

Energia zero e eficiência energética nas unidades de educação de Florianópolis



PREFEITURA DE
FLORIANÓPOLIS
PLANEJAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO

Localização e dados gerais



O projeto se desenvolve no município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina.

POPULAÇÃO: 537.213 hab. (IBGE 2022)
ÁREA TOTAL : 436,5 km² (12,1 km² continental)
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO: 59%
IDH: 0,833 (Atlas Brasil 2021)

A prefeitura deu seu primeiro passo a partir da construção da **Creche Hassis** no bairro Costeira do Pirajubaé, que obteve a **certificação de construção sustentável LEED Platinum**, no ano de 2016.

Primeiro prédio público certificado GBC Zero Energy.

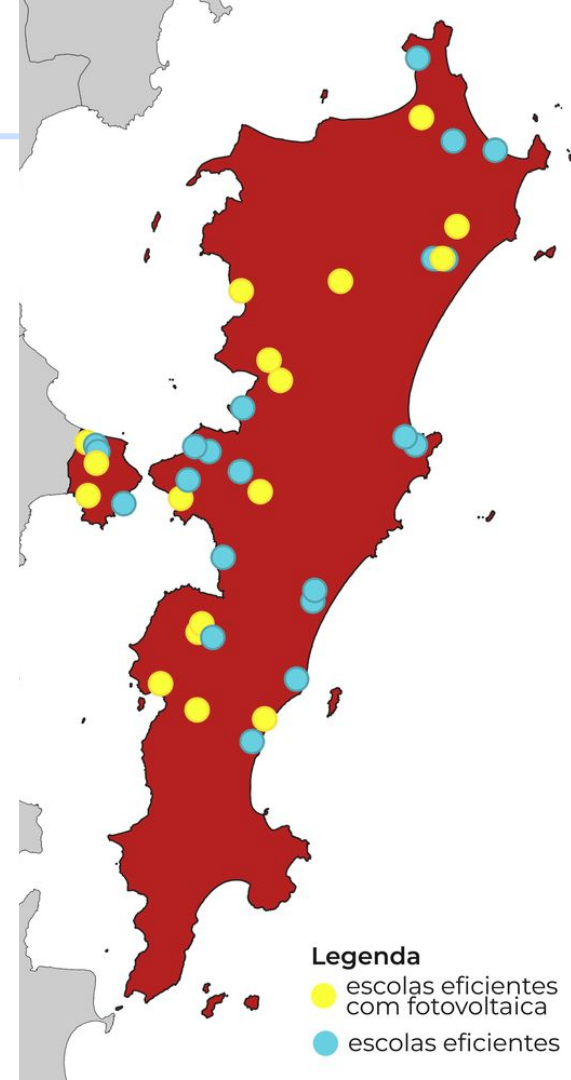
- Sistemas de iluminação e condicionamento ambiental eficientes
- 20,73 kW de painéis fotovoltaicos
- Captação de água da chuva
- Medidas ambientais de sustentabilidade



Creche Hassis. Fonte: Haus (2019).

Unidades educacionais

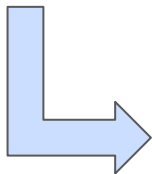
- A atuação se dará em **39 unidades pré-selecionadas** distribuídas em todas as regiões do município;
- Ações de eficiência energética para o uso final de iluminação para todas as unidades educacionais;
- Em 17 unidades haverá **implantação de sistemas de geração local de energia renovável**, tornando-as autossuficientes em energia.



Objetivos do projeto

Utilizar a energia elétrica de forma mais **eficiente e racional** nas unidades consumidoras através da melhoria das instalações nos usos finais de energia elétrica.

Utilizar o potencial das **coberturas dos edifícios para gerar energia elétrica** por sistemas fotovoltaicos e renováveis.



O projeto com a integração das medidas de eficiência energética e dos sistemas de geração de energia resulta em um **valor total de R\$ 6.090.735,96** (valor atualizado para 2026 com base no IGP-M).

- *RCB no valor de 0,50*
- *Diagnóstico detalhado e estudos preliminares desenvolvidos em 2019 pela Petinelli Consultoria Empresarial*

Benefícios



Serão beneficiados **14.800 alunos** e **650 professores e funcionários**. Nas 17 unidades com **energia fotovoltaica**, serão **6 mil alunos**.



Ambientes **melhor iluminados** e com **maior conforto térmico**, melhorando as condições de ensino para os alunos.



