbana.....                                                                                   | 17 | Tabela 18. Dimensionamento do sistema de aquecimento solar.....                               | 41 |
| Tabela 6. Dados do HMR.....                                                                                                      | 21 | Tabela 19. Orçamento do sistema de aquecimento solar...                                       | 42 |
| Tabela 7. Quadro de áreas do HMR.....                                                                                            | 25 | Tabela 20. Tabela Resumo - Cenário 1.....                                                     | 43 |
| Tabela 8. Especificações técnicas do sistema fotovoltaico do HMR.....                                                            | 27 | Tabela 21. Tabela Resumo Cenário 2.....                                                       | 44 |
| Tabela 9. Orçamento Sistema Fotovoltaico previsto.....                                                                           | 28 | Tabela 22. Orçamentos indicativos de temporizadores.....                                      | 44 |
| Tabela 10. Caracterização do sistema atual de iluminação externa do HMR.....                                                     | 30 | Tabela 23. Orçamento sistema de medição.....                                                  | 46 |
| Tabela 11. Caracterização do sistema atual de iluminação externa do HMR.....                                                     | 32 | Tabela 24. Análise de riscos.....                                                             | 50 |
| Tabela 12. Comparação do horário de iluminação com temporizador e relé fotoelétrico.....                                         | 35 | Tabela 25. Indicadores de desempenho energético.....                                          | 52 |
| Tabela 13. Comparação do horário de iluminação com temporizador e dimmers.....                                                   | 36 | Tabela 26. Especificações técnicas do sistema fotovoltaico nas Upinhas.....                   | 53 |
|                                                                                                                                  |    | Tabela 27. Resumo das informações de financiamento coletadas.....                             | 69 |
|                                                                                                                                  |    | Tabela 28. Desafios e oportunidades do projeto.....                                           | 76 |

LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Consumo de energia elétrica no HMR em 2019.....                                    | 20 |
| Gráfico 2. Análise de investimento para retrofit do sistema de iluminação externa do HMR..... | 37 |

LISTA DE FIGURAS

|                                                                              |    |                                                                                                                       |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1. Performance levels of LEDS Lab and the pilot project.....          | 6  | Figura 7. Foto da Cobertura e da Área Externa superior do HMR.....                                                    | 23 |
| Figura 2. Níveis de atuação do LEDS Lab e do projeto piloto.....             | 9  | Figura 8. Fotos do Corredor da Enfermaria e do Pronto Atendimento do HMR, com destaque para a iluminação interna..... | 23 |
| Figura 3. Processo de tomada de decisão sobre a implementação do piloto..... | 15 | Figura 9. Foto da Cozinha e da Área Interna do HMR, com destaque para iluminação natural (direita).....               | 24 |
| Figura 4. Fluxograma do processo de diagnóstico energético.....              | 18 | Figura 13. Foto da torre de termooacumulação (esquerda) e da estação de tratamento de esgoto do HMR (direita).....    | 24 |
| Figura 5. Modelo de sistema de gestão de energia da ISO 50.001.....          | 19 | Figura 10. Imagem de satélite do terreno.....                                                                         | 30 |
| Figura 6. Foto Via Satélite e da entrada do HMR.....                         | 22 | Figura 11. Esquerda: Foto de uma luminária existente – Direita:                                                       |    |

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagem da luminária considerada em simulação.....                                                                       | 31 |
| Figura 12. Ficha técnica da luminária considerada na simulação.....                                                     | 31 |
| Figura 13. Análise de fotos para determinar altura dos postes.....                                                      | 32 |
| Figura 14 - Simulação situação atual 1, com 100% das luminárias acesas (87).....                                        | 33 |
| Figura 15- Simulação situação atual 2, com 70% das luminárias acesas 61 - Circuitos 2,4,7,8,9,10,11,13,16,17,18,19).... | 33 |
| Figura 16. Simulação Proposta 1 - Iluminação 100% - 87 luminárias de 10.000 lm.....                                     | 34 |
| Figura 17. Simulação Proposta 2 - Iluminação 70% - 61 luminárias de 20.000 lm.....                                      | 34 |

SUMÁRIO

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| EXECUTIVE SUMMARY.....                                                                                | 6  |
| RESUMO EXECUTIVO.....                                                                                 | 9  |
| INTRODUÇÃO.....                                                                                       | 13 |
| MARCO REGULATÓRIO.....                                                                                | 16 |
| INSUMOS TÉCNICOS PARA IMPLMENTAÇÃO DO PROJETO PILOTO.....                                             | 18 |
| 3.1 Diagnóstico energético no HMR.....                                                                | 18 |
| 3.2 Instalações.....                                                                                  | 22 |
| 3.3 Insumos para contratação de projeto de geração fotovoltaica.....                                  | 26 |
| a. Especificações técnicas do sistema.....                                                            | 26 |
| b. Critérios de qualidade.....                                                                        | 27 |
| c. Orçamento.....                                                                                     | 27 |
| d. Orientações para manutenção.....                                                                   | 28 |
| 3.4 Insumos para contratação de projeto de iluminação ..                                              | 29 |
| e. Especificações técnicas do sistema.....                                                            | 29 |
| I. Situação atual.....                                                                                | 33 |
| II. Situação proposta.....                                                                            | 34 |
| III. Análise de investimento.....                                                                     | 36 |
| IV. Recomendação final.....                                                                           | 38 |
| f. Critérios de qualidade.....                                                                        | 39 |
| g. Orçamento.....                                                                                     | 39 |
| h. Orientações para manutenção.....                                                                   | 40 |
| i. Gerenciamento de resíduos.....                                                                     | 40 |
| 3.5 Outras medidas recomendadas.....                                                                  | 41 |
| a. Aquecimento Solar de Água.....                                                                     | 41 |
| b. Instalação de temporizadores nos equipamentos de climatização (fancoletes) não utilizados 24h..... | 43 |
| c. Monitoramento do consumo e das faturas de energia.....                                             | 45 |
| d. Instalação de Software de Medição e Gestão de Energia.....                                         | 45 |
| e. Programa de Manutenção com Previsão Orçamentária.....                                              | 47 |
| 3.6 Análise de Riscos.....                                                                            | 47 |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 18. Simulação Proposta 3 - Redução de postes - 55 luminárias de 20.000 lm..... | 35 |
| Figura 19. Diagrama de Blocos.....                                                    | 46 |
| Figura 20. Definição perigo e risco.....                                              | 48 |
| Figura 21. Legenda e orientações para análise de riscos de projeto.....               | 48 |
| Figura 22- Estimativa de custos para implementação do projeto piloto.....             | 54 |
| Figura 23- Estrutura geral do modelo de financiamento. ..                             | 55 |
| Figura 24 – Metodologia geral utilizada.....                                          | 56 |
| Figura 25 – Fontes de financiamento mapeadas.....                                     | 57 |
| Figura 26 - Modelos de financiamento sugeridos.....                                   | 71 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7 Identificação de Co-benefícios.....                                 | 50 |
| 3.8 Orientações para Medição e Verificação (M&V) dos Resultados.....    | 51 |
| 3.9 Visita Upinhas.....                                                 | 53 |
| 3.10 Tabela de avaliação de fornecedores de sistemas fotovoltaicos..... | 53 |

MODELOS DE FINANCIAMENTO PARA PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA.....54

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Metodologia geral de elaboração dos modelos de financiamento.....                  | 55 |
| 4.2 Identificação das necessidades da prefeitura.....                                  | 56 |
| 4.3 Dados coletados.....                                                               | 57 |
| a. Mapeamento de potenciais fontes.....                                                | 57 |
| b. Maior detalhamento sobre as fontes de financiamento.....                            | 60 |
| c. Dados coletados da prefeitura.....                                                  | 69 |
| c.1. Entrevistas.....                                                                  | 69 |
| c.2. CANVAS.....                                                                       | 69 |
| 4.4 Critérios de seleção.....                                                          | 70 |
| d. Entrevistas com outros stakeholders.....                                            | 70 |
| 4.5 Modelos de financiamento sugeridos.....                                            | 71 |
| a. Financiamento complementar para o projeto piloto.....                               | 71 |
| b. Replicação do projeto piloto.....                                                   | 72 |
| 4.6 Orientações para as prefeituras para a captação do financiamento complementar..... | 72 |

DESAFIOS E OPORTUNIDADES.....74

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....77

REFERÊNCIAS.....78

ANEXOS.....79

# EXECUTIVE SUMMARY

The Urban-LEDS II initiative “Accelerating Climate Action through the Promotion of Low Emission Urban Development Strategies” seeks to accelerate climate action in Latin American cities through the promotion of low-emission urban development strategies. This initiative, funded by the European Commission and jointly implemented by ICLEI and UN-Habitat, is being implemented in seven local governments in Colombia and eight cities in Brazil.

As part of this initiative, the LEDS Lab was launched in 2019 as a climate finance laboratory with the main objective of improving the installed capacity of municipal governments in the elaboration of bankable projects which considers clear aspects of mitigation and adaptation to climate changes.

In this context, the city Recife, which has participated since the stage I of the Urban-LEDS project, has stood

out on the Brazilian climate agenda and was selected to receive direct support from a consortium of specialized consultants, hired by ICLEI and composed by Mitsidi Projetos, I Care & Consult, Markup Consultores, Hill Consulting. The consortium aims to implement a pilot project for photovoltaic energy and energy efficiency at the Women’s Hospital of Recife (HMR) in Recife and defining a model financing for energy efficiency measures, distributed generation and replicability of actions in other buildings in the municipality.

The table below shows the relation between the different levels of performance of the LEDS Lab and the pilot project, highlighting the two measures selected for implementation in this project. It should be noted that the initial phase of the photovoltaic solar energy generation system will be implemented with the seed capital of the Urban-LEDS II project.

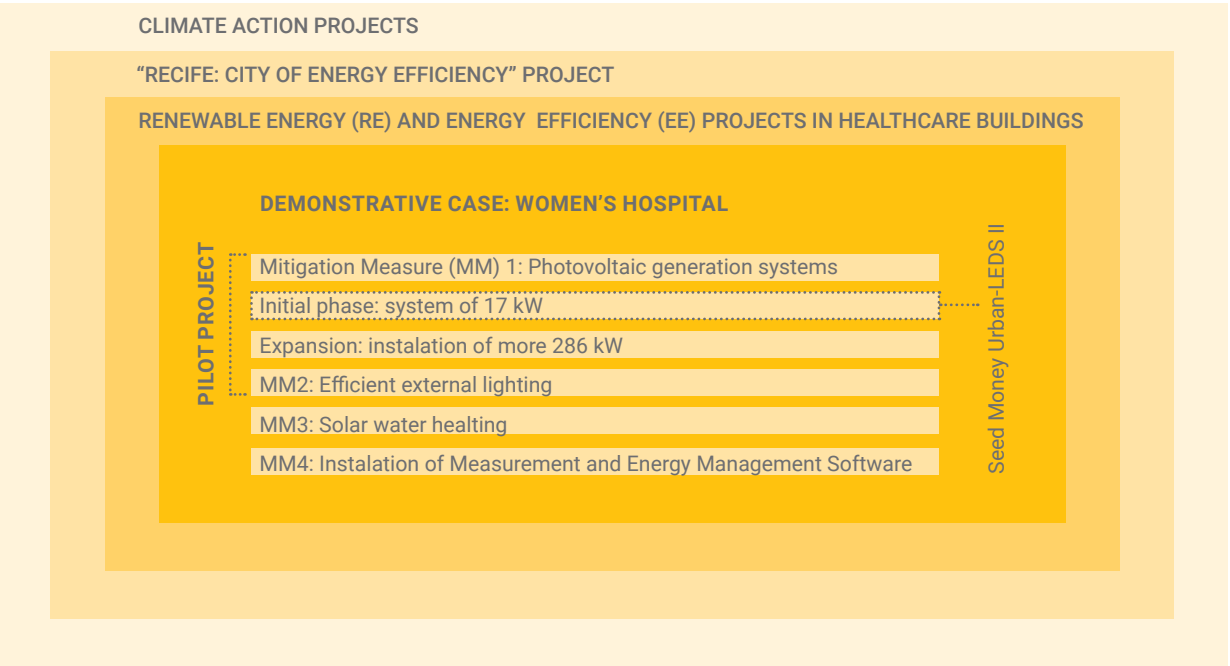


Figure 1. Performance levels of LEDS Lab and the pilot project.

Source: Consultorias, 2020.

In this sense, this report presents the technical inputs for the implementation of the pilot project, which consists of the implementation of a photovoltaic generation (PV) system and the retrofit of the hospital's external lighting system.

Other mitigation measures for implementation at the Women's Hospital in Recife were also listed. The potential for mitigating greenhouse gases from each of these measures was raised by the consultancies, and a technical detail of the intervention was also realized, as well as an estimate of the investment required for its implementation and definition of the return on investment (payback). These measures include:

- Solar water heating, considering the roof area available and an average volume of 91.603 liters of hot water;
- Installation of timers in air conditioning equipment not used 24h, considering that some of the HMR fancoletes are not in full use environments;
- Monitoring consumption and energy bills;
- Installation of energy measurement and management software;
- Maintenance program with budget forecast;

The following table provides a summary of the mitigation measures identified for the HMR:

|   | MITIGATION MEASURE                                               | MITIGATION POTENTIAL (REDUCTION OF ENERGY CONSUMPTION AND AVOIDED EMISSIONS) <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INVESTMENT AND PAYBACK                                                                                                     |
|---|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Installation of photovoltaic solar energy generation system (PV) | <b>System of 17 kWp – initial:</b><br>Average annual system generation: 24.586,6 kWh (1% of total)<br>Monthly economy: R\$ 793,41<br>Emissions avoided/year: 1,8 tCO <sub>2</sub><br><br><b>System of 244 kWp – expansion:</b><br>Average annual system generation: 404.260,4 kWh (15,5% of total)<br>Monthly economy: R\$ 15.086,74<br>Emissions avoided/year: 30,3 tCO <sub>2</sub> | <b>System of 17 kWp:</b><br>R\$ 91.253,00<br>6,92 years<br><br><b>System of 568 kWp:</b><br>R\$ 2.612.800,00<br>5,58 years |
| 2 | Changing lamps from external lighting poles to LED               | <b>Number of lamps: 87</b><br>Annual consumption reduction: 41.085,59 kWh<br>Annual Economy: R\$ 34.832,60<br>Emissions avoided/year: 3,08 tCO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                           | R\$ 116.580,00<br>3,3 years                                                                                                |
| 3 | Solar water heating                                              | Annual consumption reduction: 1.469.255,88 kWh<br>Annual Economy: R\$ 748.934,62<br>Emissions Avoided/year: 110,2 tCO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                    | R\$ 3.434.229,00<br>4,58 years                                                                                             |

1. Brazil's Average Annual Emission Factor in 2019: 0,0750 tCO<sub>2</sub>/MWh.  
Source: [https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)

|   | MITIGATION MEASURE                                                                   | MITIGATION POTENTIAL<br>(REDUCTION OF ENERGY<br>CONSUMPTION AND<br>AVOIDED EMISSIONS) <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | INVESTMENT<br>AND PAYBACK         |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 4 | Installation of timers in<br>air conditioning equipment<br>(fancoletes) not used 24h | <b>Considering that they stay on for<br/>18 hours/day:</b><br>Annual consumption reduction:<br>49.128,47 kWh<br>Annual Economy: R\$32.299,41<br>Emissions avoided/year: 3,7 tCO <sub>2</sub><br><br><b>Considering that they stay on for<br/>24 hours/day:</b><br>Annual consumption reduction:<br>98.256,94 kWh<br>Annual Economy: R\$64.598,82<br>Emissions avoided/year: 7,4 tCO <sub>2</sub> | R\$3.645,22<br>Less than 2 months |
| 5 | Instalation of management<br>and measurement software                                | Better tracking of energy<br>performance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | R\$9.569,00                       |
| 6 | Maintenance and Operation<br>Plan, with Budgetary Definitions                        | Ensure the high level of<br>building's energy performance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -                                 |

Table 1. Mitigation measures identified for HMR.

Fonte: Consultorias, 2020.

The Urban-LEDS II initiative “Accelerating Climate Action through the Promotion of Low Emission Urban Development Strategies” seeks to accelerate climate action in Latin American cities through the promotion of low-emission urban development strategies.

1 Brazil's Average Annual Emission Factor in 2019: 0,0750 tCO<sub>2</sub>/MWh.  
Source: [https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)

Both for energy efficiency measures and for the photovoltaic system, it is emphasized that in order to have the desired effect, they must be being monitored, seeking to evaluate the expected indicators, as well as support measures. For the photovoltaic system, for its maximum production, in addition to being associated with climatic conditions, it requires that the plates be cleaned, that the shadows generated by the growth of the plants in its surroundings be reduced to a minimum and that the electrical connection continues to be in ideal conditions, to avoid any failure due to wiring wear or inadvertent disconnection.

As mentioned, for the implementation of the entire scope of the developed project, it is necessary to seek complementary sources of financing. To this end, the mapping and articulation with potential funding sources was carried out in order to explore opportunities for the municipality. Guidelines were also prepared for the municipal team aiming at success in raising funds. To make this project feasible, a financing model consisting of seed money and complementary financing is proposed.

# RESUMO EXECUTIVO

A iniciativa Urban-LEDS II “Acelerando Ação Climática por meio da Promoção de Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixas Emissões” visa tornar as estratégias de desenvolvimento de baixa emissão uma parte fundamental da política e planejamento urbano nas cidades. Essa iniciativa, financiada pela Comissão Europeia e implementada pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade em parceria com a ONU-Habitat, está sendo implantada na América do Sul em 7 governos locais da Colômbia e 8 cidades do Brasil.

Como parte dessa iniciativa, o LEDS Lab foi lançado em 2019, como laboratório de financiamento de projetos climáticos com principal objetivo aprimorar a capacidade instalada das prefeituras na elaboração de projetos financiáveis, considerando os aspectos de mitigação e adaptação à mudança do clima.

Neste contexto a cidade do Recife, que participa desde a Fase I do projeto Urban-LEDS vem se destacando

na agenda climática brasileira e foi selecionada para receber o apoio direto de um consórcio de consultorias especializadas contratado pelo ICLEI e composto pela Mitsidi Projetos, I Care & Consult, Markup Consultores, Hill Consulting. O consórcio tem por objetivo: i) implementar um projeto piloto de energia fotovoltaica e/ou de eficiência energética no Hospital da Mulher do Recife (HMR) no Recife e ii) definir um modelo de financiamento para medidas de eficiência energética, geração distribuída e replicabilidade das ações em outras edificações do município.

O quadro a seguir apresenta a relação entre os diferentes níveis de atuação do LEDS Lab e do projeto piloto, dando destaque às duas medidas selecionadas para implementação com projeto piloto, sendo que a fase inicial do sistema de geração de energia solar fotovoltaica será implementada com o capital semente do projeto Urban-LEDS II.

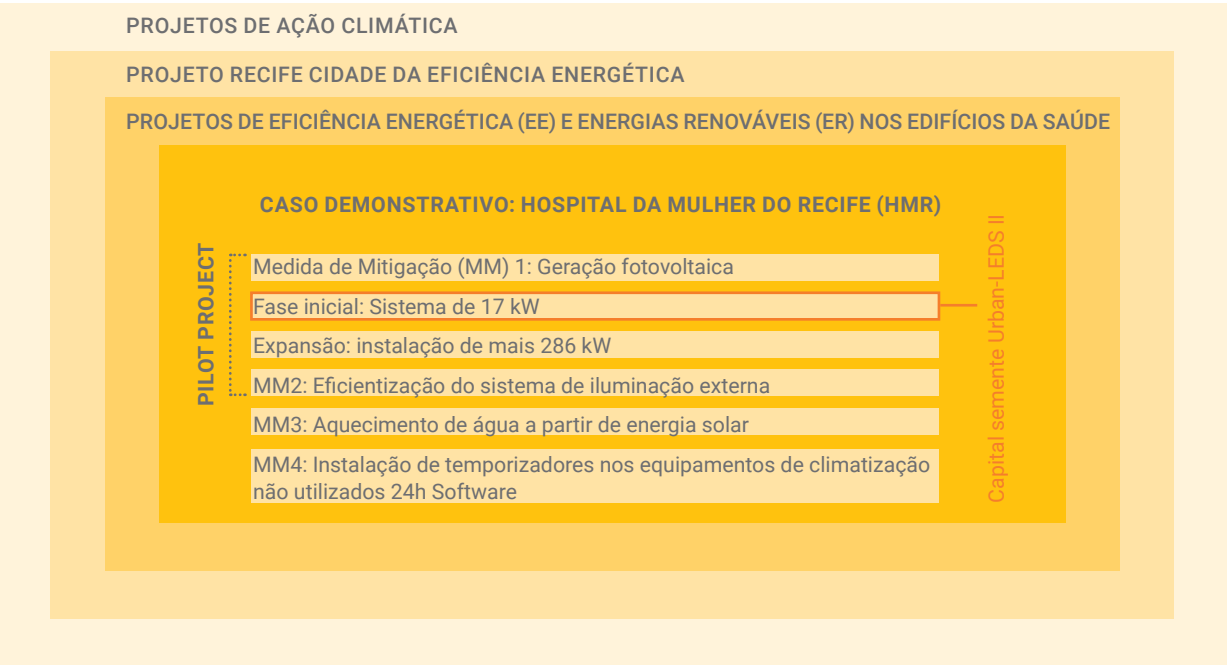


Figura 2. Níveis de atuação do LEDS Lab e do projeto piloto.

Fonte: Consultorias, 2020.

Neste sentido, este relatório apresenta os insumos técnicos para a implementação do projeto piloto, no qual consiste na **implementação de um sistema de geração fotovoltaica (FV) e o retrofit do sistema de iluminação externa do hospital.**

Também foram elencadas demais medidas de mitigação para implementação no Hospital da Mulher do Recife. O potencial de mitigação de gases de efeito estufa de cada uma destas medidas foi levantado pelas consultorias, sendo realizado, ainda, um detalhamento técnico da intervenção, uma estimativa do investimento necessário para sua implementação e definição dos indicadores de retorno de investimento (payback). Essas medidas incluem:

- **Aquecimento solar de água**, considerando a área total do telhado disponível e um volume médio de 91.603 litros de água quente;
- **Instalação de temporizadores nos equipamentos de climatização (fancoletes) não utilizados 24h**, considerando que alguns dos fancoletes do HMR não estão em ambientes de uso integral
- **Monitoramento do consumo e das faturas de energia;**
- **Instalação de software de medição e gestão de energia;**
- **Programa de manutenção com previsão orçamentária;**

A tabela a seguir apresenta um resumo das medidas de mitigação identificadas para o HMR:

|   | MEDIDAS DE MITIGAÇÃO                                                                                                                       | POTENCIAL DE MITIGAÇÃO <sup>2</sup><br>E/OU BENEFÍCIOS ESPERADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | INVESTIMENTO<br>E PAYBACK                                                                                                  |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Instalação de sistema de geração de energia solar fotovoltaica (FV)                                                                        | <b>Sistema de 17 kWp – inicial:</b><br>Geração anual média do sistema: 24.586,6 kWh (1% do total)<br>Economia mensal: R\$ 793,41<br>Emissões evitadas/ano: 1,8 tCO <sub>2</sub><br><br><b>Sistema de 244 kWp – expansão:</b><br>Geração anual média do sistema: 404.260,4 kWh (15,5% do total)<br>Economia mensall: R\$ 15.086,74<br>Emissões evitadas/ano: 30,3 tCO <sub>2</sub> | <b>Sistema de 17 kWp:</b><br>R\$ 91.253,00<br>6,92 anos<br><br><b>Sistema de 568 kWp:</b><br>R\$ 2.612.800,00<br>5,58 anos |
| 2 | Troca de lâmpadas dos postes de iluminação externa para LED                                                                                | <b>Número de luminárias: 87</b><br>Redução de consumo anual: 41.085,59 kWh<br>Economia anual: R\$ 34.832,60<br>Emissões evitadas/ano: 3,08 tCO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                       | R\$ 116.580,00<br>3,3 anos                                                                                                 |
| 3 | Aquecimento de água para banho a partir de energia solar, considerando instalação de sistema complementar para distribuição de água quente | Redução de consumo anual: 1.469.255,88 kWh<br>Economia anual: R\$ 748.934,62<br>Emissões evitadas/ano: 110,2 tCO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                     | R\$ 3.434.229,00<br>4,58 anos                                                                                              |

2. Fator de Emissão Médio Anual do Brasil em 2019: 0,0750 tCO<sub>2</sub>/MWh.  
Fonte: [https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)

|   | MEDIDAS DE MITIGAÇÃO                                                                          | POTENCIAL DE MITIGAÇÃO <sup>2</sup><br>E/OU BENEFÍCIOS ESPERADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INVESTIMENTO<br>E PAYBACK       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 4 | Instalação de temporizadores nos equipamentos de climatização (fancoletes) não utilizados 24h | <b>Considerando que ficam ligados 18 horas/dia:</b><br>Redução de consumo anual: 49.128,47 kWh<br>Economia anual: R\$32.299,41<br>Emissões evitadas/ano: 3,7 tCO <sub>2</sub><br><br><b>Considerando que ficam ligados 24 horas/dia:</b><br>Redução de consumo anual: 98.256,94 kWh<br>Economia anual: R\$64.598,82<br>Emissões evitadas/ano: 7,4 tCO <sub>2</sub><br>Monitoramento do desempenho energético | R\$3.645,22<br>menos de 2 meses |
| 5 | Instalação de Software de Medição e Gestão Energética                                         | Monitoramento do desempenho energético                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | R\$9.569,00                     |
| 6 | Plano de Manutenção e Operação, com definições orçamentárias                                  | Garantir o alto nível de desempenho energético da edificação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -                               |

Tabela 2. Medidas de mitigação identificadas para o HMR. Fonte: Consultorias, 2020.