Reduzirão os custos de materiais e mão de obra para manutenção.

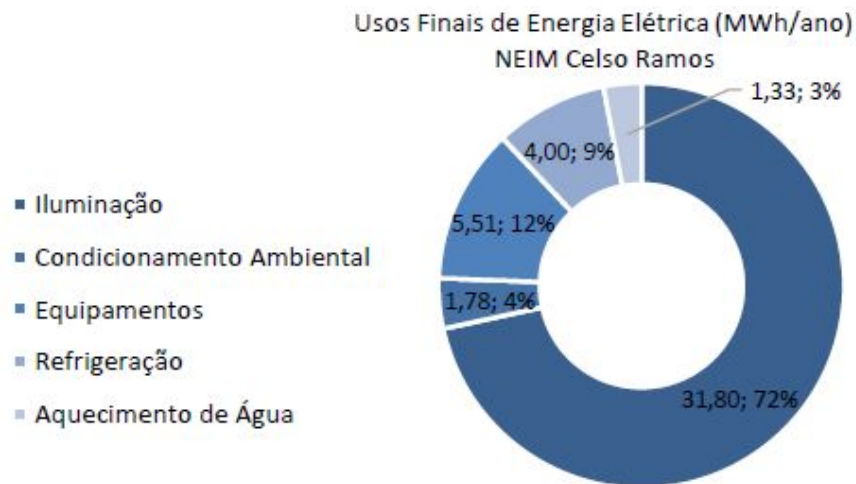


O município vai **economizar até R\$ 1.000.000,00 por ano** de custos com energia elétrica e poderá redirecionar os recursos para novos investimentos na área da educação.

- **Estimativa da Participação dos Usos Finais da Energia Elétrica:** dados utilizados para mapear o perfil de consumo energético das edificações
- **Avaliação do Histórico de Consumo:** dados sobre o comportamento energético das edificações
- **Análise das Instalações Existentes e Ações de Eficientização Previstas:** levantamento da infraestrutura atual e definição das ações de melhoria e modernização, relacionadas à eficiência energética, assim como o desempenho térmico.

Estimativa da Participação dos Usos Finais da Energia Elétrica

- Através de informações coletadas dos sistemas de iluminação, de condicionamento ambiental, refrigeração, aquecimento de água e equipamentos de uso geral, bem como o período de utilização, foi realizada uma estimativa da participação dos usos finais de energia elétrica para cada unidade.



Exemplo: Estimativa do consumo por uso final da unidade NEIM Celso Ramos.

Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético.

Avaliação do Histórico de Consumo

- Para cada unidade educacional foram realizadas avaliações do **histórico de consumo e demanda em um período de 12 meses**.
- Analisando os resultados obtidos, pode-se perceber que, em geral, os meses de janeiro e fevereiro obtiveram um consumo menor que os demais, devido às unidades estarem em férias nesse período.

Exemplo: Histórico de consumo da NEIM Celso Ramos

Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Tabela 17 – Histórico de consumo – NEIM Celso Ramos – B3 convencional.

Mês	Consumo Total [kWh]	Custo Total (R\$)
Fevereiro 2018	3.179	2.276,37
Março de 2018	3.051	2.212,16
Abril de 2018	3.899	2.719,06
Mai de 2018	3.403	2.500,35
Junho de 2018	3.378	2.692,49
Julho de 2018	3.731	2.977,82
Agosto de 2018	3.380	2.623,15
Setembro de 2018	3.781	3.006,23
Outubro de 2018	3.726	3.147,59
Novembro de 2018	3.823	3.297,98
Dezembro de 2018	4.458	3.751,74
Janeiro de 2019	4.607	3.830,96
Anual	44.416	35.035,90
Média Mensal	3.701	2.919,66

Análise das Instalações Existentes e Ações de Eficientização Previstas

- Foi realizada uma análise preliminar nas instalações físicas e operação dos sistemas das unidades e identificaram-se **oportunidades de redução no consumo de energia elétrica no sistema de iluminação.**
- Aplicando-se a substituição das lâmpadas e potências, obtém-se um sistema de iluminação proposto com 118,9 kW de potência - o equivalente a uma **redução de 51.3% frente aos 244,3 kW do sistema existente.**

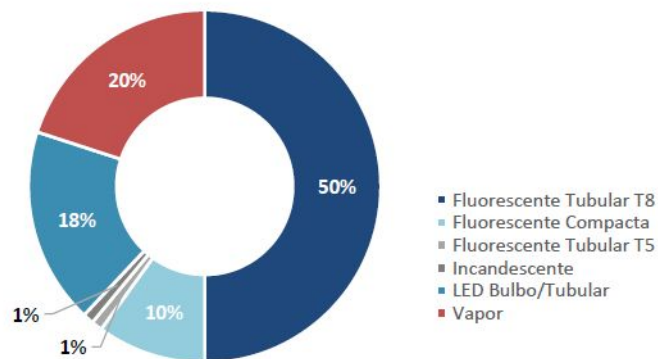


Figura 44 – Representatividade de potência instalada das tecnologias de luminárias existentes

Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019).
Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

ILUMINAÇÃO				TOTAL
SISTEMA ATUAL				TOTAL
1	Tipo de equipamento / tecnologia			
2	Potência	W	pla_i	9,566.00
	Quantidade		qla_i	7,365
3	Potência	W	pra_i	312.00
	Quantidade		qra_i	3,002
4	Potência instalada	kW	Pa_i	244.27
Tempo de utilização do sistema, em um dia				h/dia
5	Dias de utilização do sistema, em um ano		dia/ano	
	Funcionamento		h/ano	ha_i
Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta			meses	NM
Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta			dias	ND
6	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta		horas	NUP
	Potência média na ponta	kW	da_i	58.38
Fator de coincidência na ponta			$FCPa_i$	
7	Energia consumida	MWh/ano	Ea_i	506.27
8	Demanda média na ponta	kW	Da_i	58.38

SISTEMA PROPOSTO				TOTAL
9	Tipo de equipamento / tecnologia			
10	Potência	W	plp_i	4,507.00
	Quantidade		qlp_i	7,365
11	Potência	W	prp_i	0.00
	Quantidade		qrp_i	0
12	Potência instalada	kW	Pp_i	118.94
Tempo de utilização do sistema, em um dia				h/dia
13	Dias de utilização do sistema, em um ano		dia/ano	
	Funcionamento		h/ano	hp_i
Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta			meses	NM
Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta			dias	ND
14	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta		horas	NUP
	Potência média na ponta	kW	dp_i	28.51
Fator de coincidência na ponta			$FCPp_i$	
15	Energia consumida	MWh/ano	Ep_i	248.15
16	Demanda média na ponta	kW	Dp_i	28.51

RESULTADOS ESPERADOS				TOTAL
17	Redução de demanda na ponta	kW	RDP,	29.87
18	Custo evitado de demanda (CED) = várias	%	RDP, %	51.17%
19	Energia economizada	MWh/ano	EE,	258.13
20	Custo da energia evitada (CEE) = várias	%	EE, %	50.99%
Benefício anualizado iluminação			R\$	B_{ILUM} 133,606.28

Proposta: utilização de energia fotovoltaica

- A Prefeitura de Florianópolis tem o objetivo de **tornar suas creches autossuficientes em energia.**
- Nesta proposta foram selecionadas 16 unidades para dar este próximo passo, com ações de eficiência energética e a implantação de sistemas de geração de energia renovável a partir de fonte solar.

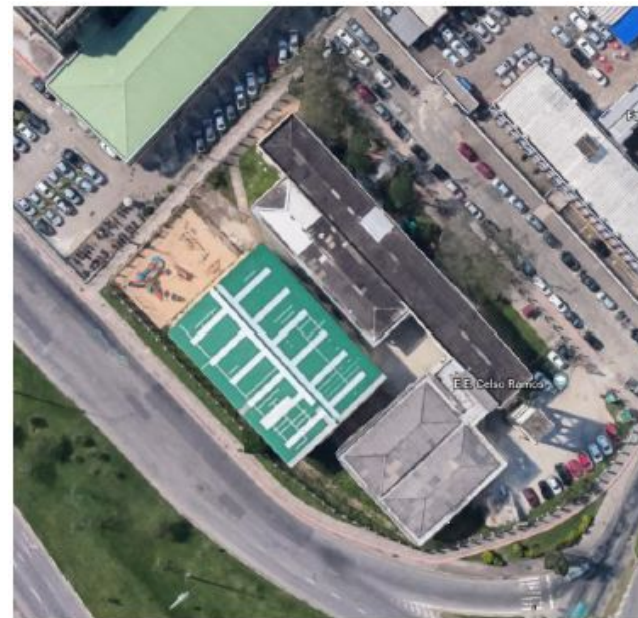
Tabela 107 – Sistema de geração fotovoltaica de cada unidade selecionada.