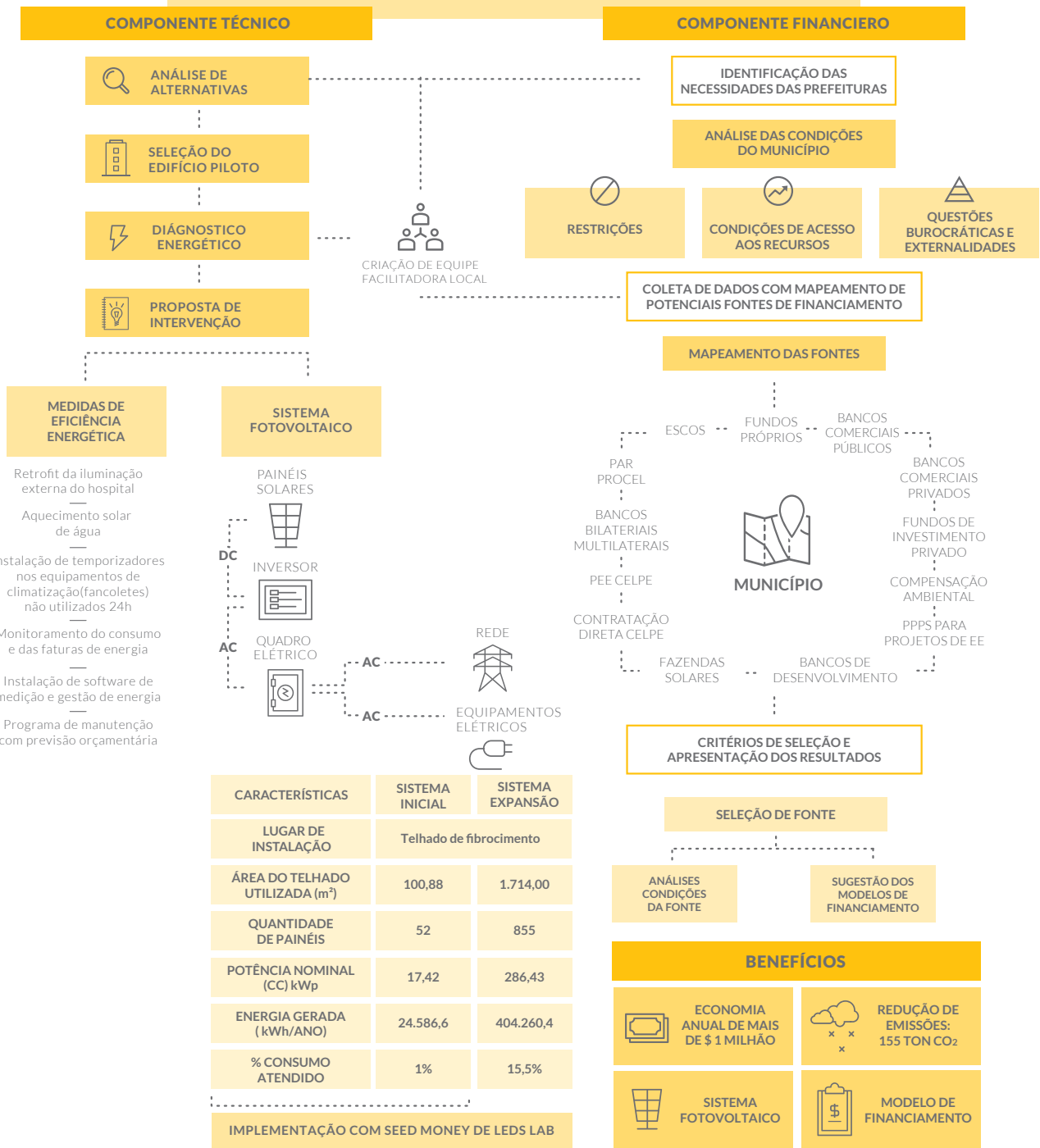
2. Fator de Emissão Médio Anual do Brasil em 2019: 0,0750 tCO<sub>2</sub>/MWh.  
Fonte: [https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)

Tanto para as medidas de eficiência energética como para o sistema fotovoltaico, destaca-se que para terem o efeito pretendido, devem ser acompanhadas de monitoramento, procurando avaliar os indicadores previstos, e de medidas de manutenção. Para o sistema fotovoltaico, para a sua produção máxima, além de estar associada às condições climáticas, exige que as placas sejam limpas, que as sombras geradas pelo crescimento das plantas nas suas imediações sejam reduzidas ao mínimo e que a ligação elétrica continue a ser em condições ideais, para evitar qualquer falha devido ao desgaste da fiação ou desconexão inadvertida.

Conforme mencionado, para a implementação de todo o escopo do projeto desenvolvido, é necessário buscar fontes de financiamento complementares. Para tanto, foi realizado o mapeamento e articulação com potenciais fontes de financiamento, a fim de explorar oportunidades para o município. Foram elaboradas, ainda, orientações à equipe municipal visando o sucesso na captação do recurso. Para a viabilização deste projeto, propõem-se um modelo de financiamento composto pelo seed money e por um financiamento complementar.

**A iniciativa Urban-LEDS II “Acelerando Ação Climática por meio da Promoção de Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixas Emissões” visa tornar as estratégias de desenvolvimento de baixa emissão uma parte fundamental da política e planejamento urbano nas cidades.**

LEDS Lab busca melhorar a capacidade do Recife no desenvolvimento de projetos financiáveis de mitigação e adaptação às mudança do clima. Assim, está em desenvolvimento um piloto de eficiência energética e geração distribuída no Hospital da Mulher do Recife (HMR)



1 |

# INTRODUÇÃO

No Recife, o projeto apresentado no processo de seleção para o LEDS Lab foi o “Recife Cidade da Eficiência Energética”, que visa a segurança do suprimento energético com crescimento econômico através da adoção de eficiência energética e fontes limpas de energia. Neste contexto, o projeto traçou linhas de ação prioritárias para as diferentes áreas da prefeitura, iniciando nas unidades de Saúde, seguido da sede da Prefeitura, unidades de educação e esporte. O primeiro passo então se dá com a atuação nos edifícios da saúde, em três tipologias principais: Upinhas, Unidades de Saúde da Família e no Hospital da Mulher do Recife (HMR).

O HMR foi selecionado para ser o projeto piloto e representar a primeira ação do Projeto “Recife Cidade da Eficiência Energética”, configurando-se como um modelo municipal de eficiência energética e enfrentamento às mudanças climáticas. O quadro a seguir apresenta a relação entre os diferentes níveis de atuação do LEDS Lab e do projeto piloto.

Neste contexto, o projeto piloto focará na implantação de medidas de mitigação que envolvam o uso de energia solar fotovoltaica e/ou de ações de eficiência energética no Hospital da Mulher do Recife (HMR). Foram realizadas visitas técnicas no HMR nos dias 28 e 30 de janeiro, com o objetivo de entender a dinâmica de consumo de energia, dos principais sistemas consumidores e identificar melhorias e medidas para reduzir o consumo energético e as despesas com energia elétrica do hospital.

No dia 30/01/2020 foi realizada uma reunião para estruturar o Grupo de Trabalho (GT) do LEDS Lab com a equipe da Prefeitura do Recife. Os objetivos específicos da reunião foram:

- Mobilizar e envolver diferentes secretarias e órgãos municipais no LEDS Lab com a intenção principal de fomentar a estruturação de governança climática na Prefeitura,
- Envolver diferentes atores da Prefeitura no desenvolvimento do projeto piloto, no HMR, identificando como cada ator pode contribuir e aprender com o desenvolvimento do piloto.

Ao final dessa reunião foram anotadas as iniciativas de colaboração para o projeto piloto indicadas pelas participantes de diferentes secretarias e órgãos municipais. A tabela abaixo apresenta a composição do GT e suas iniciativas de colaboração.

| CONTRIBUIÇÕES                                                                                                                                                                                                                                                          | ORGANIZAÇÃO                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <div>• Projeto Barco Solar: Fase de contratação do serviço para primeiro semestre de 2020</div> <div>• Articular para captar recursos internacionais para escalar o projeto</div> <div>• Possibilidade participar do Intersolar em Fortaleza em 15 e 16 de Abril</div> | ARIES                      |
| <div>• Começar mesmo pelo básico, no dia-a-dia com os funcionários: treinamento e conscientização.</div> <div>• Análise de pontos de fuga de energia: tomadas, vedação de portas e janelas.</div>                                                                      | Secretaria de Defesa Civil |
| <div>• Aprender para conceber uma intervenção para moradia popular.</div> <div>• Contribuir com a transversalidade do tema/projeto.</div>                                                                                                                              | Secretaria de Habitação    |

| CONTRIBUIÇÕES                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ORGANIZAÇÃO                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar se necessário os agentes dentro de SFC.</li><li>• Viabilizar/articular junto ao GABPE o financiamento.</li><li>• Realizar o monitoramento das ações.</li></ul>                                                                                     | Secretaria de Saúde                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Contribuir com estudos que auxiliem nas tomadas de decisão.</li></ul>                                                                                                                                                                                          | Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Análise de termo de referência em caso de licitação.</li><li>• Integração e coordenação do projeto.</li><li>• Ponto focal para financiamento com instituições financeiras.</li><li>• Auxiliar comunicação entre secretários.</li></ul>                         | Gabinete de Projetos Especiais (GABPE)         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Usando o HMR como modelo para sensibilização dos nossos alunos sobre as questões ambientais em especial a temática da eficiência energética.</li><li>• Trabalhar a educação e a mudança de cultura para contribuir com a sustentabilidade ambiental.</li></ul> | Secretaria de Educação                         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Melhoria no reuso de água potável ou em projetos de captação de água pluvial.</li></ul>                                                                                                                                                                        | Equipe de manutenção do HMR                    |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Contribuir com o Grupo de trabalho na construção.</li><li>• Aprender.</li></ul>                                                                                                                                                                                | Secretaria de Urbanização                      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Disponibilização de dados meteorológicos (insolação, temperatura, vento, umidade relativa, dados históricos, prognóstico climático, chuva), em valores médios mensais e diários</li></ul>                                                                      | APAC                                           |

Tabela 3. Composição do GT e contribuições.

Destaca-se que o GT sempre foi informado do status do projeto, com determinados períodos para coleta de opiniões e sugestões. Dentro do objetivo geral do LEDS Lab está a melhora da capacidade interna da prefeitura, portanto, a criação e mobilização de um GT para acompanhar a execução do projeto ploto torna-se muito importante para a governança climática.

Seguindo a estruturação do projeto, ocorreu o processo de validação das medidas de mitigação elencadas pela consultoria, após a validação pelos pontos focais e mobilização do GT para coletas de contribuições, realizou-se dia 22/06/2020 uma reunião final para validação das

medidas, com a participação de membros da Prefeitura e do Hospital da Mulher do Recife (HMR).

Após a apresentação do status do projeto e quais seriam as medidas elencadas para implementação, avaliou-se que o seed money seria destinado a implantação do sistema fotovoltaico no hospital, pontuando principalmente o aspecto da visibilidade que essa medida possui. O projeto de *retrofit* da iluminação externa seria também detalhado em um projeto básico. Essa decisão e confirmação de interesse foi oficializada com a assinatura de Ofício do Prefeito (*Anexo 1*). A figura abaixo ilustra o processo de tomada de decisão sobre o projeto piloto no Recife:



Figura 3. Processo de tomada de decisão sobre a implementação do piloto.

Fonte: Consultorias, 2020.

Conforme mencionado, para a implementação de todo o escopo do projeto desenvolvido, é necessário buscar fontes de financiamento complementares. Para tanto, foi realizado o mapeamento e articulação com potenciais fontes financiamento, a fim de explorar oportunidades para o município. Foram elaboradas, ainda, orientações à equipe municipal visando à replicação do projeto-piloto.

**O HMR foi selecionado para ser o projeto piloto e representar a primeira ação do Projeto “Recife Cidade da Eficiência Energética”, configurando-se como um modelo municipal de eficiência energética e enfrentamento às mudanças climáticas.**



2 |

MARCO REGULATÓRIO

No âmbito da regulamentação brasileira, apresenta-se abaixo as principais regulamentações legislativas e técnicas que estabelecem o quadro de referência no qual se enquadram os projetos de eficiência energética e energia solar fotovoltaica em municípios.

|                                                                               | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>NORMATIVOS</b><br><u>Lei Nº 10.257/2001</u><br><u>Estatuto das Cidades</u> | Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Em especial, aponta algumas parcerias para implantação de empreendimentos urbanísticos.       |
| <u>Lei Nº 10.295/2001</u><br><u>Lei da Eficiência Energética</u>              | Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.                                                                                                                                                        |
| <u>Decreto de 8 de dezembro de 1993</u>                                       | Dispõe sobre a criação do Selo de Eficiência Energética.                                                                                                                                                                          |
| <u>Decreto Nº 8.540/2015</u>                                                  | Estabelece, dentre outros pontos, a implementação de medidas que reduzam o consumo de energia.                                                                                                                                    |
| <u>Instrução Normativa Nº 2 SLTI/2014</u>                                     | Estabelece a obrigatoriedade de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nível A nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam <i>retrofit</i> .                            |
| <u>Portaria Nº 23 - MPOG/2015</u>                                             | Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. |
| <u>Resolução Normativa ANEEL Nº 414/2000</u>                                  | Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica aos consumidores.                                                                                                                                              |

Resolução Normativa ANEEL Nº 482/2012

Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

Resolução Normativa ANEEL Nº 687/2015

Altera a Resolução Normativa no 482/2012.

Resolução Normativa ANEEL Nº 786/2017

Altera a Resolução Normativa no 482/2012.

Tabela 4. Principais normativos relacionados a projetos de eficiência energética e energia solar fotovoltaica em municípios. Fonte: Consultorias, 2020.

Existem também diferentes normas técnicas relacionadas à eficiência energética e geração distribuída, como a NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, NBR 5413 – Iluminância de interiores, e NBR 6401 – Instalações elétricas de ar-condicionado. Todas as normas aplicáveis ao projeto piloto serão apresentadas nos projetos básicos desenvolvidos (sistema de geração fotovoltaica e iluminação). A tabela a seguir apresenta os principais instrumentos de política urbana que podem contribuir ao desenvolvimento de projetos de eficiência energética e energias renováveis.

|                                                                    | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INSTRUMENTOS DE POLÍTICA URBANA</b><br><br><u>Plano Diretor</u> | O Plano Diretor, instituído por lei, é o principal instrumento de ordenamento territorial de um município. Ele é o elo central que comunica os diferentes instrumentos que regem elementos específicos do tecido urbano. É o Plano Diretor que apresenta o caminho, ou objetivo, para o qual os esforços de desenvolvimento urbano estão direcionados. |
| <u>Código de Obras e Edificações</u>                               | Este instrumento dá as diretrizes que regem as construções individualmente. Contém normas técnicas para a execução de diversos tipos de construções, bem como define os procedimentos para aprovação de projetos e licenças para realização de obras.                                                                                                  |
| <u>Lei de Parcelamento</u>                                         | Lei que trata de diretrizes para a criação de loteamentos ao longo da cidade. Esta diretriz pode estar contida em uma lei de Parcelamento ou explícito diretamente no plano diretor.                                                                                                                                                                   |
| <u>Lei de Uso e Ocupação do Solo</u>                               | Este instrumento dá as diretrizes que regem as construções individualmente.                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Tabela 5. Instrumentos de Política Urbana. Fonte: Consultorias, 2020.

Para mais informações sobre a evolução normativa referente a eficiência energética e sustentabilidade em edifícios públicos, bem como boas práticas e propostas de melhoria, sugere-se consultar um estudo desenvolvido para a Secretaria de Patrimônio da União (SPU/ME) no âmbito do projeto de cooperação entre a GIZ e o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), Eficiência Energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (EEDUS), disponível [neste link](#).

3 |

# INSUMOS TÉCNICOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO PILOTO

Esta seção tem como objetivo apresentar os principais insumos técnicos para a viabilização do projeto piloto na Hospital da Mulher do Recife (HMR), no município do Recife.

A partir dos dados disponibilizados pela equipe de manutenção do HMR e da Secretaria de Saúde da Prefeitura do Recife, da visita técnica e do diagnóstico energético realizado pela consultoria, foram selecionadas duas medidas de mitigação para serem detalhadas a nível de projeto básico. O intuito foi possibilitar a elaboração de um termo de referência para contratação com capital semente ("seed money") do projeto Urban-LEDS II, bem como a aplicação a outras fontes de financiamento.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição do processo de diagnóstico energético, o detalhamento dos projetos básicos de **geração de energia solar fotovoltaica** e de iluminação interna, bem como recomendações de outras medidas de mitigação identificadas.

## 3.1 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NO HMR

O processo de diagnóstico energético é uma ferramenta essencial para compreensão e planejamento de ações como parte integrante de um Programa de Gestão de Energia. Ele pode ser caracterizado como uma análise completa do uso e consumo de energia de uma organização ou edifício, identificando áreas de uso significativo e oportunidades de

melhoria do desempenho energético. A norma ABNT NBR ISO 50.002 é referência para orientar a realização de diagnósticos energéticos, e especifica suas etapas e requisitos, como destacado na figura a seguir:

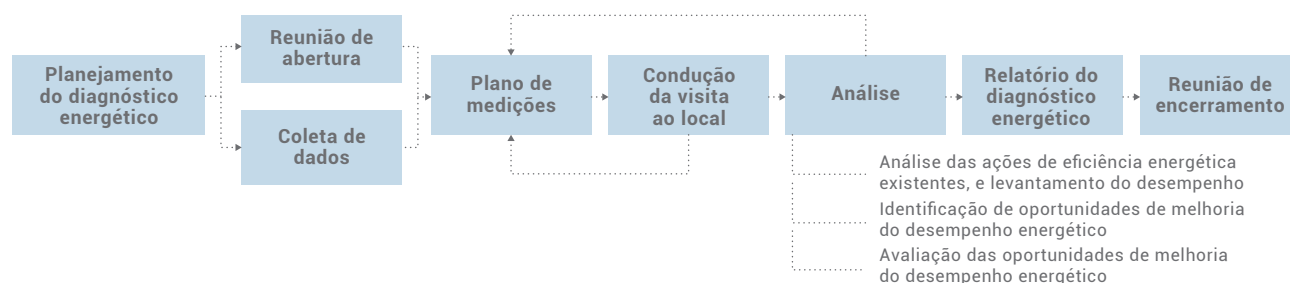


Figura 4. Fluxograma do processo de diagnóstico energético.

Fonte: elaboração própria a partir da ISO 50.002 e do [Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos](#) (Mitsidi, CBCS & Procel, 2015)

Um diagnóstico energético pode ter como escopo diferentes níveis de detalhamento e profundidade nas análises. A definição mais aceita dos diferentes níveis, que são três, é da Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado (ASHRAE): análise preliminar, também chamada de *walk-through survey* (nível 1), análise energética (nível 2) e análise detalhada de medidas de alto custo de investimento (nível 3). O diagnóstico realizado no HMR pela consultoria se enquadra no nível 1, que tem como principais características:

- Levantamento inicial de dados e caracterização da edificação.
- Reunião com o proprietário e gestores prediais para identificação de características de operação, histórico, problemas especiais e previsões de reforma.

- Entendimento do consumo de energia em nível da edificação.
- Identificação e estimativa de redução de consumo de medidas de zero ou baixo custo.
- Identificação de Medidas de Eficiência Energética (MEEs)<sup>3</sup> que requerem estudos adicionais e estimativa de redução de consumo e custos de investimento.

Como mencionado, o processo de diagnóstico energético é parte de um Sistema de Gestão de Energia, e passa a fazer parte da etapa de Planejamento Energético. A norma ABNT NBR ISO 50.001 é referência para sistemas de gestão de energia, e suas principais atividades estão descritas na figura a seguir:

<sup>3</sup> No contexto do LEDS Lab e do projeto Urban-LEDS II, que tem como foco o setor de energia, as MEEs também são chamadas de Medidas de Mitigação (MMs).

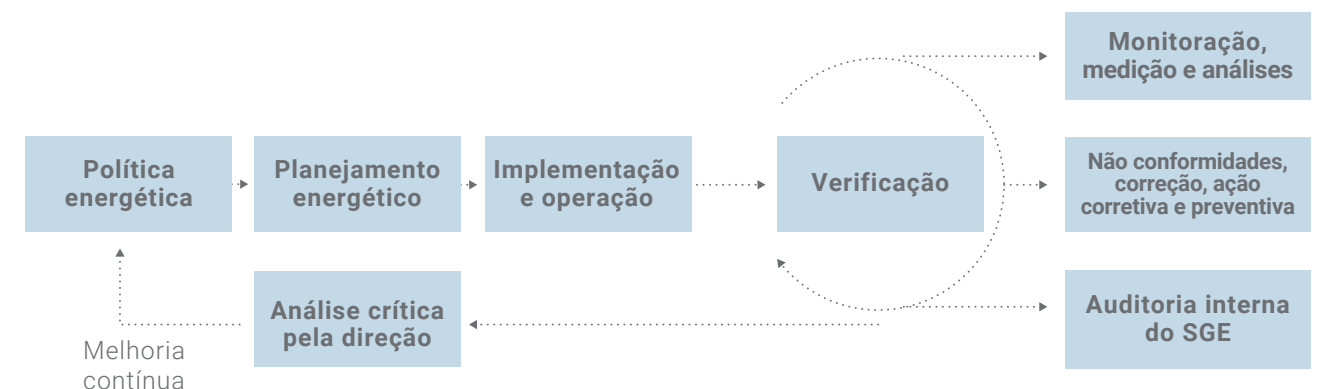


Figura 5. Modelo de sistema de gestão de energia da ISO 50.001.

Fonte: [Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos](#) (Mitsidi, CBCS & Procel, 2015)

Assim como se apresentam as normas internacionais, é importante destacar e referenciar os trabalhos desenvolvidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) no tema de Eficiência Energética em Edificações. Duas referências principais são o [Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos](#), e o [Guia Prático de Conceitos e Ferramentas de Gestão e Auditoria Energéticas](#). Mais informações estão disponíveis no site do [Projeto 3E](#). Mais informações sobre sistemas de gestão de energia e eficiência energética também podem ser encontrados no [Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações](#).

No caso do Hospital da Mulher do Recife (HMR), o diagnóstico energético teve início em janeiro de 2020 com a solicitação inicial de informações sobre a edificação à Prefeitura, sendo requisitados:

- Faturas de energia elétrica emitidas pela concessionária local (CELPE) dos últimos 12 meses.
- Ano de construção, área construída, área útil<sup>4</sup>, área condicionada, quantidade de usuários, horário de operação, e descrição dos sistemas instalados, em especial o de condicionamento de ar.
- Projeto do hospital, incluindo a planta arquitetônica, projetos elétrico e hidráulico.
- Fotos da cobertura, do quadro de entrada de energia elétrica, do medidor da concessionária, especificações do material e área da cobertura.

4. A área útil inclui áreas comuns, banheiros e circulação mas exclui andares técnicos e estacionamentos.

Foram realizadas visitas técnicas no HMR nos dias 28 e 30 de janeiro de 2020, com o objetivo de conhecer os principais sistemas consumidores de energia, as ações de eficiência energética e boas práticas já implementadas, e encontrar oportunidades de melhoria do desempenho energético. Foram identificadas as seguintes ações já desenvolvidas e boas práticas:

- Sistema de condicionamento de ar que conta com uma torre de termoacumulação, que permite o desligamento dos chillers<sup>5</sup> no horário de ponta<sup>6</sup> (17h às 21h).
- Desligamento das bombas secundárias do sistema de climatização no período noturno (00h às 05h).
- Roda entálpica para pré-tratamento de ar externo, retirando parte da carga térmica causada pela umidade e temperatura externa e reduzindo o consumo de energia.

5. Chillers são equipamentos que trocam calor de um fluido refrigerante para um fluido intermediário, como a água gelada, que pode ser distribuída para equipamentos de ar condicionado em diferentes ambientes. É utilizado em sistemas centrais de climatização. A torre de termoacumulação armazena parte desta água gelada para ser utilizada nos momentos de desligamento dos chillers.

6. O horário de ponta é um intervalo de tempo em que a tarifa de energia elétrica é mais cara que o restante do dia.

- Inversores de frequência<sup>7</sup> instalados nas bombas secundárias e fancoils<sup>8</sup>.
- Plano de Manutenção e Controle (PMOC) e equipe de manutenção dedicada.
- Troca de todas as lâmpadas de iluminação interna para LED em 2018/2019, com recursos da CELPE.
- Equipamentos com Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nível A e/ou com Selo Procel.
- Estação de tratamento de esgoto.
- Reaproveitamento da água de descarte das torres de resfriamento<sup>9</sup> para jardinagem.

As medidas de melhoria do desempenho energético são descritas nas próximas seções deste capítulo.

7. Inversores ou variadores de frequência são dispositivos eletrônicos capazes de acionar um motor elétrico e controlar sua frequência e a tensão de alimentação simultaneamente, permitindo assim o controle da velocidade de giro e potência, de modo a reduzir a potência dos motores em momentos que não são 100% requeridas.

8. Fancoils são equipamentos com serpentinas e ventiladores, por onde passa a água gelada do sistema central para distribuir ar frio aos ambientes climatizados.

9. As torres de resfriamento são equipamentos que tem como finalidade remover calor do sistema de ar condicionado.

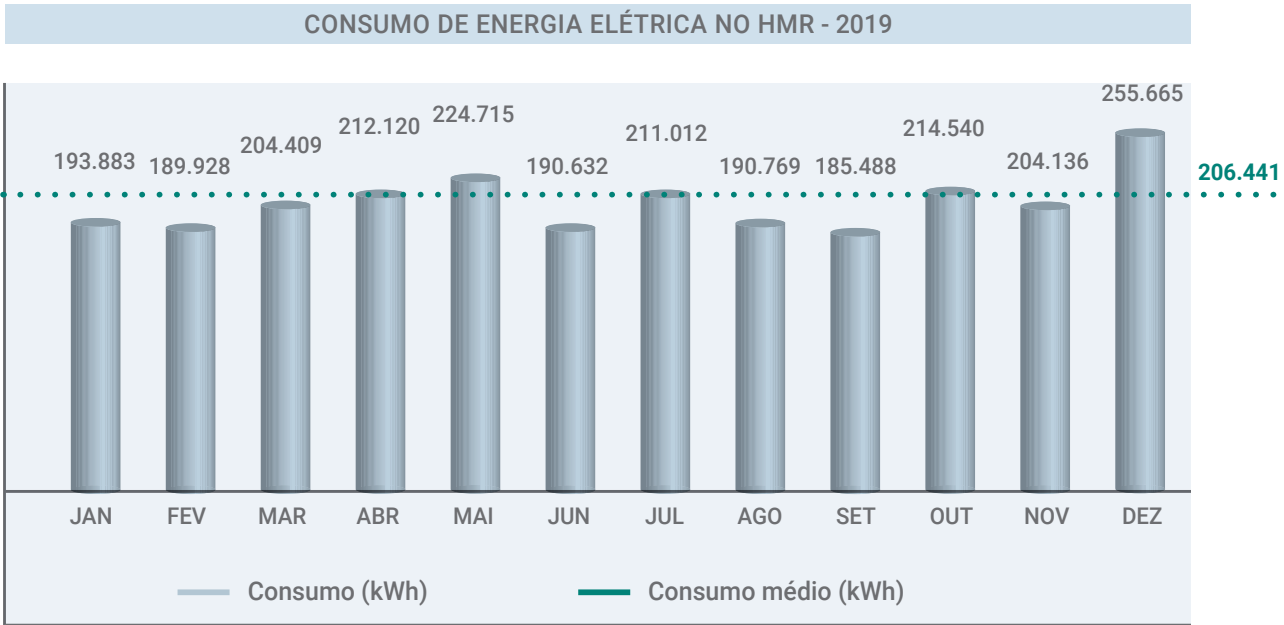


Gráfico 1. Consumo de energia elétrica no HMR em 2019.