Identificação da Tabela Benefícios da Fonte Incentivada	Local	Potência Proposta (kWp)
UNID-01	NEIM Celso Ramos	60,8
UNID-03	E.B.M João Alfredo Rohr	43,5
UNID-08	NEIM Silveira de Souza	37,4
UNID-09	NEIM Celso Pamplona	42,6
UNID-10	NEIM Dona Cota	21,8
UNID-12	NEIM Maria Barreiros	36,5
UNID-17	NEIM Barreira do Jangá	30,4
UNID-19	E.B.M Donícia Maria da Costa	88,0
UNID-23	E.B.M Paulo Fontes	53,1
UNID-27	E.B.M Intendente Aricomedes da Silva	49,9
UNID-28	E.B.M Mâncio Costa	44,8
UNID-33	NEIM Anna Spyrios Dimatos	28,8
UNID-34	NEIM Idalina Ochôa	24,3
UNID-35	NEIM Monteiro Lobato	17,3
UNID-36	NEIM Poeta João da Cruz e Souza	23,0
UNID-39	NEIM Caetana Marcelina Dias	23,0
TOTAL		625,3

Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Proposta: utilização de energia fotovoltaica

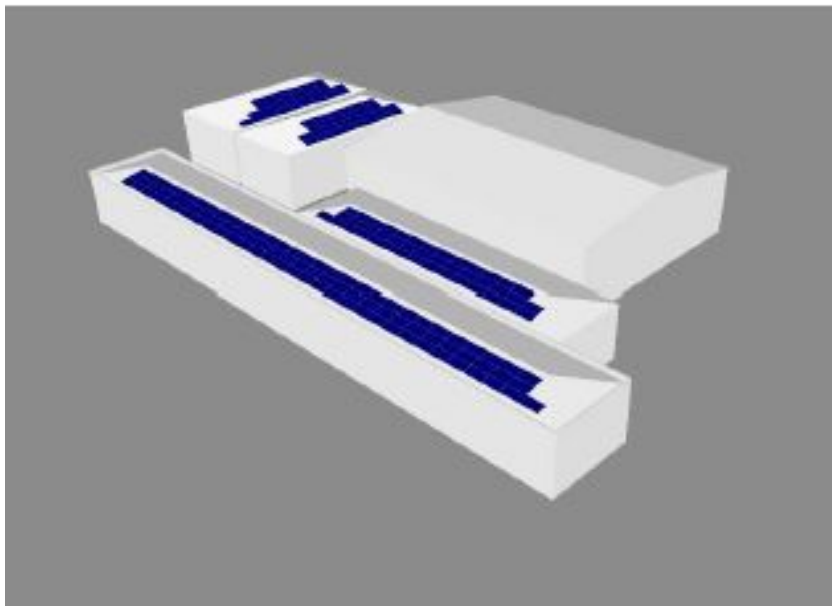
- O projeto foi desenvolvido em atendimento à Instrução Normativa da CELESC I-432.0004 (Requisitos para a Conexão de Micro ou Minigeradores de Energia ao Sistema Elétrico da Celesc Distribuição).
- Exemplo de projeto para a unidade **NEIM Celso Ramos**. O sistema é composto por 190 módulos conectados a 2 inversores, com **potência total de 60,8 kWp**.