Fonte: CELPE.

| HOSPITAL DA MULHER DO RECIFE (HMR)                |                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ano de Construção                                 | 2016                                                                                                                                                                                   |
| Área Construída Total (m²)                        | 13.068,01 m²                                                                                                                                                                           |
| Área Útil Total (m²)                              | 11.002,77 m²                                                                                                                                                                           |
| Área Útil Condicionada Total (m²)                 | 9.572,41 m²                                                                                                                                                                            |
| % de Área Útil Condicionada                       | 87%                                                                                                                                                                                    |
| Número de andares                                 | 3                                                                                                                                                                                      |
| Número de elevadores                              | 3                                                                                                                                                                                      |
| Número de funcionários                            | 400 por turno de 12h                                                                                                                                                                   |
| Pacientes e acompanhantes                         | 200 por turno de 12h                                                                                                                                                                   |
| Taxa de ocupação do edifício <sup>10</sup>        | 100%                                                                                                                                                                                   |
| Horário de Operação                               | 24h                                                                                                                                                                                    |
| Capacidade Térmica Instalada de Climatização      | Central de Água Gelada com Chillers a Água, Torres de Resfriamento e Tanque de Termoacumulação Fancoils com roda entálpica Fancoletes do tipo cassete em ambientes de uso não contínuo |
| Consumo anual de energia elétrica (2019)          | 2.477.294 kWh/ano                                                                                                                                                                      |
| Intensidade de Uso Energético <sup>11</sup> (EUI) | 225,15 kWh/m²/ano                                                                                                                                                                      |

Tabela 6. Dados do HMR.

Fonte: Hospital da Mulher do Recife, 2020.

10. Percentual de conjuntos ou pavimentos ocupados.

11. O EUI é um indicador de intensidade de consumo energético que relaciona o consumo anual por área útil, utilizado para comparação de desempenho energético de edifícios de uma mesma tipologia (benchmarking energético).

### 3.2 INSTALAÇÕES

Localizado no município do Recife, o Hospital da Mulher do Recife (HMR), inaugurado em 10 de maio de 2016, possui 150 leitos, atendendo 12 especialidades médicas numa área construída de 13 mil metros quadrados em um terreno de 30 mil metros quadrados. Sua estrutura é formada por um conjunto de prédios de dois a três andares e estacionamento. Abaixo é possível ver uma imagem superior do terreno do hospital.



Figura 6. Foto Via Satélite e da entrada do HMR.

Fonte: Google Maps.

- 150 LEITOS
- 12 ESPECIALIDADES MÉDICA
- ÁREA CONSTRUÍDA DE 13 MIL METROS
- TERRENO DE 30 MIL METROS QUADRADOS



Nas imagens a seguir é possível ver a estrutura interna e externa do hospital, bem como sua cobertura.



Figura 7. Foto da Cobertura e da Área Externa superior do HMR.



Fonte: Consultorias, 2020.



Figura 8. Fotos do Corredor da Enfermaria e do Pronto Atendimento do HMR, com destaque para a iluminação interna.

Fonte: Consultorias, 2020.

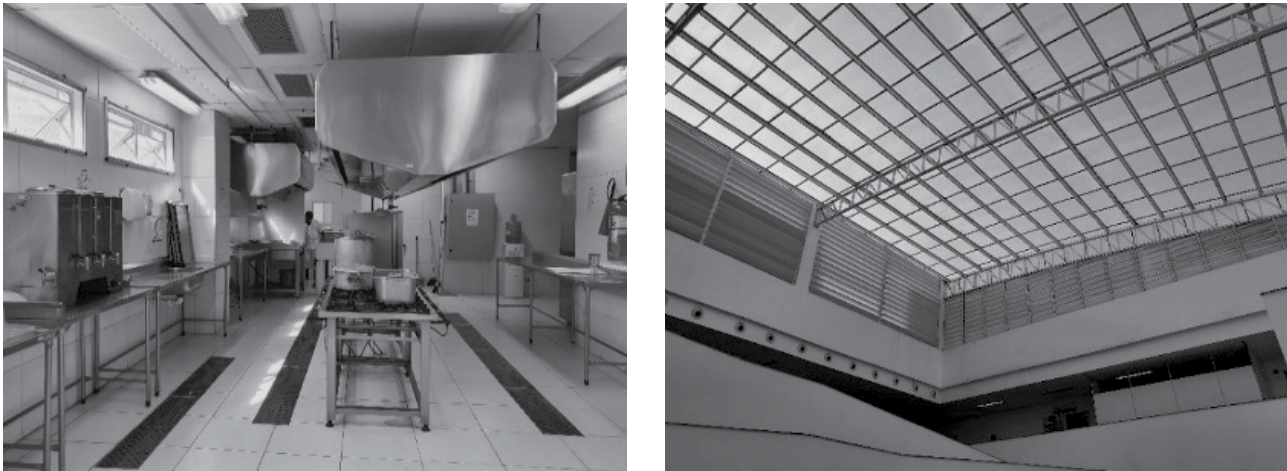


Figura 9. Foto da Cozinha e da Área Interna do HMR, com destaque para iluminação natural (direita). Fonte: Consultorias, 2020.



Figura 13. Foto da torre de termoacumulação (esquerda) e da estação de tratamento de esgoto do HMR (direita). Fonte: Consultorias, 2020

| ANDAR    | AMBIENTE                                                     | ÁREA ÚTIL (M²) | ÁREAS TÉCNICAS E DEPÓSITOS (M²) | ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL (M²) |
|----------|--------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------|
| TÉRREO   | Emergência                                                   | 698,02         | -                               | 698,02                     |
|          | Imagem                                                       | 729,34         | -                               | 729,34                     |
|          | Casa da mãe                                                  | 348,12         | -                               | 348,12                     |
|          | Ambulatório                                                  | 1139,56        | -                               | 1139,56                    |
|          | Refeitório                                                   | 132,95         | -                               | 132,95                     |
|          | Nutrição (coz. + lac.)                                       | 376,19         | -                               | 376,19                     |
|          | Caf                                                          | 63,37          | -                               | 63,37                      |
|          | Auditório                                                    | 84,2           | -                               | 84,2                       |
|          | Farmácia central                                             | 64,39          | -                               | 64,39                      |
|          | Almoxarifado                                                 | 25,73          | -                               | 25,73                      |
|          | Alameda de serviço                                           | 366,4          | -                               | 366,4                      |
|          | Praça interna                                                | 445,45         | -                               | 445,45                     |
|          | Vestiários func.                                             | 73,76          | -                               | 73,76                      |
|          | Repouso médico                                               | 70,49          | -                               | 70,49                      |
|          | Diretoria/recepção                                           | 357,39         | -                               | 357,39                     |
|          | Necr./roup./same                                             | 119,37         | -                               | 119,37                     |
|          | Sony santos                                                  | 225,54         | -                               | 225,54                     |
|          | Samu                                                         | 487,28         | -                               | 487,28                     |
|          | Serviços (casa gases / cag / subestação / lixeira / guarita) | -              | 492,72                          | 492,72                     |
| 1º ANDAR | Alojamento conj                                              | 1094,56        | -                               | 70,49                      |
|          | UTI mulher                                                   | 337,35         | -                               | 357,39                     |
|          | UTI neonatal                                                 | 290,99         | -                               | 119,37                     |
|          | Bloc cirurgico                                               | 449,73         | -                               | 225,54                     |
|          | Circulação                                                   | 644,34         | -                               | 70,49                      |
|          | CPN                                                          | 337,26         | -                               | 357,39                     |
|          | CME                                                          | 236,18         | -                               | 119,37                     |
|          | Agen. Transf.                                                | 119,05         | -                               | 225,54                     |
|          | Auditório                                                    | 43,2           | -                               | 119,37                     |
|          | Administrativo                                               | 314,41         | -                               | 314,41                     |
| 2º ANDAR | Alojamento conj                                              | 1328,15        | -                               | 225,54                     |
|          | Casas de máquinas                                            | 0              | 985,56                          | 985,56                     |
|          | Pavim. Tec. Desc.                                            | 0              | 586,96                          | 586,96                     |
| TOTAL    |                                                              | 11.002,77      | 2.065,24                        | 13.068,01                  |

Tabela 7. Quadro de áreas do HMR. Fonte: Hospital da Mulher do Recife, 2020.

### 3.3 INSUMOS PARA CONTRATAÇÃO DE PROJETO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Um sistema de geração de energia solar fotovoltaica é um sistema capaz de gerar energia elétrica a partir da radiação solar, e seus principais componentes são os painéis solares, inversores e controladores de carga. O projeto desenvolvido para o HMR é enquadrado como geração distribuída, ou seja, caracteriza-se pela forma descentralizada de geração de energia realizada junto ou próxima aos seus consumidores. No Brasil, a geração distribuída é regulamentada pelas resoluções normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), REN N° 482/2012, REN N° 687/2015 e REN N° 786/2017, que estabelecem as condições gerais para o acesso e injeção de energia na rede do Sistema Interligado Nacional (SIN) e o sistema de compensação de

energia elétrica. Sistemas com potência nominal inferior a 75 kW são classificados como microgeração, e sistemas com potência superior a 75 kW e inferior a 5 MW são classificados como minigeração distribuída.

Foram desenvolvidos dois projetos básicos para o sistema de geração fotovoltaica do HMR: um sistema inicial, de 17 kW, a ser implementado com o uso do capital semente do projeto Urban-LEDS II, e uma expansão de 244 kW, com o objetivo de servir de insumo para obtenção de financiamento e ampliação dos benefícios da geração de energia renovável para o hospital. A expansão foi projetada de forma a garantir o maior aproveitamento possível do telhado do HMR, de modo que a usina passará a ser enquadrada como minigeração distribuída.

A linha de base para o dimensionamento do sistema de geração de energia fotovoltaica considerou o consumo de energia elétrica do HMR entre os meses de julho de 2019 a junho de 2020. Considerou-se um consumo anual de 2.605.000 kWh.



Um sistema de geração de energia solar fotovoltaica é um sistema capaz de gerar energia elétrica a partir da radiação solar, e seus principais componentes são os painéis solares, inversores e controladores de carga.

#### a. Especificações técnicas do sistema

A Tabela a seguir apresenta um resumo das especificações técnicas dos projetos básicos inicial e de expansão para o HMR. Encontram-se anexos os projetos básicos completos dos dois sistemas, contendo:

- Projeto Básico (diagrama unifilar; layout da estrutura, painéis, strings e infraestrutura, detalhes do projeto).
- Relatório Econômico.
- Memorial Técnico Descritivo.
- Norma de Microgeração – Conexão de Microgeradores da CELPE.
- Planilha de Micro e Minigeração da CELPE.
- Certificados e especificações técnicas dos inversores e dos módulos fotovoltaicos.

| DADOS DE GERAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO PREVISTO | INICIAL                 | EXPANSÃO                                   | TOTAL                          |
|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|
| Potência Nominal Corrente Alternada (CA) - kW     | 17,00 kW                | 244 kWp                                    | 261,00 kW                      |
| Potência Nominal Corrente Contínua (CC) - kWp     | 17,42 kWp               | 286,43 kWp                                 | 303,85 kWp                     |
| Número de módulos                                 | 52 módulos              | 855 módulos                                | 907 módulos                    |
| Potência Nominal CC de cada módulo - Wp           | 335 Wp                  | 335 Wp                                     | 335 Wp                         |
| Tecnologia dos Módulos                            | Policristalino          | Policristalino                             | Policristalino                 |
| Local Previsto de Instalação                      | Telhado de Fibrocimento | Telhado de Fibrocimento e Laje             | Telhado de Fibrocimento e Laje |
| Área do Telhado Utilizada (m²)                    | 100,88 m²               | 1714,00 m²                                 | 1814,00 m²                     |
| Quantidade de Inversores Fotovoltaicos            | 1 inversor              | 10 inversores                              | 11 inversores                  |
| Potência Nominal do Inversor CA - kW              | 17,0 kW                 | 2x 60 kW<br>1x 40 kW<br>3x 20kW<br>4x 6 kW | -                              |
| Energia gerada (kWh/ano)                          | 24.586,6 kWh/ano        | 404.260,4 kWh/ano                          | 428.847 kWh/ano                |
| Percentual do consumo atendido                    | 1%                      | 15,5%                                      | 16,5%                          |

Tabela 8. Especificações técnicas do sistema fotovoltaico do HMR

Fonte: Consultorias, 2020.

#### b. Critérios de qualidade

Neste item, são apresentados critérios de qualidade a serem avaliados para a contratação e instalação do sistema fotovoltaico.

- Atender a todas as normas vigentes e às especificações técnicas exigidas pela distribuidora local e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), presentes no Memorial Descritivo em Anexo;
- O projeto executivo fotovoltaico seja elaborado e executado por empresa qualificada e especializada;
- Elaborar ART (Atestado de Responsabilidade Técnica) de projeto com profissional registrado no CREA;
- A empresa contratada deve comprovar a execução de outros projetos que somem, pelo menos, 200 kWp;
- Usar componentes de qualidade em toda instalação: estrutura, fixações, infraestrutura elétrica, dispositivos de proteção etc;
- Apresentar e manter um engenheiro civil ou arquiteto com experiência em execução de obra em estruturas de telhados e coberturas de edificações, comprovada por meio de apresentação do acervo técnico emitido pelo respectivo CREA ou CAU;
- Destaca-se que a contratada deverá remover e providenciar destinação adequada, seguindo as regras da legislação brasileira e local, bem como as boas práticas de reuso e reciclagem, e às suas custas, quaisquer sobras e restos de materiais, bem como equipamentos e acessórios inservíveis e/ou desinstalados, dos locais de prestação dos serviços, cumprindo as exigências dos órgãos de controle ambiental, responsabilizando-se, ainda, por quaisquer danos causados em decorrência do transporte ou dos serviços.

#### c. Orçamento

Neste item é apresentado o orçamento do sistema fotovoltaico previsto, considerando a etapa inicial (17kW) e a possível posterior expansão. Maiores detalhes podem ser vistos no projeto básico em anexo a este relatório, em especial o Relatório Econômico.

| ORÇAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO PREVISTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | INICIAL                  | EXPANSÃO                 | TOTAL            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| <b>Custo do Sistema Fotovoltaico</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Painéis fotovoltaicos de 335 Wp ou superior</li><li>• Inversores</li><li>• Estrutura de fixação para instalação em telhado cerâmico</li><li>• Quadros de Proteção, Cabeamento, Eletrodutos e Conectores Trecho em Corrente Contínua</li><li>• Quadros de Proteção, Cabeamento, Eletrodutos e Conectores Trecho em Corrente Alternada</li><li>• Instalação Eletromecânica</li><li>• Projeto de Engenharia e Aprovação na CELPE</li><li>• Testes e Comissionamento conforme NBR 16274</li><li>• Manual de Operação e Manutenção e Certificados de Garantia</li></ul> | R\$ 73.253               | R\$ 1.101.075            | R\$ 1.174.328    |
| <b>Laudo da cobertura</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Serviços de Engenharia Civil para avaliar o estado do telhado e a carga máxima suportada</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | R\$ 18.000 <sup>12</sup> | -                        | R\$ 18.000       |
| <b>Adequação da cabine primária</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Adequação das proteções na cabine por conta da microgeração (relé, disjuntor)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -                        | R\$ 60.000 <sup>13</sup> | R\$ 60.000       |
| TOTAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | R\$ 91.253               | R\$ 1.161.075            | R\$ 1.252.328    |
| <b>Custo de Manutenção</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Serviços para lavagem dos módulos, reavaliação de conexões, reaperto de parafusos e check-up geral do sistema</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | R\$ 733 ao ano           | R\$11.000 ao ano         | R\$11.000 ao ano |
| Economia mensal (R\$/mês)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | R\$ 793,41               | R\$ 15.086,74            | -                |
| Tempo de retorno do investimento – <i>payback</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6 anos e 11 meses        | 5 anos e 7 meses         | -                |

Tabela 9. Orçamento Sistema Fotovoltaico previsto.  
Fonte: Consultorias, 2020.

12. Valor estimado  
13. Valor estimado

d. Orientações para manutenção

Nesta seção são apresentadas as atividades básicas de manutenção dos componentes de um sistema de geração de energia fotovoltaica. Para mais detalhes dos procedimentos, verificar no anexo o Memorial Descritivo do projeto básico.

I. Limpeza dos módulos fotovoltaicos

Limpeza dos módulos FV com água corrente e pano para retirar as sujeiras incrustadas, feita com periodicidade anual por um especialista. Deve ser feita preferencialmente nas primeiras horas da manhã e/ou final da tarde, inibindo choques térmicos que possam danificar os módulos.

II. Inspeção e Correção de infraestrutura e componentes elétricos

- Inspecionar em busca de corrosão ou sinais de umidade elevada os quadros elétricos;
- Checar funcionamento de disjuntores e chaves;

- Testar isolamento dos cabos das strings em relação à terra e inspecionar cabos para sinais de rachados, defeitos, conexões soltas.

III. Realizar regularmente inspeção visual nos inversores e painéis, buscando danos localizando vidros trincados/quebrados

IV. Observar potenciais sombreamentos não previstos antes da instalação do sistema

Verificar se algum objeto, como vegetação, está causando sombreamento indevido nos arranjos, que podem vir a prejudicar a operação ou a vida útil do sistema.

V. Monitorar a produção de energia (via inversor)

Observar no display do inversor os indicadores operacionais instantâneos e comparar os valores observados com os esperados.

3.4 INSUMOS PARA CONTRATAÇÃO DE PROJETO DE ILUMINAÇÃO

Esta seção apresenta os insumos técnicos e projeto básico para o *retrofit* da iluminação externa do estacionamento do HMR.

O sistema atual é composto por luminárias de vapor de sódio, sendo proposta a alteração para luminárias de LED, estudando a possibilidade e o custo benefício de sistemas de automação como relé fotoelétrico e telegestão.

A tecnologia LED (em inglês: *light-emitting diode*) é uma das mais utilizadas atualmente pois traz diversos benefícios em relação a fontes de luz tradicionais, principalmente considerando seu custo x benefício por ter uma maior eficiência luminosa<sup>14</sup>, ou seja, emite a mesma quantidade de luz com uma potência menor.

Seu funcionamento acontece transmitindo luz por eletroluminescência, ao contrário de fontes de luz tradicionais, como incandescente que emitem luz ao aquecer um filamento, ou fluorescentes e vapor de sódio que produzem luz a partir de descarga elétrica no gás. Fora a diferença de funcionamento, suas principais vantagens são:

**Vida útil**

Aproximadamente 50.000 horas de consumo, o que equivale a 17 anos de uso considerando 8 horas diárias.

**Não emite raios infravermelhos ou ultravioletas**

Pode ser usado para iluminação de construções históricas ou vegetação sem preocupação de causar danos.

**Baixo custo de manutenção**

Por ter grande vida útil, gera menos necessidade de substituição.

**São recicláveis**

Considerada como um equipamento eletrônico, suas peças podem ser recicladas e não possuem elementos nocivos ao ambiente se descartadas incorretamente como as lâmpadas fluorescentes, ou vapor de sódio que contém mercúrio.

**Menor risco de acidente**

Trabalha em baixa tensão, portanto pode ser utilizada em ambientes úmidos sem oferecer risco de choque e não esquenta, portanto não tem risco de queimadura.

É importante destacar que fatores não relacionados com a qualidade das lâmpadas LED podem afetar sua durabilidade, como oscilações da rede elétrica ou mal contato no ponto de instalação.

Por ser uma “nova” tecnologia, seu custo inicial é mais alto quando comparado a outras fontes de iluminação. Portanto, para avaliar sua viabilidade econômica é necessário avaliar o tempo de retorno do investimento (*payback*) considerando as economias obtidas na operação, como as despesas com energia elétrica e manutenção.

e. Especificações técnicas do sistema

Os dados das luminárias existentes e fotometria foram obtidos por meio da visita técnica e do contato com a equipe de manutenção do Hospital, e alguns dados foram estimados a partir de pesquisa de modelos similares disponíveis no mercado. As figuras e tabelas abaixo descrevem a situação atual do sistema.



Figura 10. Imagem de satélite do terreno. Fonte: Google Maps. Acesso em maio 2020.

| SISTEMA ATUAL - PREMISSAS          |                |
|------------------------------------|----------------|
| Quantidade de postes <sup>15</sup> | 87             |
| Altura (m)                         | 9,0            |
| Lâmpadas                           | Vapor de Sódio |
| Potência (W)                       | 250            |
| Fluxo luminoso (lm)                | 20.500lm       |
| Eficiência (lm/W)                  | 64 lm/W        |

Tabela 10. Caracterização do sistema atual de iluminação externa do HMR. Fonte: Consultorias, 2020.

15. A posição e quantidade foi definida conforme projeto de elétrica, observada em levantamento fotográfico e confirmada com a equipe técnica do HMR.

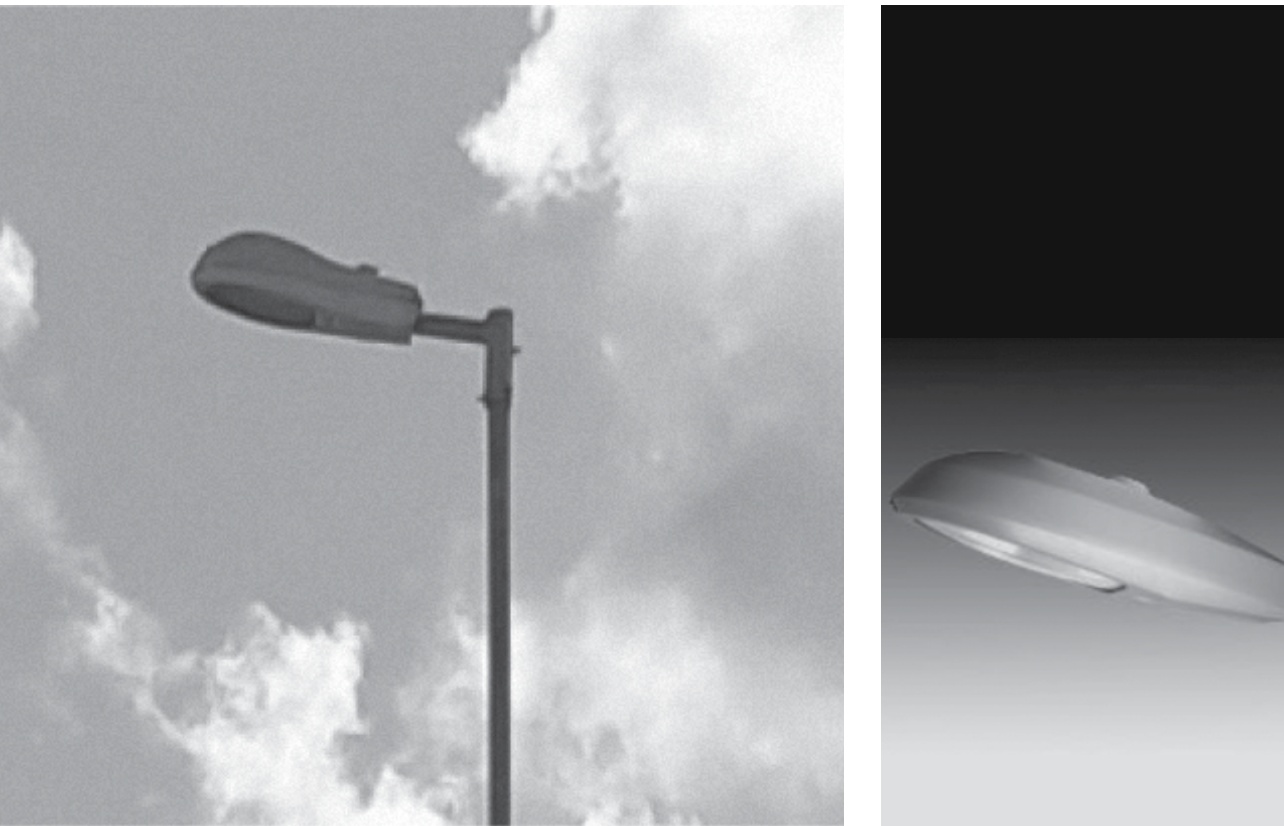


Figura 11. Esquerda: Foto de uma luminária existente – Direita: Imagem da luminária considerada em simulação. Fonte: Visita técnica e <https://lumsearch.com/> acesso em julho 2020

| AVAILABLE EQUIPMENT  | NOMINAL LAMP POWER | LAMP FLUX | LUMINOUS EFFICACY | CCT    | CRI |
|----------------------|--------------------|-----------|-------------------|--------|-----|
| 1x Metal halide lamp | 250 W              | 20500 lm  | 64 lm/W           | 4500 K | 65  |

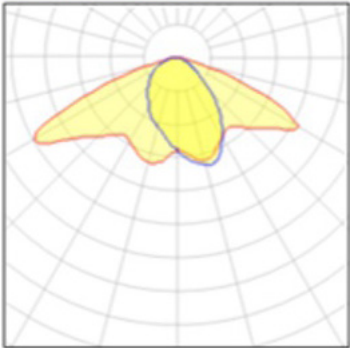
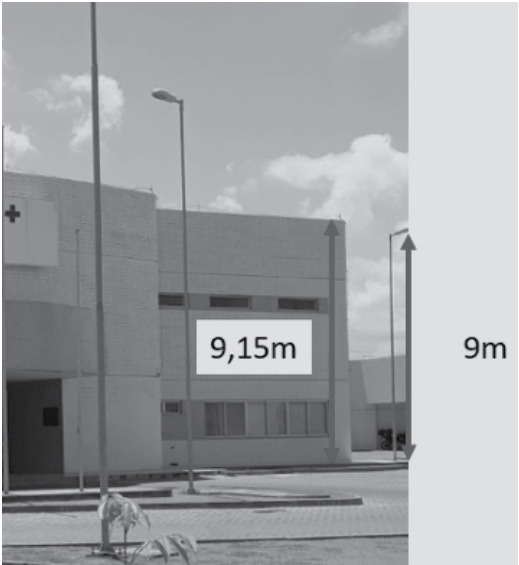


Figura 12. Ficha técnica da luminária considerada na simulação. Fonte: <https://lumsearch.com/>. Acesso em julho 2020.



Figura 13. Análise de fotos para determinar altura dos postes.



Fonte: Adaptado de fotos da visita técnica.

Para definir o parâmetro de qualidade utilizado para avaliar o sistema de iluminação artificial do estacionamento externo foi realizada uma pesquisa das normas existentes, nacionais e internacionais. O critério escolhido foi o da norma EN 12464-2 - *Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places*. Foi utilizada norma internacional, pois a norma brasileira de iluminação artificial (baseada em uma norma internacional) contempla apenas espaços internos.

| ÁREAS DE ESTACIONAMENTO | ILUMINÂNCIA <sup>16</sup> REQUERIDA (LUX) |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| Tráfego leve            | 5 lux                                     |
| Tráfego médio           | 10 lux                                    |
| Alto tráfego            | 20 lux                                    |

Tabela 11. Caracterização do sistema atual de iluminação externa do HMR.

Fonte: EN 12464-2.

16. Também conhecido como iluminamento, este fator corresponde ao fluxo luminoso (lm) incidente em uma superfície por unidade de área (m²) e é medido em lux (lm/m²). Um lux equivale à iluminância em uma superfície plana de 1 m², sobre a qual incide o fluxo luminoso de 1 lm, perpendicularmente a ela.

A simulação lumínica foi realizada de acordo com as exigências da EN 12464-2, que requer níveis mínimos de iluminância na superfície de trabalho, e, no caso de estacionamentos e vias, é considerada a área de piso. Para o estudo foi utilizado o software de simulação Dialux Evo 9.0. Foram realizadas simulações da situação atual e das propostas de retrofit, e seus resultados são apresentados a seguir.

I. Situação atual

O projeto atual conta com 87 luminárias dividida em 19 circuitos, contudo apenas parte é mantida acesa durante a noite. Foram feitas duas simulações, a primeira considerando todas as luminárias acesas e a segunda considerando apenas parte dos circuitos acesos. Foram considerados circuitos alternados, conforme indicado no projeto de elétrica, procurando manter pelo menos 20 lux em todas as áreas para garantir a qualidade da iluminação, sendo aceitável valores de até 5 lux conforme tráfego.

Os resultados da simulação estão indicados nas figuras a seguir. É possível perceber que 100% das lâmpadas acesas resultam em valores de iluminância acima do mínimo de 20 lux exigido pela norma, validando a possibilidade adotada pelo hospital de manter apenas alguns circuitos acesos.

Alguns pontos não atingem o nível mínimo de 20 lux com a iluminação atual. Algumas considerações podem ser feitas para esses locais:

- O pátio de manobra é uma área apenas de circulação de veículos e não de pedestres, sendo aceitável atingir valores mais baixos.
- A área de estacionamento na seção inferior da imagem tem valores acima de 10 lux, aceitável pois está em uma área interna e ter menor tráfego.
- As entradas do Hospital possuem iluminação interna, que contribuem com luminosidade adicional nessas áreas, mas que não foram consideradas na simulação.
- As áreas próximas as vias de acesso recebem luminosidade adicional dos postes públicos, não considerados na simulação.

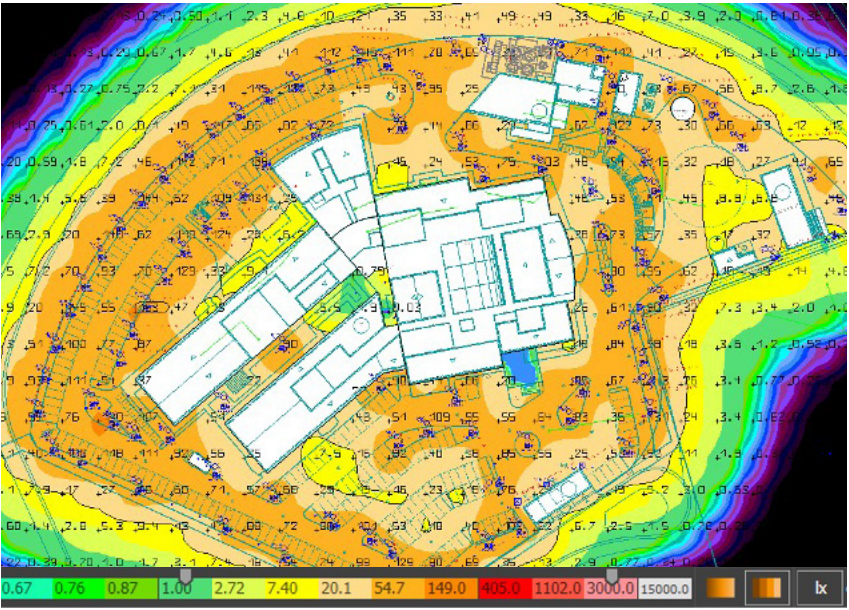


Figura 14 - Simulação situação atual 1, com 100% das luminárias acesas (87). Fonte: Dialux Evo  
O limite de nível de 20 lux é indicado pela linha escura e cor laranja clara.

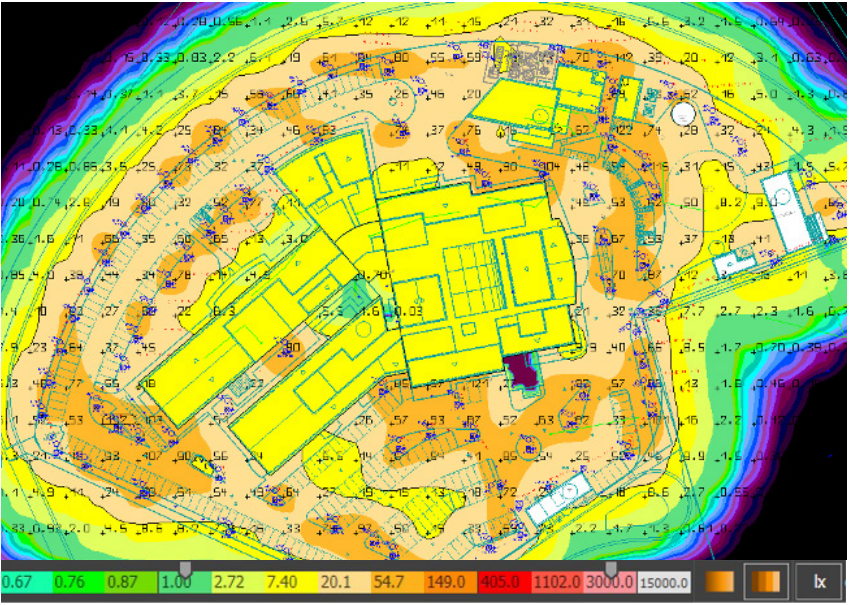


Figura 15- Simulação situação atual 2, com 70% das luminárias acesas (61 - Circuitos 2,4,7,8,9,10,11,13,16,17,18,19). Fonte: Dialux Evo  
O limite de nível de 20 lux é indicado pela linha escura e cor laranja clara.

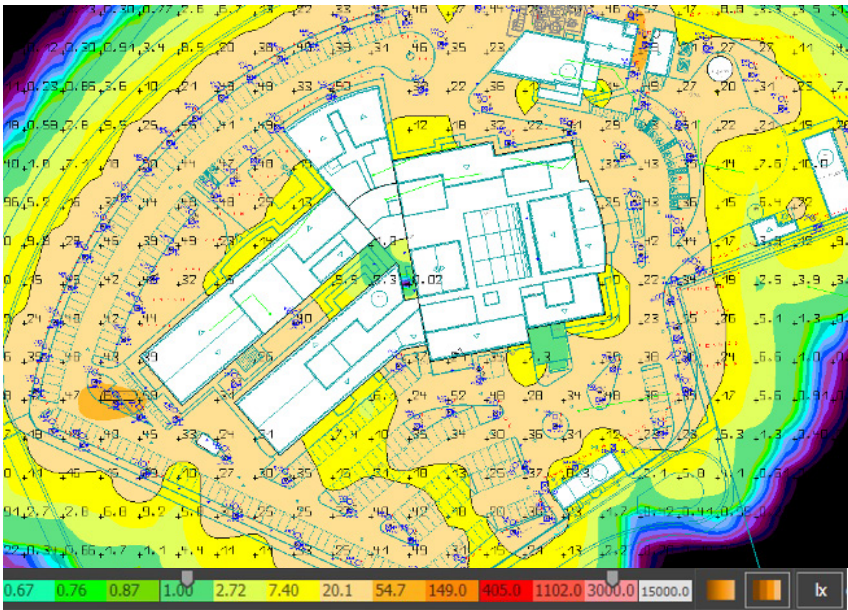


Figura 16. Simulação Proposta 1 - Iluminação 100% - 87 luminárias de 10.000 lm. Fonte: Dialux Evo

O limite de nível de 20 lux é indicado pela linha escura e cor laranja clara

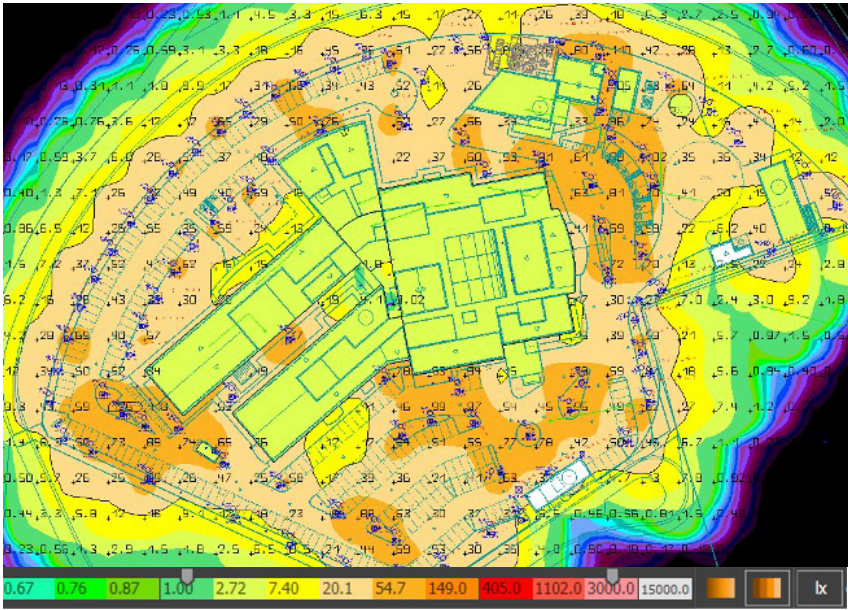


Figura 17. Simulação Proposta 2 - Iluminação 70% - 61 luminárias de 20.000 lm. Fonte: Dialux Evo

O limite de nível de 20 lux é indicado pela linha escura e cor laranja clara.

II. Situação proposta

Para determinar as economias decorrentes do relé fotoelétrico, foram feitas simulações no equinócio de inverno, verão e no solstício, para verificar que horário do dia a iluminação ligaria e desligaria quando atingisse níveis de iluminância pré definidos.

Para definição das luminárias de LED propostas foram procurados modelos disponíveis no mercado com fluxo luminoso equivalente e curva fotométrica similar.

Foram elaboradas e avaliadas três propostas de retrofit:

**Proposta 1:** considerando o uso de todos os postes existentes (87), com luminárias de menor fluxo luminoso (10.000 lm) de 80W.

**Proposta 2:** considerando parte dos circuitos ligados (61 postes), com luminárias de fluxo luminoso equivalente a situação atual (20.000 lm) de 140W.

**Proposta 3:** considerando a retirada de alguns postes (55), com luminárias de fluxo luminoso equivalente a situação atual (20.000 lm) de 140W.

Dentre as propostas simuladas, a 1ª mostra uma situação usando todos os postes atuais e a 2ª e 3ª sugerem a retirada de parte dos postes.

Todas as propostas simuladas atendem o requisito de 20 lux nas principais áreas de circulação, com maiores níveis próximos às entradas. A proposta 1 sugere luminárias com menor fluxo luminoso e potência só que em maior quantidade, enquanto as outras duas opções diminuem a quantidade, mas usa lâmpadas com consumo maior.

A análise de *payback* pode auxiliar na verificação de qual sistema mais viável economicamente a longo prazo. As figuras a seguir apresentam os resultados das simulações.

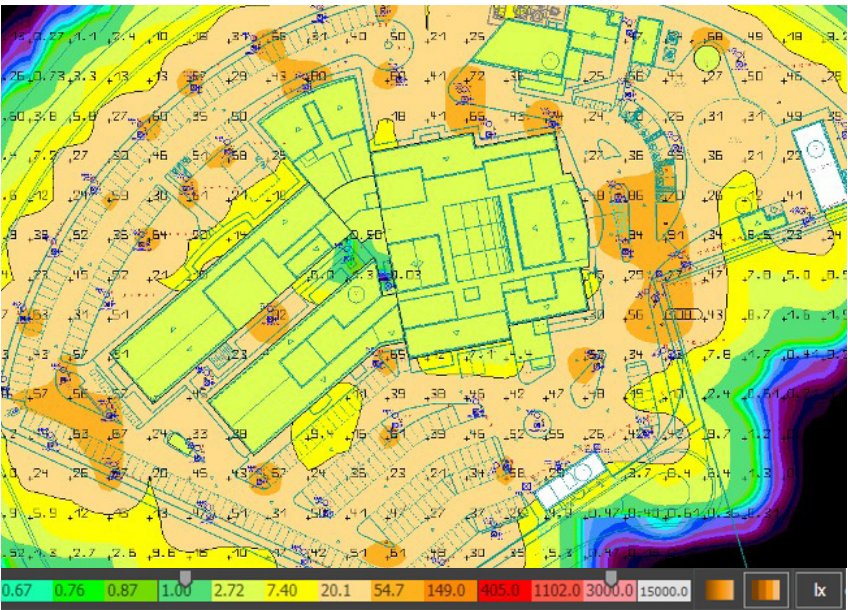


Figura 18. Simulação Proposta 3 - Redução de postes - 55 luminárias de 20.000 lm. O limite de nível de 20 lux é indicado pela linha escura e cor laranja clara.

Fonte: Dialux Evo

SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Foi feita uma simulação de iluminação natural para verificar quais seriam os horários de funcionamento do sistema no caso de uso do relé fotoelétrico e dimerização.

A modelagem foi feita no software SketchUp 2016 com plugin do Open Studio e a simulação com Energy Plus 9.3. O arquivo climático utilizado foi "BRA\_PE\_Recife.819580\_INMET", disponibilizado Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Relé Fotoelétrico

O sistema atual possui temporizador para controle da iluminação externa além de relé fotoelétrico, contudo apenas o temporizador é utilizado. Os horários de uso com temporizador e com relé fotoelétrico, obtidos a partir das simulações estão indicados na tabela a seguir:

| DIA SIMULADO            | HORÁRIO QUE LIGA |          | HORÁRIO QUE DESLIGA |          | DIFERENÇA DE HORAS |
|-------------------------|------------------|----------|---------------------|----------|--------------------|
|                         | ATUAL            | PROPOSTO | ATUAL               | PROPOSTO |                    |
| 22 de junho (inverno)   | 17:30            | 17:00    | 6:00                | 5:40     | +10 min            |
| 28 de agosto            | 17:30            | 17:10    | 6:00                | 5:40     | 0 min              |
| 23 setembro (equinócio) | 18:00            | 17:10    | 4:30                | 5:40     | +2 horas           |
| 22 dezembro (verão)     | 18:00            | 17:30    | 4:30                | 5:10     | +1 h 10 min        |

Tabela 12. Comparação do horário de iluminação com temporizador e relé fotoelétrico. Obs: Proposta considerando relé que liga quando atinge 20 lux e desliga quando atinge 25 lux.

Fonte: Consultorias, 2020.

A simulação mostrou que o horário com uso de relé fotoelétrico é maior do que com temporizador, considerando a situação atual. Dessa forma, o uso do relé não foi considerado nos cálculos de *payback* por não demonstrar economias. No entanto, recomenda-se analisar os horários de uso do temporizador para garantir a qualidade da iluminação e segurança dos espaços externos.

Dimerização

Para a simulação da dimerização, foi analisado o período que a iluminação fica equivalente a 100%, por exemplo, 1 hora com iluminação a 50% da potência equivale a 30 min com potência total.

| DIA SIMULADO            | SITUAÇÃO ATUAL | DIMETRIZAÇÃO | DIFERENÇA DE HORAS |
|-------------------------|----------------|--------------|--------------------|
|                         | DURAÇÃO        | DURAÇÃO      |                    |
| 22 de junho (inverno)   | 12:30          | 12:30        | -10 min            |
| 28 de agosto            | 12:30          | 12:00        | - 30 min           |
| 23 setembro (equinócio) | 10:30          | 11:30        | +1 hora            |
| 22 dezembro (verão)     | 10:30          | 11:00        | + 30 min           |

Tabela 13. Comparação do horário de iluminação com temporizador e dimmers.

Fonte: Consultorias, 2020.

A simulação mostrou que os horários que a luminosidade das lâmpadas pode ser reduzida são próximos ao nascer e pôr do sol, com períodos totais de uso similares aos resultados obtidos no relé fotoelétrico.

Quando comparado o período de uso total equivalente a 100% da iluminação, o sistema com dimerização consome mais do que o temporizador. Esse resultado acontece porque a programação do temporizador está em horários que o arquivo climático usado na simulação ainda considera como escuros. Dessa forma não é possível obter economias com esse sistema. Na operação do edifício o sistema pode ter mais variação de uso considerando a iluminação viária, que não foi considerada nessa análise.

III. Análise de investimento

Foi feito estudo de payback comparando consumo elétrico atual e consumo previsto de cada proposta. Os valores de investimentos para troca do sistema foram baseados em pesquisa de mercado com fornecedores confiáveis. Mais informações podem ser encontradas na seção de orçamento.

Para base de comparação, a Proposta 1A, mostra um valor de investimento com compra em um site de vendas da internet, que possui valores mais baixos. Contudo, esses produtos não tem as mesmas garantias de fornecedores específicos e as luminárias tem menor eficiência. Nesse caso foi considerado que com 5 anos de uso metade do sistema teria que ser trocado, diminuindo as economias obtidas.

Não foram avaliados sistemas com relé fotoelétrico e telemetria pois como analisado nos capítulos anteriores, eles não demonstraram economias no tempo de consumo quando comparados ao temporizador.

| DESCRIÇÃO                 | ECONOMIA <sup>17</sup><br>(R\$/ANO) | INVESTIMENTO (R\$) | PAYBACK  | ECONOMIA VIDA ÚTIL 11 ANOS (R\$) |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------|----------------------------------|
| Proposta 1                | R\$ 34.832,60                       | R\$ 116.580,00     | 3,3 anos | R\$ 257.778,59                   |
| Proposta 1A <sup>18</sup> | R\$ 28.799,31                       | R\$ 60.900,00      | 2,1 anos | R\$ 186.192,42                   |
| Proposta 2                | R\$ 29.354,10                       | R\$ 117.120,00     | 3,9 anos | R\$ 196.975,06                   |
| Proposta 3                | R\$ 33.237,59                       | R\$ 101.760,00     | 3,0 anos | R\$ 255.053,51                   |

Tabela 14. Comparação análise de payback das propostas de retrofit de iluminação externa.

17. Considerou-se no cálculo da economia anual a substituição de 8 lâmpadas de vapor de sódio por ano que deixará de ser necessária. Esta informação foi disponibilizada pelo HMR.

18. Considerou um valor menor por luminária, obtido online.

ANÁLISE DE INVESTIMENTO

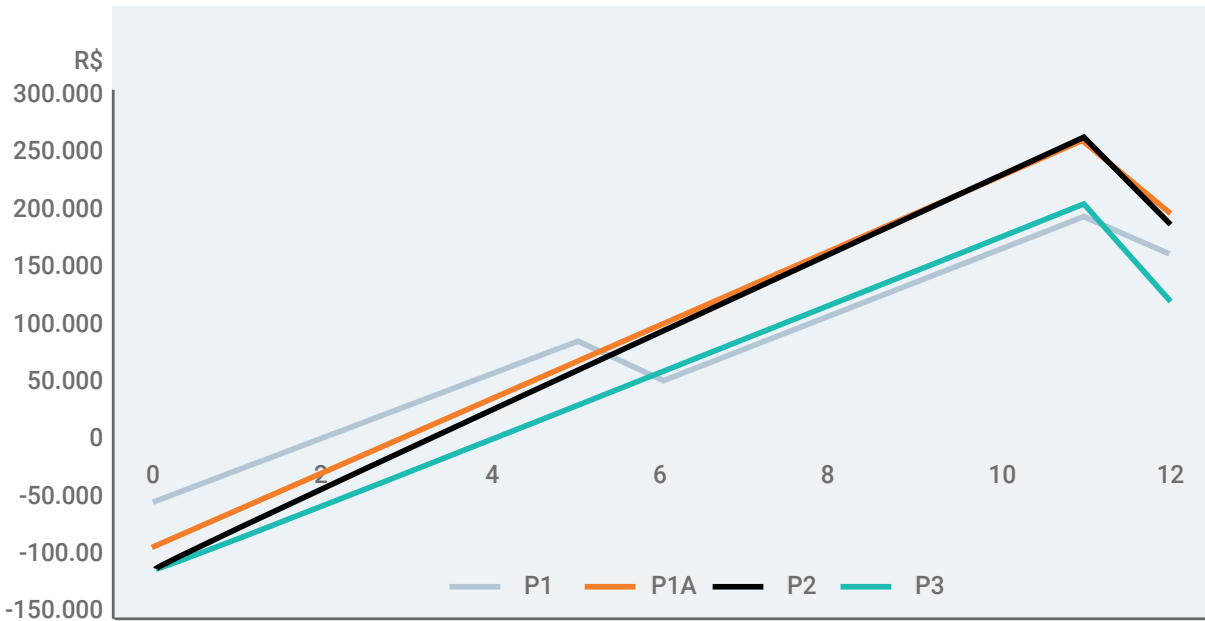


Gráfico 2. Análise de investimento para retrofit do sistema de iluminação externa do HMR.

A proposta com *payback* mais rápido foi a que considerou compra de produtos no site da internet, mas considerando a economia obtida durante toda a vida útil do sistema, essa opção foi a que obteve o menor valor.

O investimento inicial das demais propostas varia em R\$ 16.000,00, mas as economias a longo prazo das propostas 1 e 3 são maiores. A principal diferença é que a proposta 3 sugere a retirada de postes. A opção de retirada de postes foi discutida com a equipe técnica do HMR, que indicou preferência por manter-se o número já existente de postes. Desta forma, **a proposta mais adequada é a de número 1**, que considera o uso de todos os postes existentes (87), com luminárias LED de menor fluxo luminoso (10.000 lm) de 80W.

IV. Recomendação final

Com base na análise feita e nos resultados obtidos nas simulações, é possível definir as variáveis a serem consideradas na compra das novas luminárias, considerando a **Proposta 1**:

| LUMINÁRIAS LED PARA RETROFIT DA ILUMINAÇÃO EXTERNA DO HMR |                                            |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Quantidade                                                | 87                                         |
| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS                                 |                                            |
| Potência Nominal                                          | 70 a 100 W                                 |
| Tensão nominal                                            | Conforme instalações do HMR                |
| Frequência nominal                                        | Conforme instalações do HMR                |
| Fator de potência                                         | 0,92                                       |
| CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS                            |                                            |
| Fluxo luminoso                                            | 10.000 lm                                  |
| Temperatura de cor                                        | 4000 a 5000 K                              |
| Índice de reprodução de cor (IRC)                         | No mínimo 20                               |
| Fotometria                                                | Tipo II média Ângulo: assimétrico 80° 130° |
| CARACTERÍSTICAS DA GARANTIA E DE DESEMPENHO               |                                            |
| Eficiência Energética                                     | 120 lm/W ou superior                       |
| Grau de proteção                                          | IP 65 ou 66                                |
| Resistência a impactos                                    | IK 09                                      |
| Vida útil da lâmpada                                      | 50.000 h                                   |

Tabela 15. Especificações técnicas das luminárias para retrofit da iluminação externa.

O sistema de ligamento e desligamento por relé fotoelétrico e dimerização garante a qualidade da iluminação ao medir a luminosidade incidente no dia, contudo pode gerar mais horas de uso do que o sistema atual por temporizador. Recomenda-se reflexão e avaliação in loco se os horários de ligamento e desligamento da iluminação do temporizador são suficientes para o conforto e segurança dos usuários. Se for identificado que esse sistema realmente é mais interessante para o local, uma opção é ampliar o período que a iluminação fica ligada, se for julgado necessário.

Para outros estudos de iluminação é importante revisar fotometria e fluxo luminoso conforme projeto. Além disso, recomenda-se considerar a viabilidade caso a caso de implantação de sistemas de controle por relé fotoelétrico e telemetria.

f. Critérios de qualidade

- Os materiais fornecidos deverão ser novos, sem utilização anterior, e deverão estar acondicionados nas embalagens originais dos fabricantes devidamente lacradas;
  - Os materiais deverão ser entregues acompanhados das respectivas Notas Fiscais e do Termo de Garantia, se houver, emitidas pelo fabricante dos itens;
  - Os materiais deverão possuir marcação, etiqueta, número de série ou outra forma de identificação que determine o lote a que pertencem, de forma a viabilizar o acompanhamento da vigência da garantia de cada unidade;
- A entrega da ordem de compra deverá ser acompanhada de documento que relacione tal identificação com a data de entrega, se por acaso essa informação não estiver na própria identificação (exemplo de documento: nota fiscal com o número de série de cada lâmpada).
  - Poderá ser exigido do licitante que apresente amostra do material a ser entregue, para a verificação da compatibilidade com as especificações descritas e consequente aceitação.

g. Orçamento

| ORÇAMENTO DO RETROFIT DA ILUMINAÇÃO EXTERNA                                                                  | QUANTIDADE | CUSTO UNITÁRIO MÉDIO                                                                                         | TOTAL          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Custo Luminária<br>Luminárias LED para ambientes externos, simples, sem relé e/ou telemetria                 | 87         | Fornecedor 1: R\$ 880,00<br>Fornecedor 2: R\$ 768,40<br>Fornecedor 3: R\$ 360,46<br><b>Média: R\$ 670,00</b> | R\$ 58.290,00  |
| Custo de Instalação estimado<br>Considera-se como mão de obra o mesmo valor dos equipamentos como estimativa | -          | -                                                                                                            | R\$ 58.290,00  |
| Total Luminárias e Instalação                                                                                | 87         | -                                                                                                            | R\$ 116.580,00 |
| Economia anual (R\$/mês)                                                                                     |            |                                                                                                              | R\$ 34.832,60  |
| Tempo de retorno do investimento – <i>payback</i>                                                            |            |                                                                                                              | 3,3 anos       |

Tabela 16. Orçamento do Retrofit de Iluminação Externa.

Fonte: Consultorias, 2020.

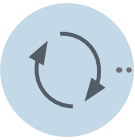
Os orçamentos obtidos com fornecedores são entregues como anexos a este relatório (Anexo 2).

h. Orientações para manutenção

Nesta seção são apresentadas as atividades básicas de manutenção para o sistema de iluminação.

As lâmpadas de LED possuem manutenção reduzida quando comparadas a outros tipos de lâmpadas por terem uma longa vida útil diminuindo a frequência necessária de troca e por dispensarem o uso de reatores, que são usados em outros tipos de iluminação e por serem um componente a mais no sistema que também podem apresentar defeitos e necessitar de reparos.

É importante prever manutenção preventiva, preditiva e corretiva ao fazer a troca das lâmpadas, pois garante que as instalações sejam mantidas em bom estado de uso e funcionamento durante sua vida útil e minimizando o incômodo aos usuários. No caso de lâmpadas externas de LED, algumas práticas a serem tomadas são:



Controle da sua vida útil, prevenindo a necessidade de troca.



Limpeza periódica das luminárias e lâmpadas para manter a qualidade da iluminação sobre o plano de trabalho e estudo.



Vistorias periódicas para verificar o funcionamento das lâmpadas e luminárias, assim como nível de luminosidade e limpeza;



Controle e rastreamento de irregularidades no sistema como: necessidade de troca mais frequente do que antecipada, mal funcionamento, diminuição do nível de luminosidade, entre outros.

É importante prever manutenção preventiva, preditiva e corretiva ao fazer a troca das lâmpadas, pois garante que as instalações sejam mantidas em bom estado de uso e funcionamento durante sua vida útil.

i. Gerenciamento de resíduos

As atividades de operação, manutenção e obras de iluminação artificial geram resíduos, que na maioria dos casos são passíveis de reutilização e reciclagem. Obras de substituição de luminárias/lâmpadas geram uma grande quantidade de resíduos que pode conter mercúrio e se descartado de maneira inadequada, pode gerar a contaminação do solo e da água e causar danos à saúde humana, fauna e flora.

Já as lâmpadas de LED são consideradas como resíduo eletrônico, portanto devem ser destinadas para locais que recebam e valorizem esse tipo específico de resíduo. Diversos fabricantes possuem programa de logística reversa, que consiste no retorno dos produtos após o uso pelo consumidor possibilitando que as lâmpadas trocadas sejam devolvidas. Recomenda-se verificar se o fornecedor escolhido possui o programa durante a contratação do serviço.

Dessa forma, é necessário fazer o descarte correto desse material, com planejamento do Programa de Gerenciamento de Resíduos de acordo com diretrizes da Política Nacional de Resíduos, avaliando armazenagem adequada, possíveis destinos e pontos de coleta disponíveis na cidade, solicitando a documentação de comprovação legal da destinação e comprovação, além de documento identificando volume de resíduo gerado, importante para controle interno e comprovar a legalidade no caso de eventual fiscalização.

3.5 OUTRAS MEDIDAS RECOMENDADAS

São apresentadas nessa seção outras medidas de mitigação elencadas para implementação no hospital.

a. Aquecimento Solar de Água

O sistema de aquecimento solar proposto e detalhado abarca uma primeira estimativa, considerando toda a área do telhado disponível. Outras premissas poderão ser consideradas para o dimensionamento do sistema, modificando os parâmetros de área, número de coletores, custos. Abaixo são apresentadas algumas especificações técnicas para estimativa e orçamento do sistema no HMR. Para maiores detalhes, pode-se conferir no anexo o orçamento detalhado e o estudo de inserção do sistema.

| CONSUMO DIÁRIO ESTIMADO DE ÁGUA QUENTE |               |
|----------------------------------------|---------------|
| Volume Médio de Água Quente (L)        | 91.603 litros |
| Volume de Água Quente Recomendado (L)  | 60.000 litros |

Tabela 17. Consumo diário estimado de água quente. Fonte: Consultorias, 2020.

| DIMENSIONAMENTO                                        |                    |
|--------------------------------------------------------|--------------------|
| Demanda Energética Mensal (kWh/mês)                    | 122.437,99 kWh/mês |
| Produção Média Mensal de Energia por Coletor (kWh/mês) | 180,09 kWh/mês     |
| Número de Coletores recomendados                       | 658                |
| Área Coletora (m²)                                     | 1.316,00m²         |
| Fração solar média anual (%)                           | 58,7%              |

Tabela 18. Dimensionamento do sistema de aquecimento solar. Fonte: Consultorias, 2020.

| ORÇAMENTO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR                                                                                     | QUANTIDADE | TOTAL            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|
| ORÇAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS                                                                                     |            |                  |
| Reservatório térmico de 6.000 litros, horizontal fechado, com diâmetro de 150 cm e comprimento de 425cm, garantia de 60 meses | 10         | R\$ 654.940,00   |
| Coletor solar 2,00m X 1,00m, classificação A, garantia de 120 meses                                                           | 658        | R\$ 785.652,00   |
| Quadro de Comando Coletores - Sistemas 1, 2, 3, 4 e 5, garantia de 6 meses                                                    | 1          | R\$ 21.291,00    |
| Quadro de Comando Coletores - Sistemas 6, 7, 8, 9 e 10, garantia de 6 meses                                                   | 1          | R\$ 21.291,00    |
| Quadro de Comando – Anel de Recirculação, garantia de 6 meses                                                                 | 1          | R\$ 11.846,00    |
| Projeto Executivo hidráulico, elétrico e automação para o Sistema                                                             | 1          | R\$ 77.605,00    |
| Bomba Hidráulica Sistema Solar – Sistemas: 1, 4, 9 e 10                                                                       | 4          | R\$ 22.852,00    |
| Bomba Hidráulica Sistema Solar – Sistema 2                                                                                    | 1          | R\$ 4.159,00     |
| Bomba Hidráulica Sistema Solar – Sistema 3                                                                                    | 1          | R\$ 3.563,00     |
| Bomba Hidráulica Sistema Solar – Sistemas: 5 e 6                                                                              | 2          | R\$ 6.302,00     |
| Bomba Hidráulica Sistema Solar – Sistema: 7 e 8                                                                               | 2          | R\$ 10.332,00    |
| Bomba Hidráulica Aquecedor de Passagem a Gás                                                                                  | 3          | R\$ 34.221,00    |
| Bomba Hidráulica Anel Recirculação                                                                                            | 3          | R\$ 3.948,00     |
| Aquecedores de Passagem a Gás                                                                                                 | 15         | R\$ 191.730,00   |
| Válvula Termostático de Bloqueio                                                                                              | 6          | R\$ 24.563,00    |
| Comando Eletrotérmico                                                                                                         | 6          | R\$ 12.285,00    |
| Válvula LEGIOMIX                                                                                                              | 1          | R\$ 33.643,00    |
| Regulador Automático de Vazão – Modelo 1                                                                                      | 7          | R\$ 6.146,00     |
| Regulador Automático de Vazão – Modelo 2                                                                                      | 8          | R\$ 7.024,00     |
| Regulador Automático de Vazão – Modelo 3                                                                                      | 19         | R\$ 16.682,00    |
| ORÇAMENTO DE SERVIÇOS OPCIONAIS                                                                                               |            |                  |
| Mão de obra capacitada e treinada para execução da instalação do sistema de aquecimento solar                                 | -          | R\$ 337.766,00   |
| ORÇAMENTO DE PRODUTIOS OPCIONAIS                                                                                              |            |                  |
| Suporte metálico para fixação e instalação dos coletores solares                                                              | 658        | R\$ 386.904,00   |
| Materiais de instalação (hidráulicos, elétricos, alvenaria etc.)                                                              | 1          | R\$ 745.318,00   |
| TOTAL                                                                                                                         |            | R\$ 3.434.229,00 |

Tabela 19. Orçamento do sistema de aquecimento solar.

| TABELA RESUMO                                     |                  |
|---------------------------------------------------|------------------|
| Investimento estimado (R\$)                       | R\$ 3.434.229,00 |
| Economia Anual Estimada (R\$)                     | R\$ 748.934,62   |
| Vida útil (anos)                                  | 20               |
| Payback estimado (anos)                           | 4,58             |
| Redução de emissões média (tCO <sub>2</sub> /ano) |                  |

Tabela 19. Orçamento do sistema de aquecimento solar.

b. Instalação de temporizadores nos equipamentos de climatização (fancoletes) não utilizados 24h

Os temporizadores são equipamentos eletrônicos que monitoram o tempo de consumo dos aparelhos de climatização, evitando que o aparelho fique ligado mais tempo do que o necessário. Como alguns dos fancoletes do HMR não estão em ambientes de uso integral, sugere-se a instalação de temporizadores nestes ambientes, conforme discutido com a equipe de manutenção do hospital.

Os cálculos e estimativas a seguir consideram a instalação de temporizadores em 8 fancoletes, em ambientes a serem indicados pela equipe de manutenção. Deve-se atentar também para a divisão de circuitos nos quadros elétricos, que devem permitir controlar separadamente cada equipamento e/ou área. Caso os circuitos não estejam divididos adequadamente, recomenda-se a contratação de serviços elétricos para realizar esta adequação.

Foram considerados dois cenários: um considerando que os fancoletes operam 18 horas por dia, sendo reduzido seu funcionamento para 12 horas; e outro cenário considerando uso por 24 horas, sendo reduzido para também 12 horas. As tabelas abaixo apresentam as especificações para ambos cenários.

| TABELA RESUMO – CENÁRIO 1                         |               |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Quantidade fancoletes                             | 8             |
| Horas estimadas dia (h)                           | 18            |
| Custo temporizadores (R\$)                        | R\$ 645,22    |
| Adequação Circuito elétrico + instalação (R\$)    | R\$ 3.000,00  |
| Investimento estimado (R\$)                       | R\$ 3.645,22  |
| Economia kWh-ano                                  | R\$ 49.128,47 |
| Economia R\$-ano                                  | R\$ 32.299,41 |
| Payback estimado (anos)                           | 0,11          |
| Redução de emissões média (tCO <sub>2</sub> /ano) | 3,7           |

Tabela 20. Tabela Resumo - Cenário 1.

Fonte: Consultorias, 2020.

| TABELA RESUMO – CENÁRIO 2                         |               |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Quantidade fancoletes                             | 8             |
| Horas estimadas dia (h)                           | 24            |
| Custo temporizadores (R\$)                        | R\$ 645,22    |
| Adequação Circuito elétrico + instalação (R\$)    | R\$ 3.000,00  |
| Investimento estimado (R\$)                       | R\$ 3.645,22  |
| Economia kWh-ano                                  | R\$ 98.256,94 |
| Economia R\$-ano                                  | R\$ 64.598,82 |
| Payback estimado (anos)                           | 0,06          |
| Redução de emissões média (tCO <sub>2</sub> /ano) | 7,4           |

Tabela 21. Tabela Resumo Cenário 2.

Fonte: Consultorias, 2020.

A Tabela 22 apresenta algumas referências de produtos:

| PRODUTO                                                                            | VALOR (R\$) | LINK                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| Timer Programável Temporizador Digital Bivolt 110 220 18 Programas Liga e Desliga  | R\$ 39,99   | <a href="#">Link</a> |
| Timer Digital Bivolt Temporizador 9 Programas Liga e Desliga                       | R\$ 35,50   | <a href="#">Link</a> |
| Timer temporizador analógico 110/220V SIBRATEC                                     | R\$ 35,00   | <a href="#">Link</a> |
| Timer Temporizador Digital Sinotimer Tm618 110v                                    | R\$ 51,19   | <a href="#">Link</a> |
| Timer Temporizador Motor Sirene Ar Condicionado Iluminação e Equipamentos em geral | R\$ 185,00  | <a href="#">Link</a> |
| *Timer Digital Bivolt Temporizador 9 Programas Liga e Desliga                      | R\$ 41,90   | <a href="#">Link</a> |
| Timer Digital Bivolt Temporizador 9 Programas Liga e Desliga                       | R\$ 37,00   | <a href="#">Link</a> |
| Timer Digital Bivolt Temporizador 9 Programas Liga e Desliga                       | R\$ 32,89   | <a href="#">Link</a> |
| Temporizador Digital de Embutir 4x2" 7 Programações 127V                           | R\$ 99,90   | <a href="#">Link</a> |

Tabela 22. Orçamentos indicativos de temporizadores.

Fonte: Consultorias, 2020.

c. Monitoramento do consumo e das faturas de energia

O monitoramento constante do consumo e das faturas de energia é uma atividade fundamental na fase de implementação e operação de um **sistema de gestão de energia**. É muito importante que os gestores prediais entendam de forma completa as faturas de eletricidade<sup>19</sup>, gás e outras utilidades e possam assim identificar possíveis melhorias no modelo de contratação, tomando providências junto às concessionárias a fim de reduzir gastos excessivos e o pagamento de multas. De forma geral, recomenda-se que sejam realizadas periodicamente as seguintes análises:

Verificar se o modelo tarifário é adequado ao consumo de energia (ex. grupo A4 tarifa horossazonal verde ou azul). A instalação de submedidores pode ajudar a realizar esta verificação.

Comparar a demanda contratada com a demanda registrada, e, e caso de ultrapassagens recorrentes,

identificar as causas e possibilidades de eliminação. No caso da demanda contratada ser muito mais alta do que a registrada, recomenda-se sua adequação.

Avaliar a possibilidade de deslocamento da semana, reduzindo o consumo nos horários de pico e os deslocando para horários com menor demanda.

Verificar a existência de multas por excesso de energia reativa, atraso de pagamento, e outros custos extras que podem ser evitados.

No caso do HMR, a análise das faturas disponibilizadas para o ano de 2019 indicou a existência de multas por consumo reativo excedente, bem como multas e juros por atrasos. Recomenda-se assim uma análise mais detalhada do consumo de energia reativa e a instalação de bancos de capacitores de forma a corrigir o fator de potência do edifício e evitar multas por este motivo.

19. Para mais informações recomenda-se o [Manual de Tarificação de Energia Elétrica](#) (Procel / Eletrobras, 2011).

d. Instalação de Software de Medição e Gestão de Energia

Uma análise adequada do consumo de energia não se limita a acompanhar as faturas de energia. O monitoramento do desempenho energético de um edifício deve considerar fatores de influência adequado à tipologia e às características do entorno. Para edifícios complexos, como é o caso do HMR, é desejável que a equipe de gestão predial possa contar com uma estrutura de submedição adequada que a permita monitorar e tirar conclusões a respeito dos sistemas com maior consumo energético.

Esta medida compreende a implementação de submedidores e um software que permita a visualização do consumo e da demanda de energia em tempo real, para que seja possível realizar, por exemplo, análises de curva de carga e de consumo noturno. No caso do HMR, recomenda-se a instalação de um dispositivo para telemetria no medidor principal da concessionária, que

permitirá o acesso aos dados<sup>20</sup> de demanda e consumo medidos a cada 15 minutos, e de submedidores na Central de Água Gelada (CAG) e nos Fancoils e Fancoletes, dado que o sistema de climatização é o maior consumidor de energia do edifício.

A tabela a seguir apresenta uma estimativa de orçamento para o monitoramento de energia, considerando um sistema via nuvem - Smart Energy onde o envio de dados é via modem celular para uma plataforma WEB da Gestal. Considera-se o fornecimento de dois medidores setoriais para a CAG, com a figura abaixo indicando a arquitetura do sistema.

Em anexo, apresenta-se em mais detalhes o orçamento. Os custos para instalação do sistema são estimados em R\$ 2.000,00.

20. O pedido de acesso à concessionária local de energia (CELPE) para a liberação do sinal do usuário com número da unidade consumidora deve ser realizado pelo gestor predial, que deve entrar em contato telefônico ou por e-mail com a concessionária (na fatura de energia costuma ter informações sobre a forma de contato.

| PRODUTO                                                                   | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|-------------------|
| ACESSÓRIOS                                                                |            |                      |                   |
| Medidor de Energia MULT-K-05 500VAC 5A                                    | 2          | R\$ 1.247,40         | R\$ 2.494,80      |
| Disjuntor Tripolar 16A                                                    | 2          | R\$ 108,90           | R\$ 217,80        |
| Bloco de Aferição p/ 3 TCs sem neutro WIELAND                             | 2          | R\$ 303,60           | R\$ 607,20        |
| Transformador de Corrente 800/5A – KR-238                                 | 6          | R\$ 235,95           | R\$ 1.415,70      |
| TOTAL                                                                     |            |                      | R\$ 4.735,50      |
| SERVIÇO DE CAMPO                                                          |            |                      |                   |
| TOTAL para 8 horas                                                        |            |                      | R\$ 1.648,00      |
| SMART ENERGY Monitoração e Gerenciamento de Energia Elétrica via Internet |            |                      |                   |
| Adesão                                                                    |            |                      | R\$ 1.000,00      |
| Mensalidade                                                               |            |                      | R\$ 185,50        |

Tabela 23. Orçamento sistema de medição.

Fonte: Consultorias, 2020.

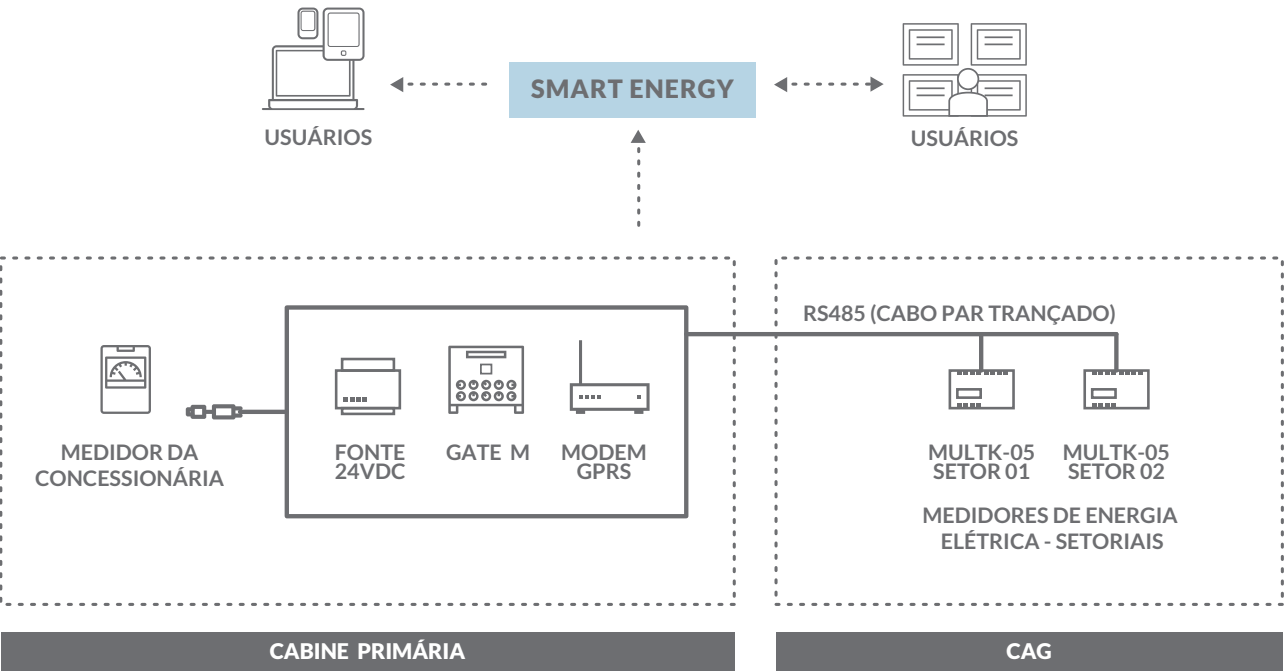


Figura 19. Diagrama de Blocos.

Fonte: GESTAL, 2020.

e. Programa de Manutenção com Previsão Orçamentária

A norma ABNT NBR 5674:2012 – Manutenção de edificações estabelece os requisitos para o estabelecimento de um sistema de gestão de manutenção. A manutenção representa um custo relevante na fase de uso de uma edificação, de modo que deve ser entendida como um serviço técnico perfeitamente programável e como um investimento na preservação de seu valor patrimonial. A elaboração e implantação de um Programa de Manutenção preventiva e corretiva são essenciais para a garantir os níveis de desempenho ao longo de sua vida útil projetada.

De acordo com a Lei Nº 13.589/2018, todos os edifícios de uso público e coletivo são obrigados a realizar manutenção periódica dos seus sistemas de ar condicionado, dispondo de um Plano de Manutenção, Operação e Controle, também conhecido por sua sigla, PMOC. O PMOC deve também estar de acordo com as resoluções da ANVISA RE 9/2003 e normas da ABNT. É importante, assim, que o PMOC seja parte integrante do Programa de Manutenção da Edificação.

O HMR conta com um PMOC elaborado em março de 2019, disponibilizado pela equipe local de manutenção do hospital, que apresenta a relação de todos os ambientes climatizados e as rotinas de manutenção do sistema, bem como sua frequência de realização. O PMOC do HMR também é enviado como anexo deste relatório (Anexo 3).

Recomenda-se, assim, o desenvolvimento de um Programa de Manutenção para o HMR, seguindo as diretrizes da norma ABNT NBR 5674:2012, dando-se atenção especial a elaboração de Previsão Orçamentária. A previsão orçamentária é um documento que contém a estimativa de custo para a realização dos serviços previstos no programa de manutenção. Ela deve ser flexível, de modo a assimilar uma margem de erro em estimativas físicas, de custos.

Destaca-se a importância da Previsão Orçamentária para que possam ser evitados custos operacionais desnecessários e desperdícios de energia, bem como de outros recursos naturais. Este documento é importante para que a gestão do hospital e a Prefeitura do Recife possam alocar adequadamente uma verba anual de manutenção. Como exemplo de um desperdício que poderia ter sido evitado, cita-se o ocorrido nos meses de novembro e dezembro de 2019, quando uma das peças do sistema de climatização apresentou falha e necessitou ser reposta. A aprovação do orçamento para reposição da peça demorou para ocorrer, e o não funcionamento desta peça implicou no não desligamento dos chillers no horário de ponta. Como resultado, o consumo de dezembro apresentou um aumento de 24% em relação a média de consumo anual, com um alto custo adicional que poderia ter sido evitado com a existência da previsão orçamentária anual.

3.6 ANÁLISE DE RISCOS

A análise de riscos tem como principal objetivo identificar os riscos inerentes a determinado projeto e determinar as medidas de mitigação adequadas.

Os riscos aqui colocados podem ser definidos como a probabilidade de ocorrer um evento prejudicial. Nesse sentido, o perigo é definido como as condições que criam um potencial para que um evento danoso ocorra, e o risco é a probabilidade de que o evento danoso ocorra. A figura ao lado sintetiza essa definição.

Assim, torna-se importante a realização, já no início do projeto, de uma análise de possíveis riscos, que variam em sua natureza, podendo englobar riscos relacionados à governança, riscos técnicos, financeiros, operacionais e socioambientais.

Essa avaliação engloba além da identificação de possíveis riscos, o detalhamento das medidas de mitigação para evitar sua ocorrência, ou mitigar suas consequências. Além desses pontos, é importante existir um sistema de classificação e priorização dos riscos identificados, considerando principalmente sua probabilidade de ocorrência e seus impactos nos objetivos do projeto.

Alguns exemplos de riscos associados a projetos de eficiência energética e energias renováveis podem ser:

- Padrão de consumo de energia inesperado.
- Atrasos no cronograma.
- Risco estrutural relacionado ao peso dos painéis fotovoltaicos sobre a cobertura da edificação.
- Energização de partes metálicas da edificação, dentre outros.

Uma ferramenta de gerenciamento de riscos é a Matriz de Riscos (ou Matriz de Probabilidade e Impacto). Essa matriz permite identificar os riscos que devem ser priorizados, definindo o grau em que cada risco irá afetar o projeto e a probabilidade dele ocorrer. Dessa forma, a tomada de decisão e realização de medidas preventivas são facilitadas.

A Matriz de Risco possui duas dimensões: probabilidade e impacto, que multiplicadas formam a classificação do risco.

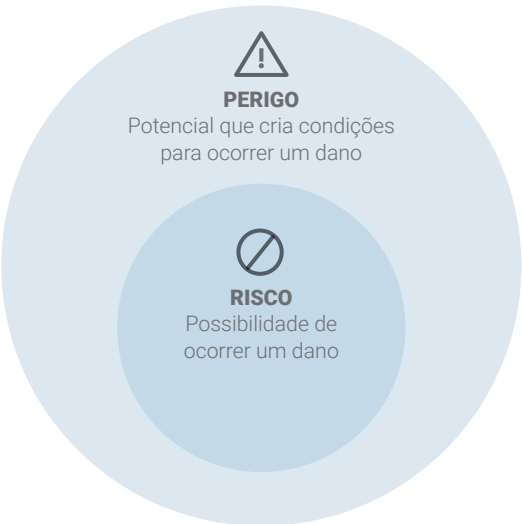


Figura 20. Definição perigo e risco. Fonte: Consultorias, 2020.

**Probabilidade:** indica o quão fácil ou difícil é a chance de um risco ocorrer. Convertida em números, utiliza-se:  
*1 – baixo; 2 – moderado; 3 – alto.*

**Impacto:** indica a magnitude das consequências do risco caso ele ocorra. Convertido em números, utiliza-se:  
*1 – baixo; 2 – moderado; 3 – alto.*

Foi então desenvolvida uma **Ferramenta de Análise de Riscos para Projetos de Eficiência Energética e Energia Fotovoltaica em Edificações**. São apresentados assim os principais riscos associados a estes projetos, e a análise baseou-se na identificação e categorização dos riscos de acordo com sua natureza (técnica, operacional, financeira, social, ambiental). Recomenda-se que a avaliação do nível de cada risco seja realizada na ferramenta pela Prefeitura, seguindo as orientações abaixo:

| LEGENDA                  |                                                     | OBSERVAÇÕES                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| TIPOS DE RISCO           | Técnica, Operacional, Financeira, Social, Ambiental | Outras categorias podem ser criadas de acordo com a natureza do Projeto |
| IMPACTO (I)              | Escala de 1 a 3                                     | -                                                                       |
| PROBABILIDADE (P)        | Escala de 1 a 3                                     | -                                                                       |
| QUALIFICAÇÃO (Q)         | (I) x (P)                                           | -                                                                       |
| AValiação VALOR          | De acordo com tabela ao lado                        | -                                                                       |
| AValiação NÍVEL DO RISCO | Baixo (1/2), Médio (3/4), Alto (6/9)                | -                                                                       |



Figura 21. Legenda e orientações para análise de riscos de projeto. Fonte: Consultorias, 2020.

A Tabela 24 abaixo apresenta alguns exemplos de riscos:

| CATEGORIA   | RISCO                                                                                                                                       | POSSÍVEL MITIGAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Governança  | Risco do fator humano, o comportamento do usuário, que pode aumentar o consumo e encobrir as economias, além de trazer consumos inesperados | Campanhas de conscientização e realização de treinamentos periodicamente ao usuário.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Governança  | Atrasos no cronograma                                                                                                                       | Os prazos do setor público dependem de tramitação em diversas secretarias, assim é necessário o envolvimento da alta hierarquia para definição de prioridade e aceleração da tramitação interna.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Técnico     | Padrão de consumo inesperado                                                                                                                | Construção de linha de base minimamente adequada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Técnico     | Risco de incêndio                                                                                                                           | Assegurar que todos os edifícios estejam seguindo as normas referentes à proteção contra incêndio, com AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros) e/ou PPCI (Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio) aprovados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Técnico     | Baixa qualidade dos componentes do sistema                                                                                                  | Garantir que os componentes tenham sido projetados e fabricados para alta durabilidade e reciclagem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Técnico     | Falhas no sistema                                                                                                                           | Garantir que as ferramentas de inspeção e monitoramento de campo foram implementadas para evitar a ocorrência de falhas no sistema e para a detecção precoce de falhas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Contratação | Baixo nível de competitividade técnica                                                                                                      | Assegurar alto nível de competitividade na licitação e estrutura eficiente de contratação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Contratação | Utilizar modelo licitatório que avalia apenas menor preço, não permitindo o uso de critérios técnicos para avaliar e selecionar o vencedor  | Inserir no edital critérios rígidos de habilitação técnica da empresa, baseados em comprovação de experiência prévia e conhecimento específico em EE ou Energia Solar FV, e de economias de energia já obtidas em projetos anteriores. Inserir no contrato multas pelo não cumprimento de determinados requisitos de qualidade, dentre os quais requisitos de desempenho energético, atrelando assim uma parte da remuneração ao desempenho do projeto                                                                                                                                                           |
| Financeiro  | Projeto resulta em economias menores do que o previsto                                                                                      | Inserir no contrato cláusulas que garantam um compartilhamento de risco entre prefeitura e contratada, por exemplo, multas pelo não cumprimento de determinados requisitos de qualidade, dentre os quais requisitos de desempenho energético, atrelando assim uma parte da remuneração ao desempenho do projeto. Inserir no edital critérios rígidos de habilitação técnica da empresa, baseados em comprovação de experiência prévia e conhecimento específico em EE ou Energia Solar FV, e de economias de energia já obtidas em projetos anteriores. Calcular geração / economias previstas com rigor técnico |
| Financeiro  | Inviabilização ou limitação da implantação do projeto devido a capacidade de tomada de financiamento                                        | Realizar uma pré-análise na capacidade de tomar financiamento do município.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| CATEGORIA      | RISCO                                           | POSSÍVEL MITIGAÇÃO                                                                                                                                                                                    |
|----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Socioambiental | Poluição do ar e do solo com substância química | Inclusão de equipamento em uma política de logística reversa ou reciclagem de componentes de equipamentos. Há diversas empresas que realizam o adequado serviço de coleta e reciclagem dos materiais. |
| Socioambiental | Choque elétrico                                 | Atividades realizadas sob respaldo da NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.                                                                                                    |
| Socioambiental | Queda                                           | Atividades realizadas sob respaldo da NR 35 – Trabalho em altura.                                                                                                                                     |
| Socioambiental | Ergonômico                                      | Atividades realizadas sob respaldo da NR 17 - Ergonomia                                                                                                                                               |
| Socioambiental | Perda auditiva ocupacional                      | Atividades realizadas sob respaldo da NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.                                                                                                       |
| Socioambiental | Acidentes de trânsito                           | Garantia de seguridade social do trabalhador.                                                                                                                                                         |

Tabela 24. Análise de riscos.

Fonte: Consultorias, 2020.

### 3.7 IDENTIFICAÇÃO DE CO-BENEFÍCIOS

Nesta seção são apresentados os benefícios ambientais, econômicos e sociais presentes em projetos de EE e GD.

Primeiramente, destaca-se o protagonismo do Hospital da Mulher, um prédio público, que possui papel fundamental na vida comunitária, e o aumento na segurança energética no setor Público.

Um benefício inerente ao projeto é o aprendizado da equipe da Prefeitura, podendo ser documentado internamente de maneira a replicar as experiências, buscando a otimização dos processos e a busca contínua por projetos que podem envolver outras tipologias.

Em relação aos co-benefícios relacionados a economia, destacam-se a possibilidade de profissionalizar pessoas para realizar a manutenção das medidas instaladas, gerando novos nichos de trabalho, e também o melhor investimento de recursos municipais, que podem ser direcionados para outras áreas.

Por fim, coloca-se a contribuição para mitigação dos Gases de Efeito Estufa (GEEs) e fomento à economia verde municipal.

### 3.8 ORIENTAÇÕES PARA MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO (M&V) DOS RESULTADOS

A Medição e Verificação (M&V) é um importante processo para aferir os ganhos energéticos a partir da implementação de uma medida de eficiência energética ou de geração distribuída. O processo de M&V se faz necessário uma vez que não é possível medir a ausência de energia, e esta muitas vezes não pode ser medida pela diferença entre o consumo antes e depois da implementação de uma medida, uma vez que o consumo de energia depende de fatores que podem mudar no período antes e depois da implantação da medida.

Assim, os esforços de M&V são no sentido de encontrar a chamada linha de base (também chamada de *baseline*), que é uma linha de referência que representa o consumo energético na ausência das medidas de eficiência energética. Tipicamente, uma *baseline* é um modelo que relaciona o consumo de energia com outras variáveis (chamadas variáveis independentes). É da comparação do consumo estimado no baseline com o consumo medido após a implantação das melhorias que resulta a economia de um dado projeto.

Há diversas metodologias consolidadas de procedimentos de Medição e Verificação, entre as quais se destaca o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance, conhecido pela sua sigla em inglês IPMVP, elaborado pela EVO (*Efficiency Valuation Organization*).

Apesar destas metodologias focarem no procedimento de M&V de medidas de eficiência energética, os seus procedimentos também valem para aferir os ganhos energéticos devido ao funcionamento de um **sistema de geração de energia fotovoltaica**. A partir da quantidade de energia renovável gerada pode ser quantificada a quantidade de emissões evitadas de GEE.

Partindo desta premissa, deve-se assegurar que além dos componentes da usina fotovoltaica, o sistema conte com um sistema de medição da energia gerada com interface de conferência de dados de medição. Para facilitar o monitoramento da energia gerada, recomenda-se que este sistema de medição tenha conexão web via protocolo TCP IP e armazenamento de dados na nuvem, permitindo

assim conferência remota do histórico de energia gerada através de requisições http. Apesar da comodidade do monitoramento remoto, ele pode necessitar um custo adicional a ser pago para manter o serviço de armazenamento em nuvem.

Com relação a **otimização da iluminação**, as metodologias de M&V fornecem alguns aspectos chave que devem ser considerados para corretamente aferir as melhorias com a execução de projetos de iluminação. Estas características devem estar inseridas em um plano de M&V que minimamente considere:

**Tipo de medição**

O tipo de medição típica utilizada para o sistema de iluminação é a medição pontual da potência elétrica. Outros tipos de medições mais sofisticados e mais caros podem ser considerados caso haja necessidade de fazer uma conferência contínua do consumo de energia do sistema de iluminação.

**Realizar a medição de energia antes e depois da medida de eficiência energética**

A medição deve ser tal que seja possível identificar quantas lâmpadas estão sendo consideradas e qual o tipo de lâmpada.

**Deve ser realizado uma amostragem do número de lâmpadas**

Quando há uma troca massiva de lâmpadas não é viável realizar a medição individual de cada lâmpada trocada. Como muitas lâmpadas são do mesmo modelo e fabricante, pode-se reduzir o custo de medição ao utilizar indicadores estatísticos para determinar se o número de lâmpadas medidas de maneira aleatória é capaz de representar todas as lâmpadas que foram trocadas.

Para tal, deve-se considerar que a medição considere, pelo menos, uma lâmpada de cada tipo diferente de lâmpada dentro do escopo do projeto. Para cada tipo de lâmpada,

deve-se realizar uma amostragem mínima que assegure que, dentro daquele tipo de lâmpada, não haverá grandes divergências de medição. De acordo com o Protocolo IPMV, as amostras de medição podem ser consideradas representativas caso o intervalo de confiança seja de, no mínimo, 90% e uma precisão de  $\pm 10\%$ .

O uso de indicadores é muito importante para auxiliar no processo de acompanhamento das metas, além de possibilitar mensurar as melhorias. Sua construção baseia-se nos dados coletados através de um adequado processo de M&V.

O processo de definição dos indicadores inclui as seguintes etapas:

- 1  
.....
- 2  
.....
- 3  
.....
- 4  
.....
- 5  
.....
- Definição dos objetivos principais do projeto.
- Entendimento das atividades que compõem o projeto.
- Busca por indicadores já desenvolvidos e utilizados no benchmarking.
- Análise dos dados disponíveis.
- Criação dos indicadores de desempenho.

A tabela a seguir apresenta alguns indicadores que podem ser utilizados. Para cada indicador devem ser estabelecidas metas claras e medidas de acompanhamento, sendo possível mensurar e acompanhar o sucesso do projeto de acordo com seu desempenho energético.

| INDICADOR                                     | UNIDADE               | FÓRMULA DE CÁLCULO                                                                                                  | OBJETIVO                                                                                |
|-----------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Economia energética anual                     | kWh/ano               | Diferença entre a energia consumida ao longo de um ano após a implementação do projeto e a energia de linha de base | Apresentar o impacto de redução de consumo de energia do projeto.                       |
| Geração de energia                            | kWh de energia gerada | Soma total da energia gerada ao longo de um mês.                                                                    | Monitorar o perfil típico de geração de energia a fim de verificar possíveis anomalias. |
| Consumo anual específico pela área construída | kWh/m²/ano            | Quociente entre o consumo de energia anual e a área construída total de uma edificação.                             | Comparar o desempenho energético de diferentes edificações <sup>21</sup>                |
| Consumo anual específico por número de leitos | kWh/número de leitos  | Quociente entre o consumo de energia e o número total de leitos.                                                    | Comparação de desempenho energético de um hospital ou de diferentes hospitais.          |
| Ganhos climáticos                             | tCO <sub>2</sub> /ano | Multiplicação das economias em MWh geradas pelo fator de emissão.                                                   | Apresentar os ganhos climáticos com a realização do projeto.                            |

Tabela 25. Indicadores de desempenho energético.

Fonte: Consultorias, 2020.

Para a análise dos ganhos climáticos, é necessário considerar o fator de emissão médio anual do Brasil, fornecido pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação (MCTIC)<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Este indicador só pode ser utilizado se a proporção de áreas condicionadas de diferentes edificações for semelhante. Para remover este viés, deve-se utilizar o benchmark de energia.

<sup>22</sup> [https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)

### 3.9 VISITA UPINHAS

Foram realizadas também visitas técnicas nas Upinhas do Recife. Estas são edificações representativas, com um certo padrão de construção, o que favorece a replicabilidade das ações implementadas.

Destaca-se que essas edificações possuem equipe centralizada de manutenção por distrito sanitário, com a gestão de faturas de energia sendo realizada pela Secretaria de Saúde.

Os dados apresentados na tabela abaixo apresentam algumas estimativas e especificações para a inserção de sistemas fotovoltaicos:

| DADOS DE GERAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO PREVISTO DE CADA UPINHA                                                                                        |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Número de Upinhas na cidade do Recife                                                                                                                   | 14                                    |
| Consumo mensal médio<br>O consumo das Upinhas varia com quantidades de equipes de saúde da família (1 a 4) e horário de funcionamento (algumas são 24h) | ~ 7.400 kWh/mês                       |
| Despesa mensal média                                                                                                                                    | ~ R\$6.000/mês                        |
| Grupo tarifário                                                                                                                                         | A4 e B3, depende da unidade           |
| Tarifa cheia média                                                                                                                                      | R\$ 0,60/kWh (A4) e R\$ 0,80/kWh (B3) |
| Área da cobertura                                                                                                                                       | ~ 600 m²                              |
| Tamanho do sistema proposto                                                                                                                             | ~ 30kW                                |
| Estimativa de geração mensal                                                                                                                            | ~ 4.233 kWh/mês                       |
| Porcentagem do consumo anual atendida                                                                                                                   | 30% a 115%                            |
| Estimativa de economia anual                                                                                                                            | R\$ 38.000/ano                        |
| Payback                                                                                                                                                 | 3 a 4 anos                            |

Tabela 26. Especificações técnicas do sistema fotovoltaico nas Upinhas.

Fonte: Consultorias, 2020.

### 3.10 TABELA DE AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Com o objetivo de apoiar a avaliação de fornecedores de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica, desenvolveu-se uma matriz com critérios que facilitam a comparação de diferentes empresas proponentes. Os critérios selecionados são referentes a capacidade de geração do sistema proposto, atendimento de normas e critérios de qualidade. A **Matriz de Avaliação de Fornecedores de Sistemas Fotovoltaicos** é uma ferramenta anexa a este relatório.

# MODELOS DE FINANCIAMENTO PARA PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Esta seção tem como objetivo propor opções viáveis à prefeitura para captação dos recursos necessários à implementação de todo o escopo do projeto-piloto, como complementação do seed money. A Figura 22 abaixo evidencia a estimativa de custos realizada, bem como as frações contempladas por cada componente do modelo de financiamento adotado.

| MEDIDAS DE MITIGAÇÃO                                                | RECIFE                                                                                                                                                              |                                                       |                            |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                                     | POTENCIAL DE MITIGAÇÃO (REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA E EMISSÕES EVITADAS)                                                                                          | INVESTIMENTO E PAYBACK                                |                            |
| Troca de lâmpadas dos postes de iluminação externa para LED         | Número de luminárias: 87<br>Redução de consumo anual: 41.085,59 kWh<br>Economia anual: R\$ 34.832,60<br>Emissões evitadas/ano: 3,08 tCO <sub>2</sub> /ano           | R\$ 116.580,00<br>3,3 anos                            | Financiamento complementar |
| Instalação de sistema de geração de energia solar fotovoltaica (FV) | Sistema de 17,42 kWp<br>Geração anual média do sistema: 24.686,6 kWh<br>Economia anual: R\$ 9.520,92<br>Emissões evitadas/ano: 1,84 tCO <sub>2</sub> /ano           | Sistema de 17,42 kWp<br>R\$ 73.253,00<br>6,9 anos     | SEED Money                 |
|                                                                     | Sistema de 303,85 kWp<br>Geração anual média do sistema: 428.847 kWh (16,5%)<br>Economia anual: R\$ 181.040,88<br>Emissões evitadas/ano: 32,2 tCO <sub>2</sub> /ano | Sistema de 303,85 kWp<br>R\$ 1.174.328,00<br>5,6 anos | Financiamento complementar |
| TOTAL                                                               |                                                                                                                                                                     | Da ordem de R\$ 1.365.000 milhões                     |                            |

Figura 22- Estimativa de custos para implementação do projeto piloto.

Fonte: Consultorias, 2020.

É interessante ressaltar que o recurso semente é parte integrante do modelo de financiamento (Figura 23), e será utilizado para a implementação do sistema inicial de geração de energia solar fotovoltaica, de 17,42 kWp.

MODELO DE FINANCIAMENTO

=

SEED MONEY + FINANCIAMENTO COMPLEMENTAR

Figura 23- Estrutura geral do modelo de financiamento.

Fonte: Consultorias, 2020.

Outro objetivo relevante desta seção é propor orientações para os próximos passos a serem dados pela equipe municipal, visando o êxito na captação dos recursos. Além disso, em consonância com um dos principais propósitos do LEDS Lab, objetiva-se aprimorar a capacidade instalada das cidades para o desenvolvimento de projetos financiáveis, considerando os aspectos de mitigação e adaptação do clima, com foco na replicação do projeto piloto.

## 4.1 METODOLOGIA GERAL DE ELABORAÇÃO DOS MODELOS DE FINANCIAMENTO

Um dos principais desafios para o estabelecimento de mecanismos de financiamento que viabilizem sistematicamente projetos associados a fontes renováveis de energia e eficiência energética é alinhar os interesses dos agentes que desejam desenvolvê-los com os dos provedores dos recursos financeiros. Isso ocorre porque as entidades financeiras costumam ter como principal interesse a geração de valor econômico e os projetos associados às mudanças climáticas têm objetivos relacionados, principalmente, à geração de valor social e ambiental, além de econômico.

Apesar da crescente tendência de investimento dos governos em ações de mitigação de emissões de GEE, é interessante apontar que o alcance dessas ações, dada às limitações de recursos financeiros, está atrelada à capacidade de vincular fontes de recursos às iniciativas.

Recentemente tem havido uma diminuição dos custos dos equipamentos associados a projetos de eficiência energética e de energias renováveis, tais como painéis

de geração fotovoltaica, baterias e lâmpadas LED. Além disso, vem sendo desenvolvidos novos modelos de negócio que facilitam a viabilização de projetos dessa natureza, com diferentes formas de interação e associação com as fontes de financiamento.

Nesse contexto, é apresentada uma metodologia que permite identificar as melhores alternativas de fontes de financiamento para o projeto piloto no Hospital da Mulher do Recife, a qual integra as expectativas e condições particulares do governo local, às diferentes condições de acesso aos recursos.

É necessário mencionar que a metodologia não estabelece um modelo determinístico que designe uma única fonte de recursos como adequada. Ao contrário, fornece um mapeamento de opções com foco em auxiliar a prefeitura no planejamento estratégico dos próximos passos, com vistas ao sucesso na captação do financiamento complementar necessário para implementação do projeto piloto.

A metodologia geral utilizada pode ser sintetizada na Figura 24:



Figura 24 – Metodologia geral utilizada.

Fonte: Consultorias, 2020.

Nesse contexto, alguns passos importantes realizados no processo foram:

|                                                                                                                                          |                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Análise dos modelos de negócios CANVAS elaborados durante as dinâmicas dos workshops;                                                 | V. Coleta de informações complementares para conclusão da escolha do modelo, por meio de entrevistas e pesquisas adicionais; |
| II. Coleta inicial de dados, com mapeamento de potenciais fontes de financiamento, por meio de pesquisas e/ou entrevistas;               | VI. Finalização da análise e sugestão de modelos de financiamento para a captação do recurso.                                |
| III. Análise dos primeiros resultados;                                                                                                   |                                                                                                                              |
| IV. Apresentação dos primeiros resultados às prefeituras, validação inicial e alinhamento dos próximos passos, em reunião intermediária; |                                                                                                                              |

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DA PREFEITURA

É importante ressaltar que, para a identificação das necessidades da prefeitura quanto ao financiamento, foram consideradas as seguintes dimensões:

- 1

**Restrições:** refere-se a todas as situações e/ou condições associadas à prefeitura que inibem um relacionamento com um tipo de provedor de recursos ou com um provedor em particular, ou que impõem alguma forma específica de ação em algum caso. Alguns tipos de restrições são: (i) Contratuais: por exemplo, o município não pode contratar com certas condições de prazo, contrapartidas ou tipos de contrato; (ii) De aquisição: por exemplo, restrições nos valores; (iii) Garantias: se pode oferecer garantias ou não, (iv) Outras: qualquer outra restrição que impeça o município de obter o recurso financeiro.
- 2

**Questões burocráticas e externalidades:** refere-se ao conjunto de atividades e procedimentos necessários para acessar cada uma das fontes de

- recursos como, por exemplo, solicitar uma cota de dívida para solicitar um empréstimo. Alguns exemplos de questões burocráticas: permissões e procedimentos relacionados às áreas financeiras e/ou administrativas. As externalidades podem ser qualquer impacto indireto, positivo ou negativo. Um exemplo a ser considerado é a facilidade ou dificuldade no processo de contratação.
- 3

**Condições de acesso aos recursos:** é importante que o município avalie suas preferências quanto às condições de acesso aos recursos, bem como considere os principais elementos que caracterizam as fontes de financiamento, além da relevância de cada um. Os principais elementos a serem considerados são:

- **Propriedade de ativos:** as alternativas disponíveis para os governos locais consideram diferentes tipos de contratação, que vão desde um contrato mútuo financeiro a contratos de leasing (arrendamento), nos quais o ativo é alugado por um tempo determinado e, somente após a finalização do contrato, a prefeitura pode optar por sua compra. As implicações no tocante à propriedade dos ativos varia de acordo com o tipo de contrato.
- **Prazo de Pagamento:** refere-se à preferência e capacidade de ter obrigações de curto, médio ou longo prazo.
- **Valor Pago:** valor associado a todos os custos/despesas a serem custeadas pelo município referentes ao financiamento. É importante considerar como esses valores impactam o orçamento da prefeitura, a fim de mensurar a viabilidade ou não de determinado financiamento.
- **Necessidade de investimento inicial:** este valor reflete a necessidade da prefeitura ter recursos próprios, ou não, para poder desenvolver o projeto.
- **Custo de Operação e Manutenção:** cada tipo de mecanismo de financiamento gera obrigações diferentes em torno da operação e manutenção da solução implementada, em alguns casos, este item é assumido como parte da operação do governo local, com as implicações orçamentárias associadas, e, em alguns casos, é assumido por um terceiro.
- **Custo Financeiro:** refere-se especificamente ao valor dos juros pagos e aplica-se exclusivamente a mecanismos que incluem alguma forma de empréstimo de recursos financeiros.

## 4.3 DADOS COLETADOS

É importante ressaltar que, para a identificação das necessidades da prefeitura quanto ao financiamento, foram consideradas as seguintes dimensões:

### a. Mapeamento de potenciais fontes de financiamento

Foi feito um mapeamento das potenciais fontes de financiamento para o projeto piloto e realizadas pesquisas e/ou entrevistas com representantes de algumas dessas fontes, conforme apresentado na Figura 25.



Figura 25 – Fontes de financiamento mapeadas.

Fonte: Consultorias, 2020.

Uma descrição geral acerca das possibilidades elencadas é apresentada abaixo:

**I. Bancos Bilaterais/Multilaterais**

Os bancos bilaterais são instituições financeiras criadas por um país e, os multilaterais, por um grupo de países, com o objetivo de financiar projetos que promovam o desenvolvimento econômico e social em países em desenvolvimento. Sua lógica de funcionamento consiste no direcionamento de recursos, com custos competitivos, para o financiamento de projetos públicos e privados nos países mutuários, em geral com baixo retorno financeiro, mas com importantes retornos econômico e social. Compartilham uma missão comum de promover o progresso socioeconômico nos países em desenvolvimento, financiando projetos, apoiando investimentos e gerando recursos financeiros.

**II. Bancos Comerciais Públicos**

São empresas bancárias cujo controle é de alguma instituição pública, que tem como principal objetivo captar e fornecer recursos financeiros.

**III. Bancos de Desenvolvimento**

São instituições financeiras controladas pelos governos estaduais, e têm como objetivo proporcionar os recursos necessários ao financiamento, a médio e a longo prazos, de programas e projetos que visem a promoção do desenvolvimento econômico e social do respectivo Estado (Resolução CMN 394, de 1976).

**IV. Bancos Comerciais Privados**

São empresas bancárias controladas por instituições privadas, que tem como principal objetivo captar e fornecer recursos financeiros.

**V. Fundos de Investimento Privado**

São fundos que comprem participações societárias em empresas, de modo a financiar sua expansão. Seu objetivo é, inicialmente, a entrada no capital social para posterior saída, que pode se dar através da venda da participação societária. Os fundos de investimento ou private equity são divididos em várias categorias, de acordo com suas atividades. Por exemplo, existem fundos de capital de risco, fundos de capital de desenvolvimento, dentre outros. Todas essas especificidades correspondem a diferentes estratégias de investimento com base no período de maturidade das empresas-alvo.

**VI. ESCOs**

São empresas de engenharia especializadas em serviços de conservação de energia, em promover a eficiência energética e de consumo de água nas instalações de seus clientes. Oferecem serviços técnicos, como estudo de viabilidade técnica e financeira e podem dividir os riscos com o cliente no aporte dos investimentos e assumem o compromisso nos resultados do projeto, podendo compromissar sua remuneração com o sucesso dos resultados obtidos na redução dos custos do consumo de energia, gerados pela implementação do projeto.

**VII. PAR Procel**

O Plano de Aplicação de Recursos (PAR) visa nortear a utilização dos recursos financeiros que serão destinados a projetos de eficiência energética, a serem desenvolvidos no âmbito do Procel, para todos os segmentos de atuação do Programa, em conformidade com a Lei nº 13.280/2016. O objetivo é selecionar projetos que apoiem a implementação de políticas públicas de eficiência energética setoriais que sejam consideradas prioritárias pelo Governo Federal e que já estejam sendo implementadas como, por exemplo, as ações voltadas para melhoria do desempenho energético de edificações. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) tem o papel de apoiar a execução da Política Nacional de Eficiência Energética, por meio de ações de caráter abrangente e estruturante e abre consulta pública para seleção prévia dos projetos a serem contemplados no PAR Procel.

**VIII. PEE CELPE**

O PEE contempla projetos de eficiência energética no uso final de energia elétrica por meio de chamadas públicas anuais. O Programa de Eficiência Energética (PEE) visa promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância

e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e a legislação vigente, as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica devem aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 0,5% de sua receita operacional líquida em ações que combatem o desperdício de energia, o que consiste no Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição. É interessante ressaltar que a CELPE anunciou em seu site oficial a suspensão por tempo indeterminado da Chamada Pública que estava prevista para 2020, em função dos estudos que a ANEEL está fazendo para mitigar os efeitos da pandemia COVID-19 no setor elétrico.

**IX. Contratação direta CELPE**

No caso de haver recurso remanescente do PEE, há a possibilidade de financiamento direto pela CELPE para projetos de estratégicos de seu interesse. Neste caso, a realização dos estudos e a implementação ficam a cargo da concessionária.

**X. Fundos Municipais**

São mecanismos legais e objetivam captar recursos e financiar políticas públicas ambientais, além de gerenciar e apoiar projetos na área de proteção ambiental por meio de repasses de recursos financeiros. O Fundo Municipal do Meio Ambiente do Recife foi instituído pela Lei nº 16.047/1995 e regulamentado pelo Decreto nº 25.418/2010, o qual prevê que seus recursos serão aplicados no desenvolvimento de projetos visando o uso racional e sustentável dos recursos naturais do município, incluindo a manutenção, melhoria ou a recuperação da qualidade ambiental.

**XI. Compensação Ambiental**

A compensação ambiental no Recife deve observar as legislações pertinentes, como a Lei nº 17.978/2014, que estabelece novos objetivos para os projetos de revitalização e/ou implantação de área verde. Foi informado pela Prefeitura do Recife sobre a possibilidade de enviar o projeto piloto à aprovação da Gerência Geral do PRAV (Projeto de Revitalização de Áreas Verdes), baseado no disposto no inciso IX do parágrafo 2º do Art. 1º sobre os objetivos do projeto: "outras ações que o órgão gestor ambiental municipal entender serem necessárias, inclusive a execução de obras civis, desde que relacionadas com a preservação, conservação, manutenção e consolidação das áreas verdes".

**XII. Fazendas Solares**

Locais onde são instaladas centenas ou milhares de painéis fotovoltaicos com o objetivo de gerar energia a terceiros. Os créditos energéticos gerados são injetados na rede, e, ao final do mês, a distribuidora calcula a diferença entre o consumo e os créditos que aquele consumidor possui, de forma a descontar, no valor pago mensalmente às concessionárias de energia, o valor gerado em créditos. Uma das principais vantagens de aderir a um plano de assinatura de uma fazenda solar é não precisar instalar uma usina de energia solar fotovoltaica local, não havendo preocupação com a manutenção do sistema e dos equipamentos, somado ao fato de não ser necessário fazer um grande investimento inicial. Por outro lado, a economia é consideravelmente menor do que em uma instalação de um sistema solar fotovoltaico próprio. Além disso, é importante destacar que, dependendo do plano de assinatura realizado, o valor pago mensalmente pode vir a sofrer alterações.

**XIII. Parcerias Público-Privadas (PPP) para projetos de eficiência energética em edifícios**

É uma concessão por prazo determinado, da prestação de determinado serviço à iniciativa privada, de forma que a titularidade do serviço continua do Estado, que delega o dever de prestação à iniciativa privada, impondo ao concessionário o dever de realizar investimento em certa infraestrutura pública e gerenciá-la por algum período de tempo pré-estabelecido, de modo a amortizar seu investimento por meio da prestação do serviço correspondente, sendo a principal legislação aplicável a Lei nº 11.079/2004. É importante ressaltar que a modelagem de uma PPP deve ser realizada a partir de estudo de viabilidade técnica, econômico-financeira e jurídica, observando-se todos os requisitos legais aplicáveis. Para projetos de eficiência energética em edifícios, pode ser estudado um modelo no qual não haja aporte inicial de recursos pelo poder público e em que a empresa receba pela economia na conta de energia, somada à garantia da demanda, sendo possível, ainda, que o município se beneficie com a receita da venda dos créditos de carbono excedentes vendidos para o mercado.

A consolidação das principais informações coletadas encontra-se no Anexo 5 e, os resumos das entrevistas realizadas, no Anexo 6.

b. Maior detalhamento sobre as fontes de financiamento

Foi feito um mapeamento das potenciais fontes de financiamento para o projeto piloto e realizadas pesquisas e/ou entrevistas com representantes de algumas dessas fontes, conforme apresentado na Figura 25.

I. Bancos Bilaterais/Multilaterais

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Linhas de crédito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Produtos                               | Frequentemente emprestam com juros baixos e fornecem subsídios para financiar projetos de infraestrutura, energia, educação, sustentabilidade ambiental e outras áreas que promovam o desenvolvimento.                                                                                                                                                                 |
| Prazos                                 | Os prazos dependem das linhas de crédito acordadas com cada país e projeto, mas geralmente são de longo prazo e variam de 15 a 25 anos, às vezes com desembolso e período de carência de 5 anos.                                                                                                                                                                       |
| Garantias necessárias                  | Sujeito à validação do projeto por uma instituição intermediária que seja financeira ou pública.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Permissões e procedimentos necessários | <p><b>Por parte do financiador:</b><br/>Para cada uma das linhas de crédito, todo o processo de criação e coordenação deve ser realizado com o país garantidor e as instituições financeiras intermediárias.</p> <p><b>Por parte do município:</b><br/>Carta-consulta, a ser analisada pela COFIEIX;<br/>Ter nota CAPAG (capacidade de pagamento) acima da nota B.</p> |
| Custo financeiro                       | Definidas especificamente para cada projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Financiamento mínimo                   | O banco define com cada país um valor global para a linha. Em geral, o valor mínimo é de 1 milhão de dólares, ou seja, aproximadamente R\$ 5.500.000,00.                                                                                                                                                                                                               |

II. Bancos Comerciais Públicos

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento | Linhas de crédito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Produtos               | <p>Linhas com recursos próprios dos bancos:</p> <p><b>Linhas Tradicionais</b><br/>As linhas tradicionais são aqueles empréstimos que são feitos contra a cota aprovada pelo banco e que não têm uma finalidade ou finalidade específica.</p> <p><b>Linhas Verdes</b><br/>Ao contrário das linhas tradicionais, os recursos das linhas verdes têm condições específicas e são destinadas a projetos que proporcionem o uso sustentável dos recursos naturais.</p> <p><b>Leasing</b><br/>Instrumento financeiro que permite a utilização e fruição do bem financiado em troca de uma taxa de financiamento, que se torna uma forma de pagamento do empréstimo inicial.</p> |

|                        |                                                                                                            |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento | Linhas de crédito                                                                                          |
| Prazos                 | Entre 24 a 60 meses com carência máxima de 12 meses.                                                       |
| Garantias necessárias  | Viabilidade do projeto.                                                                                    |
| Procedimento           | Em geral, carta consulta, análise do cliente, viabilidade financeira do projeto e da instituição de apoio. |
| Financiamento mínimo   | Varia de acordo com o banco e o projeto.                                                                   |

III. Bancos de Desenvolvimento

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento | Linhas de crédito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Produtos               | <p><b>1. Linhas com recursos próprios dos bancos:</b></p> <p><b>Linhas Tradicionais</b><br/>As linhas tradicionais são aqueles empréstimos que são feitos contra a cota aprovada pelo banco e que não têm uma finalidade ou finalidade específica.</p> <p><b>Linhas Verdes</b><br/>Ao contrário das linhas tradicionais, os recursos das linhas verdes têm condições específicas e são destinadas a projetos que proporcionem o uso sustentável dos recursos naturais.</p> <p><b>Leasing</b><br/>Instrumento financeiro que permite a utilização e fruição do bem financiado em troca de uma taxa de financiamento, que se torna uma forma de pagamento do empréstimo inicial.</p> <p><b>2. Emissão de Títulos Verdes (green bonds):</b><br/>A emissão de títulos verdes (green bonds) é um mecanismo utilizado para buscar recursos em condições mais favoráveis, sendo títulos de renda fixa. Uma das formas de se fazer a emissão é envolver projetos que atendam a determinadas condições prévias de aprovação da instituição financeira, realizando-se a medição em termos de impacto positivo na redução das emissões de carbono, de forma que os títulos lastreados são constituídos e emitidos. Esses títulos são, então, certificados e vendidos no mercado externo, concedendo ao banco recursos em condições favoráveis, os quais permitem o financiamento das linhas verdes ou sustentáveis.</p> |
| Prazos                 | Prazo total de até 72 meses, incluindo a carência máxima de 18 meses.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Garantias necessárias  | Depende do banco e do projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Procedimento           | Em geral, carta consulta e processo licitatório.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Financiamento mínimo   | Varia de acordo com o banco e o projeto. Em geral, a partir de R\$ 500.000,00.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

IV. Bancos Comerciais Privados

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Linhas de crédito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Produtos                               | <p><b>1. Linhas com recursos próprios dos bancos:</b></p> <p><b>Linhas Tradicionais</b><br/>As linhas tradicionais são aqueles empréstimos que são feitos contra a cota aprovada pelo banco e que não têm uma finalidade ou finalidade específica.</p> <p><b>Linhas Verdes</b><br/>Ao contrário das linhas tradicionais, os recursos das linhas verdes têm condições específicas e são destinadas a projetos que proporcionem o uso sustentável dos recursos naturais.</p> <p><b>Leasing</b><br/>Instrumento financeiro que permite a utilização e fruição do bem financiado em troca de uma taxa de financiamento, que se torna uma forma de pagamento do empréstimo inicial.</p> <p><b>2. Emissão de Títulos Verdes (green bonds):</b><br/>A emissão de títulos verdes (green bonds) é um mecanismo utilizado para buscar recursos em condições mais favoráveis, sendo títulos de renda fixa. Uma das formas de se fazer a emissão é envolver projetos que atendam a determinadas condições prévias de aprovação da instituição financeira, realizando-se a medição em termos de impacto positivo na redução das emissões de carbono, de forma que os títulos lastreados são constituídos e emitidos. Esses títulos são, então, certificados e vendidos no mercado externo, concedendo ao banco recursos em condições favoráveis, os quais permitem o financiamento das linhas verdes ou sustentáveis.</p> |
| Prazos                                 | Os prazos variam de acordo com cada projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Garantias necessárias                  | A depender do mecanismo de captação de recursos junto ao Banco, as garantias exigidas variam.<br>Com base nos estudos realizados e nas condições das linhas e projetos, as garantias exigidas podem variar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Permissões e procedimentos necessários | <p><b>Por parte do Financiador:</b><br/>É importante destacar que grande parte dos Bancos Comerciais possui especialistas no Setor Público, ou em Entidades Territoriais, Setor Governamental, etc. Estas áreas são especializadas nestes sectores e têm experiência e conhecimentos suficientes para aconselhar e indicar as licenças e procedimentos específicos que um município deve cumprir para obter este tipo de financiamento.</p> <p><b>Por parte do município:</b><br/>Dependendo da forma como a Prefeitura acessa os recursos, variam as algumas autorizações e procedimentos.</p> <p>Os projetos devem estar incluídos em uma das áreas aprovadas e atender a todos os requisitos e condições solicitadas, além de cumprir os procedimentos de contratação para a fase de execução e operação.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Custo financeiro                       | Dependendo da forma como os recursos são acessados, seu custo também pode variar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Financiamento mínimo                   | Não há valor mínimo. Em geral, todos tamanhos de projetos podem ser financiados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

V. Fundos de Investimento Privado

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Em geral, investem no capital das empresas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Produtos                               | Os fundos de investimento não têm produtos em si, mas muitas vezes têm setores-alvo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Prazos                                 | Os prazos variam de acordo com cada projeto, mas devido à característica de longo prazo dos projetos de infraestrutura, esses fundos têm duração, em geral, de 7 a 10 anos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Garantias necessárias                  | <p>Quando o fundo investe na modalidade de participação, a garantia geralmente é o projeto e seus ativos, assim como a forma de pagamento são os fluxos de caixa gerados no futuro.</p> <p>Quando o Fundo de Investimento capta diretamente com dívida, procura garanti-la com mecanismos de pagamento que permanecem em seu nome e que pode executar caso o devedor não honre os compromissos. Da mesma forma, podem ser feitos convênios para penhorar os ativos do devedor em nome do Fundo. Todos esses mecanismos de garantia são relativamente fáceis de fazer entre partes privadas, mas difíceis de estabelecer com o Setor Público. Nesse sentido, é pouco provável que esses Fundos invistam em projetos municipais.</p> |
| Permissões e procedimentos necessários | <p><b>Por parte do Financiador:</b><br/>Atender a todos os requisitos que estão disponíveis no processo de licitação e ser escolhido, para participar do projeto.</p> <p><b>Por parte do município:</b><br/>Deve cumprir toda a legislação e regulamentação em vigor para definir os termos de referência, realizar o processo de licitação e a implementação do projeto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Custo financeiro                       | A remuneração de um fundo de <i>private equity</i> é feita através da venda das ações que detém da empresa.<br><br>O custo para a empresa pode ser considerado como a venda de parte de seu capital.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Financiamento mínimo                   | Depende da estratégia e do segmento em que o fundo está inserido. Em geral, o valor mínimo é de 500 mil dólares (aproximadamente R\$ 2.750.000,00).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

VI. ESCOs

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento | Linhas de Crédito ou Contrato de Desempenho.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Produtos               | <p><b>01. Linhas de crédito verdes e tradicionais.</b></p> <p><b>02. Contratos de Desempenho:</b></p> <p><b>Modalidade PPP</b><br/>Valor dos contratos mínimo de R\$10 milhões, período de execução mínimo de cinco anos, e objeto não pode não estar restrito ao fornecimento de mão-de-obra, ao fornecimento e instalação de equipamentos ou à execução de obra pública.</p> |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Produtos                               | <p>Nessa modalidade de contratação com contrato de desempenho, a contrapartida do setor público pode ser considerada como a performance obtida em determinada ação de otimização do consumo de energia, seja ela uma obra de engenharia ou o gerenciamento do consumo energético em edifícios ou, ainda, a manutenção predial.</p> <p><b>Modalidade RDC</b><br/>Utiliza como referencial legal a Lei 12.462/2011 do Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC) na adoção do contrato de performance.</p> <p><b>PEE da ANEEL (Termo de cooperação técnica)</b><br/>Parcerias de ESCOs (Empresas de Serviços de Conservação de Energia) com os municípios para o diagnóstico do potencial das ações de eficiência energética e envio do projeto no PEE, além de implementação, caso este venha a ser aprovado na chamada pública.</p> |
| Permissões e procedimentos necessários | <p><b>Para empresas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Entrar em contato com Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO) para avaliar e validar o projeto e conectar as ESCOs com maior probabilidade de responder às especificidades do projeto.</li><li>- Escolher a ESCO.</li></ul> <p><b>Para o poder público:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Seguir os instrumentos e procedimentos legais cabíveis para seleção.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Garantias necessárias                  | Sujeito à validação do projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Custo Financeiro                       | O custo será a remuneração mediante dos benefícios financeiros obtidos com a redução nas despesas de energia por parte do consumidor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Financiamento mínimo                   | Não há valor mínimo, depende do projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

VII. PAR Procel

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Fundo perdido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Produtos                               | Não há.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Prazos                                 | Depende de cada edital.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Garantias necessárias                  | Existência de contrapartida por parte dos beneficiários: os projetos selecionados para compor o PAR, e especialmente aqueles priorizados para execução, serão aqueles que, preferencialmente, contem com contrapartida por parte dos beneficiários da ação, seja financeira ou na forma de bens ou serviços prestados pelo beneficiário.                                                                                                                                                                              |
| Permissões e procedimentos necessários | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Consulta pública</li><li>2. Chamada pública</li><li>3. Análise dos projetos pela PROCEL</li><li>4. Audiência pública para que os projetos possam ser criticados e avaliados pelo público geral</li><li>5. Nova análise da equipe PROCEL, com emissão de parecer sobre as propostas de projetos recebidas</li><li>6. Elaboração da proposta para o Plano de Aplicação de Recursos – PAR Procel</li><li>7. A partir da aprovação, o desembolso acontece em 12 meses.</li></ol> |
| Financiamento máximo                   | Não existe valor mínimo nem máximo para projetos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

VIII. PEE CELPE

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Fundo perdido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Produtos                               | Não há.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Prazos                                 | Depende de cada edital.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Garantias necessárias                  | Contrapartida depende de cada edital.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Permissões e procedimentos necessários | <p>Envio do projeto à Chamada Pública: documentos de habilitação, pré-diagnóstico energético do projeto, diagnóstico energético do projeto, observadas todas as especificações do edital.</p> <p>Em geral, são analisados os seguintes critérios para pontuação dos projetos:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Relação custo-benefício;</li><li>2. Relação custo-benefício proporcional;</li><li>3. Relação custo-benefício ordenada;</li><li>4. Peso do investimento em equipamentos no custo total;</li><li>5. Impacto direto na economia de energia e na redução de demanda na ponta;</li><li>6. Impacto na economia de energia;</li><li>7. Impacto na redução de demanda na ponta;</li><li>8. Qualidade na apresentação do projeto;</li><li>9. Qualidade global do projeto;</li><li>10. Bases do projeto;</li><li>11. Consistência do cronograma apresentado;</li><li>12. Estratégia de M&amp;V apresentada;</li><li>13. Capacidade para superar barreiras de mercado e efeito multiplicador;</li><li>14. Eficácia na quebra de barreiras de mercado;</li><li>15. Induz comportamentos de uso eficiente da energia;</li><li>16. Destina-se a segmentos com barreiras mais relevantes Experiência em projetos semelhantes;</li><li>17. Experiência nos usos finais propostos;</li><li>18. Experiência no PEE;</li><li>19. Certificação CMPV da EVO;</li><li>20. Outras certificações pertinentes;</li><li>21. Contrapartida;</li><li>22. Incentivo a usos finais;</li><li>23. Ações educacionais e divulgação.</li></ol> |
| Financiamento mínimo                   | Valor mínimo de R\$ 200.000,00 e máximo de R\$ 1.500.000,00.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

IX. Contratação direta CELPE

|                        |                                                                                                      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento | Fundo perdido.                                                                                       |
| Produtos               | Não há.                                                                                              |
| Prazos                 | Segundo informado pela CELPE, os trâmites burocráticos e validação do projeto duram cerca de um ano. |
| Garantias necessárias  | Não há.                                                                                              |

|                                        |                                                       |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Permissões e procedimentos necessários | Solicitação e envio do projeto à CELPE, para análise. |
| Financiamento mínimo                   | Não há.                                               |

#### X. Fundos Municipais

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Aplicação de recursos do Fundo Municipal do Meio Ambiente (FMMA) – Fundo Perdido.                                                                                                                                                                |
| Produtos                               | Não há.                                                                                                                                                                                                                                          |
| Prazos                                 | Depende de cada edital.                                                                                                                                                                                                                          |
| Garantias necessárias                  | A depender do edital. No Edital de Chamamento Público nº001/2020, não foi exigido.                                                                                                                                                               |
| Permissões e procedimentos necessários | 1. Envio das propostas técnicas, conforme especificações do Edital;<br>2. Seleção dos projetos pela Comissão de Análise de Projetos, conforme especificações do Edital;<br>3. Assinatura do Termo de Fomento, conforme especificações do Edital. |
| Custo financeiro                       | Não há                                                                                                                                                                                                                                           |
| Financiamento máximo                   | Depende de cada Edital. No Edital de Chamamento Público nº001/2020, o limite máximo de financiamento estipulado foi de R\$ 73.750,00.                                                                                                            |

#### XI. Compensação Ambiental

|                                        |                                                                                                                 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Aplicação de recursos provenientes da Compensação Ambiental – Fundo Perdido                                     |
| Produtos                               | Não há.                                                                                                         |
| Prazos                                 | Não há.                                                                                                         |
| Garantias necessárias                  | Não há.                                                                                                         |
| Permissões e procedimentos necessários | Encaminhamento do projeto e da solicitação à Gerência Geral do PRAV (Projeto de Revitalização de Áreas Verdes). |
| Custo financeiro                       | Não há                                                                                                          |
| Financiamento máximo                   | Não há limite para o valor dos projetos, desde que aprovados pela área técnica e pelo gestor da pasta.          |

#### XII. Fazendas Solares

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento                 | Aluguel de capacidade instalada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Produtos                               | Há vários planos de assinatura, com condições diferentes. Em geral, é firmado um contrato de aluguel da capacidade instalada, de forma que a Fazenda Solar repassa para o cliente os créditos provenientes da geração de energia e o cliente recebe o desconto correspondente em sua conta de luz da concessionária, ao final do mês. No geral, os contratos incluem a operação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos como de responsabilidade da Fazenda Solar, a qual é responsável também por conseguir o investidor no sistema, local onde as placas serão instaladas, aquisição de todos os equipamentos e a geração de energia.<br><br>Algumas possibilidades elencadas para o setor público são:<br><br>1. Concessão: o poder público cede o terreno para instalação da estrutura, e a Fazenda Solar arca com todos os custos de instalação, operação e manutenção. A energia gerada é utilizada para compensar a energia consumida nas unidades consumidoras do poder público.<br><br>2. Compra: o poder público adquire uma usina remota e se beneficia dos créditos. A Fazenda Solar é responsável pelos custos de instalação, operação e manutenção. |
| Prazos                                 | Depende do contrato firmado. Em geral, há um tempo fixo de 120 meses (10 anos), com tempo mínimo de fidelidade de 05 anos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Garantias necessárias                  | Depende do contrato firmado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Permissões e procedimentos necessários | Varia de acordo com o contrato. Em geral, é necessário realizar uma análise de viabilidade para cada projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Custo financeiro                       | Varia de acordo com o contrato. Em geral, é paga à Fazenda Solar cerca de 85-90% do que seria pago à concessionária, referente aos custos mensais de energia elétrica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Financiamento mínimo                   | Varia de acordo com o contrato. Em geral, deve haver um consumo mensal mínimo de energia elétrica de cerca R\$ 10.000,00 mensais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### XIII. Parcerias Público-Privadas (PPP) para projetos de eficiência energética em edifícios

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma de financiamento | PPP, com indicadores de desempenho estabelecidos no contrato (concessão administrativa).                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Produtos               | Não há. Em geral, o parceiro privado é responsável pela produção de energia fotovoltaica e de todos os custos associados, bem como os de operação e manutenção. O poder público se beneficia com a redução dos custos na conta de energia podendo, ainda, ser beneficiado com a receita da venda dos créditos de carbono excedentes, caso haja e seja vendido para o mercado. |
| Prazos                 | Em geral, varia entre 05 e 35 anos, considerando toda a vigência do contrato.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Garantias necessárias  | Varia a cada contrato. Em geral, a principal garantia é a de demanda por energia elétrica, além de definição de penalidades para rescisão contratual. Pode haver, também, garantias relacionadas a fundos garantidores de mensalidades, em caso de atraso no desembolso por parte do poder público.                                                                           |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Permissões e procedimentos necessários | Varia de acordo com o contrato. Em geral, é necessário realizar uma análise de viabilidade para cada projeto. É importante ressaltar que a modelagem de uma PPP deve ser realizada a partir de estudo de viabilidade técnica, econômico-financeira e jurídica, observando-se todos os requisitos legais aplicáveis. |
| Custo financeiro                       | Varia de acordo com o contrato. Em geral, o custo financeiro está inserido no que seria pago à concessionária, referente aos custos mensais de energia elétrica.                                                                                                                                                    |
| Financiamento máximo                   | Valor mínimo de R\$ 10.000.000,00.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Na Tabela 27 abaixo, apresenta-se um resumo do Anexo 5, referente às principais informações coletadas:

| Nome do modelo de financiamento  | Exemplos de instituições       | Requisito de garantia                                               | Natureza do financiamento            | Procedimento                                                    | Prazo                                                                                        | Tamanho dos projetos enquadrados                                            |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Bancos Bilaterais /Multilaterais | BID, CAF, AFD, NDB, BEI        | Garantia da União<br>Nota CAPAG do Tesouro Nacional acima da nota B | Empréstimo                           | Em geral: carta consulta, COFIEX, etc. Nota CAPAG superior a B. | Longo prazo, variam de 15 a 25 anos, as vezes com desembolso e período de carência de 5 anos | Em geral: carta consulta, COFIEX, etc. Nota CAPAG superior a B.             |
| Bancos Comerciais Públicos       | CEF, BB                        | Sem Garantia da União                                               | Empréstimo                           | Em geral: carta consulta, etc.                                  | Entre 24 e 60 meses com carência máxima de 12 meses                                          | Varia de acordo com o banco e projeto                                       |
| Bancos Comerciais Privados       | Itaú, Santander, Bradesco etc. | Garantia necessária                                                 | Empréstimo                           | Caso a caso                                                     | Varia de acordo com cada projeto                                                             | Varia de acordo com o banco e projeto                                       |
| Bancos de Desenvolvimento        | BDMG, BNDES, BNB, etc.         | Sem Garantia da União                                               | Empréstimo                           | Em geral: carta consulta, processo licitatório, etc.            | 72 meses, incluindo carência de 18 meses                                                     | Varia de acordo com o banco e projeto. Em geral, a partir de R\$ 500.000,00 |
| PEE da ANEEL                     | Concessionárias ESCOs          | Não                                                                 | Fundo perdido                        | Chamada pública anual                                           | Não há                                                                                       | Em geral, até R\$ 1.5 milhões                                               |
| PAR Procel                       | Procel                         | Não                                                                 | Fundo perdido                        | Chamada pública                                                 | Não há                                                                                       | Não há                                                                      |
| Fundos de Investimento Privado   | MGM                            | Garantia necessária                                                 | Capital                              | Caso a caso                                                     | Caso a caso                                                                                  | Em geral, a partir de 500 mil dólares (aproximadamente R\$ 2.750.000,00)    |
| ESCOs                            | ESCOs                          | Garantia necessária                                                 | Empréstimo ou contrato de desempenho | Instrumentos e procedimentos legais cabíveis para seleção       | Caso a caso                                                                                  | Depende do projeto                                                          |

| Nome do modelo de financiamento                                                      | Exemplos de instituições                                                                           | Requisito de garantia          | Natureza do financiamento                                                               | Procedimento                                                                                                                                                                | Prazo                                             | Tamanho dos projetos enquadrados                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fundos Municipais                                                                    | Fundo Municipal de Defesa Ambiental (Belo Horizonte);<br>Fundo Municipal de Meio Ambiente (Recife) | Varia de acordo com o edital   | Fundo perdido                                                                           | (1) Envio das propostas técnicas, (2) Envio dos documentos de habilitação, (3) Apresentação do plano de trabalho, (4) Assinatura de Termo de Fomento ou Termo de Cooperação | Não há                                            | Em geral, há limite máximo de financiamento, a depender do fundo.                                                                   |
| Compensação Ambiental                                                                | -                                                                                                  | Não há                         | Fundo perdido                                                                           | Encaminhamento do projeto e da solicitação ao do Núcleo de Compensação Ambiental.                                                                                           | Não há                                            | Depende dos projetos que estão sendo aprovados pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente que causam algum tipo de impacto ambiental. |
| Fazendas Solares                                                                     | NewSun, GDE Solar                                                                                  | Varia de acordo com o contrato | Aluguel de capacidade instalada                                                         | Caso a caso                                                                                                                                                                 | Em geral, há um tempo fixo de 120 meses (10 anos) | Em geral, com consumo mensal de energia elétrica superior a R\$ 10.000,00 mensais                                                   |
| Parcerias Público-Privadas (PPP) para projetos de eficiência energética em edifícios | Houer                                                                                              | Varia de acordo com o contrato | PPP, com indicadores de desempenho estabelecidos no contrato (concessão administrativa) | Caso a caso                                                                                                                                                                 | Em geral, entre 5 e 35 anos                       | O valor do contrato não pode ser inferior à 10 milhões de reais                                                                     |

Tabela 27 . Resumo das informações de financiamento coletadas.

Fonte: Consultorias, 2020.

c. Dados coletados da prefeitura

c.1. Entrevistas

Foram entrevistados representantes do Gabinete de Projetos Especiais e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMMAS), além de realizadas reuniões com a equipe responsável pelo Urban-LEDS II e pelo LEDS Lab na SMMAS.dessas fontes, conforme apresentado na Figura 25.

c.2. CANVAS

O *Flourishing Business* CANVAS é uma ferramenta de modelagem de negócios cuja objetivo é construir um modelo de negócio sustentável, considerando as dimensões ambiental e social, além da dimensão econômica.

Essa ferramenta foi utilizada pelo grupo de trabalho Workshop de lançamento do LEDS Lab Recife, em janeiro deste ano, com o objetivo de construir, de forma colaborativa, caminhos para a estruturação e efetiva implementação do projeto-piloto, bem como lançar diretrizes iniciais de um "modelo de negócios" para desenvolvimento de projetos de ação climática que se apresentem financiáveis e replicáveis no âmbito da Prefeitura do Recife. As discussões promovidas durante o workshop focaram na estruturação de projetos de ação climática do setor de energia.

A dinâmica foi dividida por quatro sessões de trabalho em grupo, que consistiram na identificação dos elementos em cada setor do CANVAS: 1) Estoque Biofísico, Serviços, Atores do ecossistema e Necessidades, 2) Valores co-criados, Valores co-destruídos e Metas, 3) Stakeholders, Relacionamento, Canais, Custos 4) Recursos, Atividades, Governança.

Os resultados foram consolidados em um CANVAS sintético são apresentados no Anexo 7. Foi elaborado ainda, pelas consultorias, um modelo de negócio CANVAS, com uma análise dos CANVAS apresentados pela prefeitura, o qual consta no Anexo 8.

d. Entrevistas com outros stakeholders

Foram realizadas também entrevistas com alguns stakeholders, como com o Instituto Clima e Sociedade (ICS), a Agência Recife para Inovação e Estratégia (ARIES), a GIZ, a Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica (ABSOLAR), a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO) e o *Copenhagen Centre on Energy Efficiency*.

O principal objetivo das entrevistas foi identificar sinergias entre a atuação do LEDS Lab e das iniciativas e projetos conduzidos pelos *stakeholders*, de forma a subsidiar a análise da possibilidade de parcerias visando à implementação dos projetos-piloto e a replicação dos projetos e do próprio LEDS Lab.

4.4 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os principais critérios considerados para indicação das fontes de financiamento mais apropriadas à prefeitura, no tocante ao projeto piloto, são elencados abaixo:

- I. ELEGIBILIDADE DO MUNICÍPIO DO RECIFE AO RECURSO;
- II. POSSIBILIDADE DE FINANCIAMENTO DE UM PROJETO DESSE PORTE;
- III. FACILIDADE DO PROCEDIMENTO DE CAPTAÇÃO DO RECURSO;
- IV. PRAZO PARA ASSINATURA DO CONTRATO;
- V. NECESSIDADE DE CONTRAPARTIDA;
- VI. RELACIONAMENTO DA PREFEITURA COM OS FINANCIADORES (CONTRATOS ATUAIS, CONFIANÇA, ENTRE OUTROS);
- VII. CRONOGRAMA DO FINANCIAMENTO, EM RELAÇÃO ÀS RESTRIÇÕES, COMO AQUELAS IMPOSTAS PELO CALENDÁRIO ELEITORAL;

Foram considerados, ainda, outros parâmetros de ponderação, tais como:

- I. CONTEXTO DA CAPTAÇÃO DE RECURSOS NA PREFEITURA DO RECIFE;
- II. DISPOSIÇÃO ATUAL DO MUNICÍPIO PARA REALIZAÇÃO DE NOVOS FINANCIAMENTOS, FRENTE AO ENDIVIDAMENTO REALIZADO PARA O ENFRENTAMENTO DA CRISE SANITÁRIA;
- III. REPLICABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PILOTO EM OUTROS HOSPITAIS MUNICIPAIS OU PRÉDIOS PÚBLICOS.

4.5 MODELOS DE FINANCIAMENTO SUGERIDOS

a. Financiamento complementar para o projeto piloto

Tendo em vista todas as informações coletadas e os critérios de seleção considerados, além da validação preliminar realizada com a prefeitura nas discussões realizadas durante o processo de construção do presente documento, apresentam-se as opções mais viáveis para captação do financiamento complementar ao seed money, visando à implementação do projeto piloto:

- I. CONTRATAÇÃO DIRETA PELA CELPE;
- II. CONTRATOS VIGENTES (OU NOVOS) COM A CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF);
- III. FAZENDAS SOLARES.

Assim, os modelos de financiamento sugeridos podem ser resumidos conforme a Figura 26:

- 1..... Modelo de financiamento = Seed Money + contratação direta pelo CELPE
- 2..... Modelo de financiamento = Seed Money + financiamento com a CEF
- 3..... Modelo de financiamento = Seed Money + fazenda solares

Figura 26 - Modelos de financiamento sugeridos. Fonte: Consultorias, 2020.

b. Replicação do projeto piloto

É importante destacar que todas as lições aprendidas durante o desenvolvimento do projeto piloto (nível técnico, administrativo e financeiro) são de extrema importância para a replicação não só projeto piloto para os demais hospitais do Recife e outros prédios públicos, como no desenvolvimento de projetos de mitigação e adaptação à mudança climática envolvendo outros setores além de energia.

No tocante às fontes de financiamento mapeadas, o Anexo 5 traz sugestões de quais modelos de financiamento poderiam ser utilizados para a replicação do projeto piloto, as quais são também elencadas abaixo:

- I. BANCOS COMERCIAIS PÚBLICOS;
- II. BANCOS DE DESENVOLVIMENTO;
- III. PEE CELPE;
- IV. PAR PROCEL;
- V. FAZENDAS SOLARES;
- VI. PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPP) PARA PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS.

Todas as considerações pertinentes à viabilidade do financiamento deverão ser realizadas, mediante análise criteriosa por parte da prefeitura, a fim de que a decisão mais assertiva possa ser tomada no tocante à escolha de modelos de financiamento para a replicação do projeto.

4.6 ORIENTAÇÕES PARA AS PREFEITURAS PARA A CAPTAÇÃO DO FINANCIAMENTO COMPLEMENTAR

Foi realizada uma reunião com a prefeitura para apresentação dos resultados intermediários, em julho do presente ano, na qual os servidores foram previamente informados sobre as possibilidades de financiamento em análise.

No tocante às opções elencadas para financiamento complementar do projeto piloto, seguem orientações gerais com vistas ao sucesso da captação do recurso:

I. Contratação direta pela CELPE:

Em entrevista realizada com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), foi identificada a possibilidade de uma contratação direta, para implementação do projeto piloto no HMR, condicionada a haver recurso remanescente do PEE.

Tal possibilidade é muito interessante, uma vez que a CELPE seria responsável por todos os estudos necessários e pela implementação e, além disso, o recurso seria via fundo perdido. É interessante utilizar esta janela de oportunidade também para captação de recursos para replicação do projeto em outras unidades hospitalares ou prédios públicos, tendo em vista que o prazo estimado para todos os trâmites burocráticos é de cerca de um ano.

II. Contratos com a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF):

Foi discutido durante as reuniões com a prefeitura a possibilidade de encaixar o piloto, por meio de

aditivo, em algum dos vigentes com a CEF ou, ainda, a da criação de um novo contrato. Neste último caso, é interessante que seja considerada a replicação do projeto para outros hospitais municipais ou mesmo edifícios públicos.

Além disso, foi informado pela prefeitura a existência de contratos referentes ao Programa de Financiamento à Infraestrutura e ao Saneamento (FINISA). Os procedimentos gerais para acesso ao recurso dessa linha seguem abaixo:

- 1. Identificação da necessidade de investimento na rubrica apropriada da linha;
- 2. Solicitação da Filial de Governo da Caixa (72 entidades regionais em todo Brasil);
- 3. Verificação a disponibilidade da garantia a ser oferecida;
- 4. Verificação da situação do Sistema de Registro de Operações de Crédito com o Setor Público (CADIP), adimplência com a Caixa e demais instituições financeiras;
- 5. Aprovação da lei autorizativa na Câmara;
- 6. Apresentação da Carta Consulta.

III. Fazendas Solares:

Uma vez que o consumo mensal mínimo do HMR é superior a R\$ 10.000,00 por mês, conforme observado nos valores gastos com energia elétrica, seria viável a implementação de um contrato de aluguel de capacidade instalada com uma fazenda solar.

Conforme mencionado no mapeamento das fontes de financiamento, há vários planos de assinatura, com condições diferentes. Em geral, é firmado um contrato de aluguel da capacidade instalada, de forma que a Fazenda Solar repassa para o cliente os créditos provenientes da geração de energia e o cliente recebe o desconto correspondente em sua conta de luz da concessionária, ao final do mês. Há contratos, inclusive, com desconto progressivo na conta de luz e com blindagem da tarifa de energia.

Os contratos podem incluir a operação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos como responsabilidade da Fazenda Solar, além da responsabilidade por conseguir o investidor no sistema, o local onde as placas serão instaladas, a aquisição de todos os equipamentos e a geração de energia. Para um possível contrato pode ser considerada, ainda, replicação do piloto com inclusão de outras unidades de saúde ou prédios públicos.

Algumas possibilidades elencadas para o setor público foram:

- 1. Concessão: o poder público cede o terreno para instalação da estrutura, e a Fazenda Solar arca com todos os custos de instalação, operação e manutenção. A energia gerada é utilizada para compensar a energia consumida nas unidades consumidoras do poder público.
- 2. Compra: o poder público adquire uma usina remota e se beneficia dos créditos. A Fazenda Solar é responsável pelos custos de instalação, operação e manutenção.

É de extrema importância ter em vista que o planejamento para prosseguir nas articulações com a CEF e com a CELPE deve ser realizado o quanto antes. Além disso, sugere-se que seja realizado o mapeamento de fazendas solares e dos diferentes contratos e condições existentes, com análise por parte da prefeitura.

Está prevista a realização de uma reunião de alinhamento final acerca dos modelos de financiamento sugeridos, para validação com a equipe municipal e orientações sobre os próximos passos.

Está previsto, ainda, que as consultorias organizem uma reunião de *matchmaking* entre a prefeitura e um potencial financiador, a fim de que esta possa se aprofundar nos procedimentos necessários à captação do recurso, bem como dirimir possíveis dúvidas existentes.

Por fim, reforça-se que o mapeamento fornecido das fontes de financiamento, bem como as sugestões de financiamento mais apropriadas oferecidas não são determinísticas e devem ser analisadas e validadas pela prefeitura, tendo como foco auxiliar à mesma no planejamento estratégico dos próximos passos, com vistas ao sucesso na captação do financiamento complementar necessário para implementação do projeto piloto.

# DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Nessa seção são apontados os principais desafios e oportunidades encontrados durante o desenvolvimento do projeto-piloto no Recife. São colocadas as lições aprendidas no nível técnico (seleção dos projetos estratégicos), administrativo (elaboração dos documentos de licitação e contratação) e financeiro (montagem de projetos financiáveis).

## DESAFIOS

Inicialmente, pode-se citar o desafio de selecionar o edifício para projeto piloto. Foram realizadas visitas e análises em Upinhas e no HMR para entender o potencial de ação e replicabilidade de cada opção.

Já no início do projeto, um aprendizado muito relevante é em relação a importância de reconhecer publicamente a figura dos pontos focais nas cidades como principais catalisadores do LEDS Lab nas prefeituras e envolvê-los em toda a comunicação referente ao processo do Lab, para que validem como a comunicação pode ser melhor realizada com os diferentes atores dentro da prefeitura e eventuais parceiros.

Frente à pandemia e a crise sanitária que o país está enfrentando, foi importante o posicionamento do ICLEI sobre como tratar com os pontos focais e as cidades, assim como foi importante dar o tempo para que a prefeitura se organizasse frente ao COVID-19.

Independentemente da crise trazida pelo COVID-19, apontou-se desde o início do LEDS Lab que trabalhar com prédios de saúde poderia ser um desafio na implementação de ações piloto, devido principalmente ao regime de operação destes edifícios, que precisa que todos os sistemas estejam operando adequadamente e sem interrupções para atender pacientes. Como lição aprendida, podemos destacar assim a importância de selecionar edifícios com menor complexidade e que apresenta maior potencial de replicabilidade para projetos piloto.

O financiamento complementar do projeto piloto e a replicação das ações de EE e ER em outros hospitais foi enviado como proposta de projeto ao PAR Procel 2020. O projeto, no entanto, não foi aceito, pois as cidades e os edifícios já estavam previamente selecionados na proposta, e, como o Procel é um programa nacional, devem ser previstas formas e metodologias de selecionar os beneficiários. Destaca-se, assim, a importância de se conhecer a fundo as fontes financiadoras, a interlocução e construção de relacionamento com seus representantes, e o aprendizado com o processo de envio, que pode ser aprimorado cada vez mais.

## DESAFIOS

Um outro desafio foi o baixo envolvimento do GT LEDS Lab nas contribuições ao projeto piloto. Pontua-se também o longo processo de validação política das medidas de mitigação indicadas pela consultoria, com impacto no cronograma de entregas. Este processo deve-se, em parte, por conta da situação de crise sanitárias que as prefeituras estão enfrentando, mas esta é uma etapa que costuma normalmente levar certo tempo, de modo que deve ser considerada no cronograma das próximas fases do LEDS Lab. De forma geral, pode-se sintetizar o processo de tomada de decisão sobre a implementação do piloto na figura a abaixo.

Restrições impostas pelo calendário eleitoral ao cronograma do financiamento.

## OPORTUNIDADES

Devido a pandemia atual e necessidade de isolamento social, foi necessário a adaptação, o fortalecimento e a consolidação de novas formas de interação com os municípios e com os diferentes financiadores, sem perder qualidade ou eficácia no desenvolvimento dos objetivos e objetivos do projeto. Isto fez com que novas formas de trabalho fossem criadas entre as equipes, todas trabalhando remotamente.

A metodologia de seleção de modelos de financiamento permitirá aos municípios caracterizar suas condições, entender seus interesses e avaliar a oferta de possíveis financiadores. É também uma oportunidade muito valiosa ter uma metodologia que pode ser aplicada a outros projetos de caráter climático que eles desejem executar no futuro.

Aprender com o Município e desenvolver suas capacidades para replicar o processo em outros projetos. Esse aprendizado pode ser continuamente documentado e aprimorado, otimizando os processos de futuras implementações em outras edificações.

Sessões de treinamento podem ser desenvolvidas, envolvendo diferentes atores da comunidade que podem aprender com tecnologias fotovoltaicas e programas de EE, não apenas para instituições, mas também para famílias e comunidade local.

Realizar um projeto de energia solar fotovoltaica em equipamentos públicos como bandeira dos esforços positivos que vêm sendo desenvolvidos pelo governo local na luta contra as mudanças climáticas.

OPORTUNIDADES

Outros aprendizados se referem a escala dos projetos: os créditos não reembolsáveis disponibilizados pelo Procel e pelas concessionárias de energia como parte do PEE da ANEEL parecem ser os melhores mecanismos dimensionados para os projetos municipais de eficiência energética em edificações isoladas. Algumas fontes de financiamento contam com um valor mínimo, de modo que se faz importante estruturar projetos que envolvam mais prédios da prefeitura (ou até região metropolitana) em um mesmo “pacote”.

Mobilização de diferentes áreas da Prefeitura do Recife, com a liderança da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, e a formação de uma rede entre as secretarias que possuem o mesmo objetivo, podendo, futuramente, estender a outras tipologias.

O envolvimento da diretoria da equipe de manutenção e da diretoria do HMR é uma oportunidade muito relevante no desenvolvimento de projetos piloto que envolvam de educação ambiental, atendimento humanizado e geração de renda para a comunidade local.

Em relação aos aspectos financeiros, o principal aprendizado ligado a realização das entrevistas com os financiadores reside nas diferentes formas que eles podem contribuir ao LEDS Lab, a curto e longo prazo além do financiamento dos projetos pilotos. A curto prazo, possíveis contribuições são os financiamentos dos projetos pilotos; participação em momentos estratégicos no decorrer da implementação do projeto, como realização de análises de viabilidade para enquadramento dos projetos-piloto em uma das linhas disponíveis, apoio na estruturação de materiais para capacitar as cidades para desenvolvimento de projetos de baixo carbono que sejam financiáveis, ampliação da capacidade de divulgação dos resultados. Já a longo prazo, possíveis contribuições estão relacionadas ao financiamento de projetos pilotos do LEDS Lab com as outras cidades Urban-LEDS II: financiamento da preparação dos projetos e financiamento de projetos de replicação do piloto.

Tabela 28. Desafios e oportunidades do projeto.



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- 01.....

O desenvolvimento dos projetos básicos para o HMR foram bem sucedidos devido ao engajamento da equipe de manutenção do hospital, do apoio de sua diretoria, a ótima articulação dos pontos focais da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade com atores relevantes e financiadores.
- 02.....

Os projetos básicos, a análise de riscos, identificação de co-benefícios e orientações para manutenção e verificação contemplam informações e orientações normalmente requeridas em projetos de ação climática, de modo que visam empoderar a prefeitura para que ela possa enviar o projeto piloto e outros projetos de replicação com autonomia, conhecimento de todo o processo, e articulação com todos os atores envolvidos.
- 03.....

Além dos projetos básicos, recomenda-se que as outras medidas de mitigação passem por um processo de avaliação e seleção por parte da prefeitura, podendo envolver a diretoria do hospital e o GT LEDS Lab, a fim de avaliar as possibilidade de investimento da prefeitura em curto, médio e longo prazo, e estabelecer prioridades de acordo com seus objetivos e capacidades financeiras. É importante que elas sejam consideradas para que o edifício piloto seja um exemplo municipal no enfrentamento as mudanças climáticas.
- 04.....

Considera-se muito importante o trabalho constante dos pontos focais para manutenção da importância atribuída às ações de mitigação e adaptação climática e na articulação com os todos os diferentes atores envolvidos, em especial visando a continuação da construção do relacionamento com os parceiros e financiadores articulados após o período eleitoral, para que não se percam oportunidades e pontes construídas pelo LEDS Lab.
- 05.....

É de extrema importância que as opções sugeridas para o modelo de financiamento, bem como as demais mapeadas, sejam avaliadas criteriosamente pela prefeitura, a fim de que a decisão tomada seja a mais assertiva no tocante à captação dos recursos necessários à implementação do projeto piloto.
- 06.....

Recomenda-se que os próximos passos a serem dados sejam planejados o mais brevemente, com definição de um plano de ação com as atividades a serem desenvolvidas para a obtenção do recurso complementar. Recomenda-se, ainda, que este planejamento considere também a replicação do projeto.

# REFERÊNCIAS

BNDES. **Iluminação: LED: principais benefícios.** 2017. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/iluminacao-led>. Acesso em Jul de 2020.

CONEXLED. **Cinco benefícios da Iluminação de LED nas Vias Públicas Brasileiras.** 2018. Disponível em: <https://conexled.com.br/noticias/cinco-beneficios-da-iluminacao-de-led-nas-vias-publicas-brasileiras/>. Acesso em Jul de 2020.

Conselho Monetário Nacional (CMN). **Resolução nº 394, de 1976.** Regulamento Anexo à Resolução Nº 394, de 03.11.76, que define a competência e disciplina a constituição e o funcionamento dos Bancos de Desenvolvimento. Disponível em: [https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/1976/pdf/res\\_0394\\_v13\\_P.pdf](https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/1976/pdf/res_0394_v13_P.pdf).

**EN 12464-2/ 2007:** Lighting of workplaces - Part 2: Outdoor workplaces.

Guia prático de chamadas públicas do PEE para proponentes / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília: ANEEL, 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656831/15104008/Guia+CPP++Proponentes.pdf/ba29a041-83f0-41be-956f-50885b709e33?version=1.0>

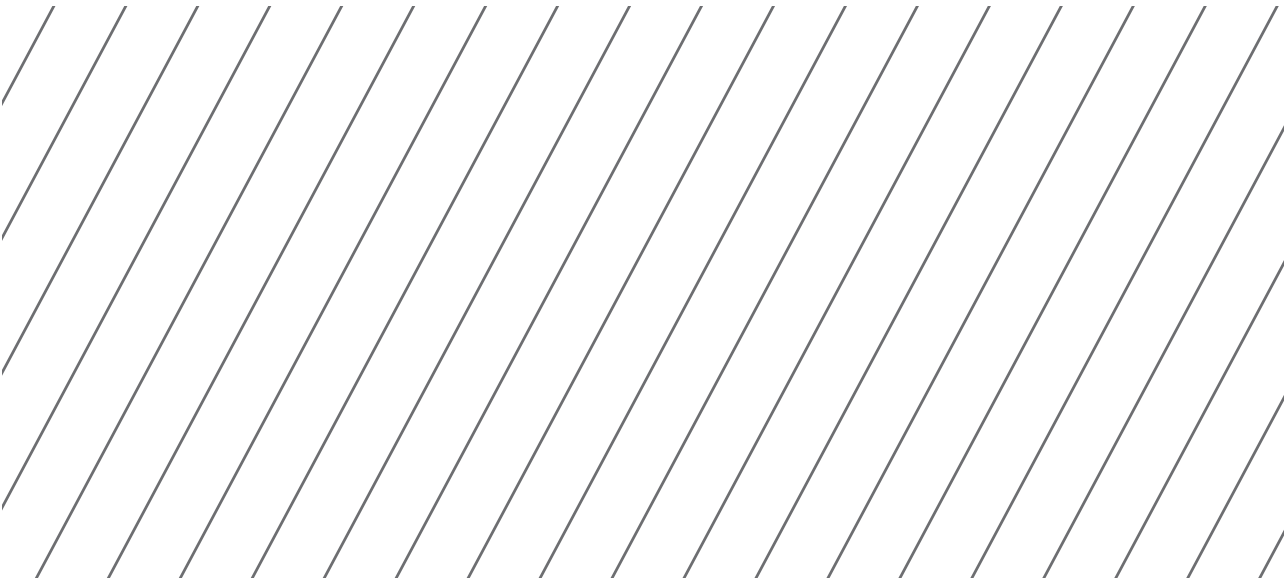
IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **Iluminação em LED: vantagens e desvantagens.** Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=3&Cod=1966>. Acesso em Jul de 2020

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Arquivos Climáticos.** Disponível em: <http://labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>. Acesso em Jun de 2020.

SINIR – Ministério do Meio Ambiente. **Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista – Ciclo da Logística Reversa.** 2018. Disponível em: <https://sinir.gov.br/logistica-reversa/painel-descarte-legal/63-logistica-reversa/128-lampadas-fluorescentes-de-vapor-de-sodio-e-mercuro-e-de-luz-mista>. Acesso em Jul de 2020.

# ANEXOS

|                                           |                                                          |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Anexo 1</b> – Ofício Recife            | <b>Anexo 5</b> – Resumo das informações de financiamento |
| <b>Anexo 2</b> – Orçamentos               | <b>Anexo 6</b> – Resumos das entrevistas realizadas      |
| <b>Anexo 3</b> – PMOC HMR                 | <b>Anexo 7</b> – CANVAS sintético do Recife              |
| <b>Anexo 4</b> – Projeto Básico do Recife | <b>Anexo 8</b> – CANVAS análise consultorias             |





•I.C•L•E•I  
Governos  
Locais pela  
Sustentabilidade

mitsidi  
PROJETOS



icare  
& consult

MARX  
UP  
energía  
finanzas  
competencia