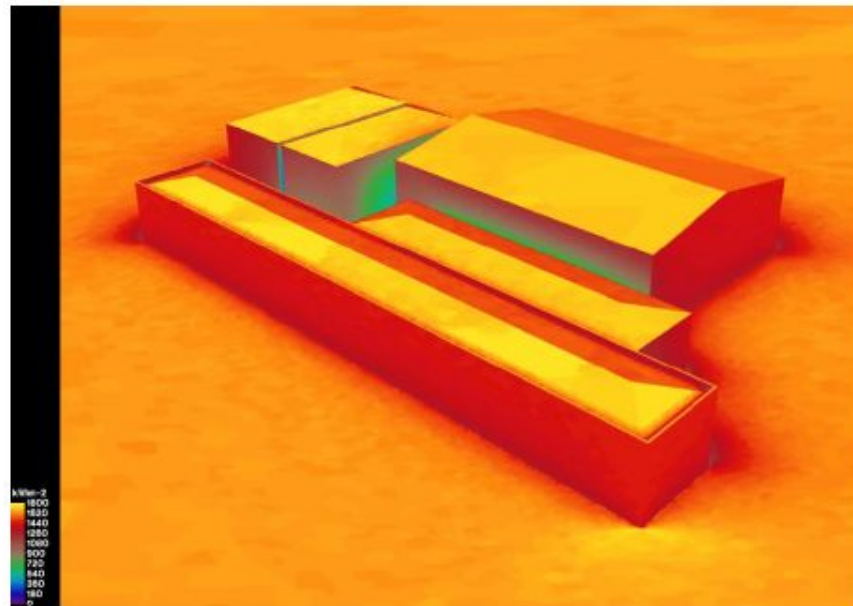
Implantação da unidade de ensino

Fonte: Google Earth (2019)

Proposta: utilização de energia fotovoltaica



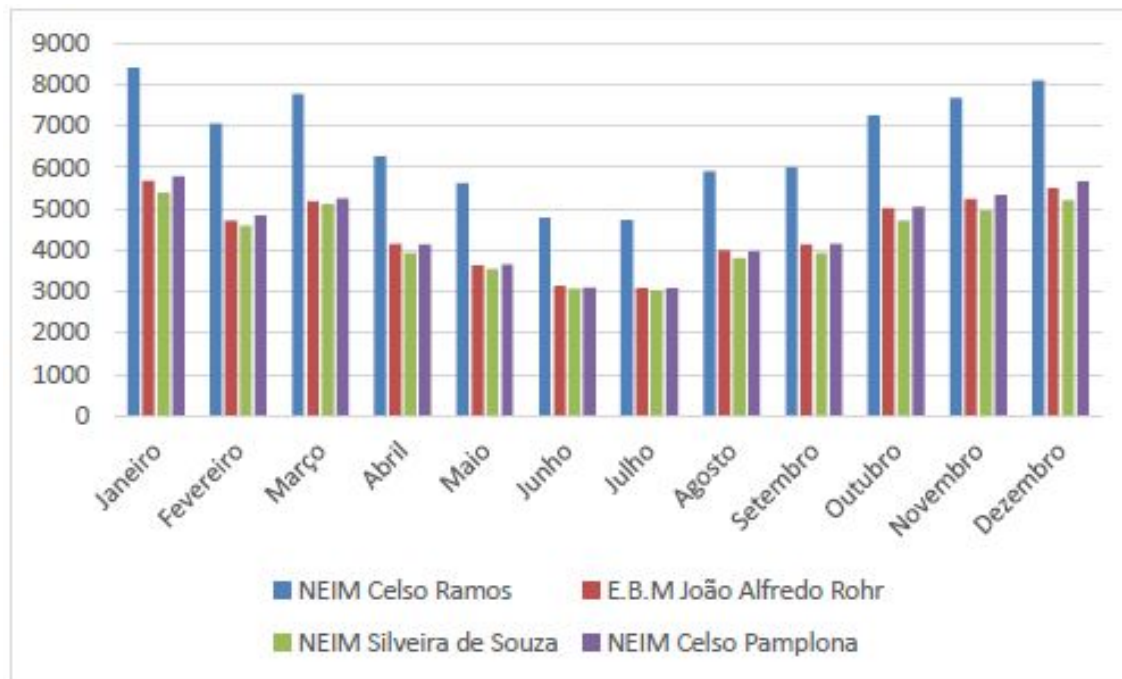
Localização dos módulos fotovoltaicos no telhado do NEIM Celso Ramos



Simulação de radiação cumulativa em cada um dos locais selecionados para a instalação do sistema.

Perfil de Geração dos sistemas fotovoltaicos

Perfil de geração anual de energia dos sistemas fotovoltaicos (kWh) para algumas localidades desta proposta de projeto:



Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Resultados esperados

A seguir, observa-se os resultados esperados para o sistema proposto para cada unidade consumidora e o total:

Tabela 109 - Resultados Esperados Fonte Incentivada

FONTE INCENTIVADA			TOTAL	UNID-01	UNID-03	UNID-08	UNID-09	UNID-10	UNID-12	UNID-17	UNID-19	UNID-23	UNID-27	UNID-28	UNID-33	UNID-34	UNID-35	UNID-36	UNID-39		
SISTEMA PROPOSTO			TOTAL	UNID-01	UNID-03	UNID-08	UNID-09	UNID-10	UNID-12	UNID-17	UNID-19	UNID-23	UNID-27	UNID-28	UNID-33	UNID-34	UNID-35	UNID-36	UNID-39		
1 Tipo de equipamento / tecnologia				Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar	Geração Solar		
2	Potência nominal do sistema	W	pp _i	625.280,00	60.800,00	43.520,00	37.440,00	42.560,00	21.760,00	36.480,00	30.400,00	88.000,00	53.120,00	49.920,00	44.800,00	28.800,00	24.320,00	17.280,00	23.040,00	23.040,00	
3	Quantidade		qp _i	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Potência instalada de geração	kW	pp _i	625,28	60,80	43,52	37,44	42,56	21,76	36,48	30,40	88,00	53,12	49,92	44,80	28,80	24,32	17,28	23,04	23,04	
Tempo de funcionamento do sistema, em um dia			h/dia		12,14	12,07	12,04	12,12	12,08	12,09	12,03	12,16	12,15	12,07	12,04	12,11	12,04	12,06	11,67	12,12	
5	Dias de funcionamento do sistema, em um ano	dia/ano		365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	
Funcionamento			h/ano	hp _i	4.431,00	4.404,53	4.396,00	4.423,49	4.411,00	4.413,00	4.390,00	4.439,00	4.434,75	4.405,00	4.395,00	4.420,00	4.395,00	4.401,90	4.261,00	4.423,80	
Meses no ano, de funcionamento do Sistema no horário de Ponta			meses	NM	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Dias úteis no mês, de funcionamento do Sistema no horário de Ponta	dias	ND	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Horas por dia, de funcionamento do Sistema no horário de Ponta			horas	NUP	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RESULTADOS ESPERADOS			TOTAL	UNID-01	UNID-03	UNID-08	UNID-09	UNID-10	UNID-12	UNID-17	UNID-19	UNID-23	UNID-27	UNID-28	UNID-33	UNID-34	UNID-35	UNID-36	UNID-39		
7	Demanda atendida na ponta	kW	RDP _i	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	Tarifa final da demanda na ponta (CED) = várias	R\$		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	Demanda atendida fora de ponta	kW	RDFPi	174,60	17,30	11,70	10,50	11,70	6,20	10,20	8,30	23,80	14,70	14,40	12,50	7,90	6,70	4,80	7,30	6,60	
10	Energia gerada na ponta	MWh/ano	EEP _i	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	Tarifa final da energia na ponta (CEEP) = várias	R\$		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	Energia gerada fora de ponta	MWh/ano	EEP _{fi}	803,34	79,53	53,40	51,22	53,97	29,23	47,98	38,45	111,91	66,25	66,62	57,30	35,91	31,40	21,95	28,96	29,25	
13	Tarifa final da energia fora de ponta (CEEPf) = várias	R\$		622.057,78	62.254,48	41.799,92	40.093,48	42.246,88	22.879,58	37.557,30	30.097,51	87.599,79	51.856,16	52.151,27	44.853,50	28.111,62	24.578,98	17.184,15	15.897,13	22.896,02	
14	Energia gerada total	MWh/ano	EE _i	803,34	79,53	53,40	51,22	53,97	29,23	47,98	38,45	111,91	66,25	66,62	57,30	35,91	31,40	21,95	28,96	29,25	
Benefício anualizado fontes incentivadas			R\$	B _{fi}	622.057,78	62.254,48	41.799,92	40.093,48	42.246,88	22.879,58	37.557,30	30.097,51	87.599,79	51.856,16	52.151,27	44.853,50	28.111,62	24.578,98	17.184,15	15.897,13	22.896,02

Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Além do que se pode contabilizar de economia diretamente com a troca dos equipamentos por outros mais eficientes, há ainda **outros benefícios relacionados não quantificados no projeto:**

- Redução do número de horas de manutenção;
- Maior conforto dos ambientes;
- Aumento da produtividade;
- Redução do desperdício devido ao uso racional;
- Redução do desperdício devido à gestão energética;
- Aumento da geração por fontes renováveis de energia;
- Redução das perdas no sistema elétrico;
- Redução das emissões de gases de efeito estufa.

A estratégia de medição e verificação (M&V) adotada utiliza:

- **Crítérios de Modelagem:** Avaliação sistemática dos subgrupos de equipamentos, da operação dos ambientes educacionais, dos parâmetros elétricos chave e dos custos de execução associados.
- **Abordagem Segmentada:** Desenvolvimento de metodologias de M&V específicas e independentes para o uso final de iluminação e para a geração de energia fotovoltaica.

Economia prevista

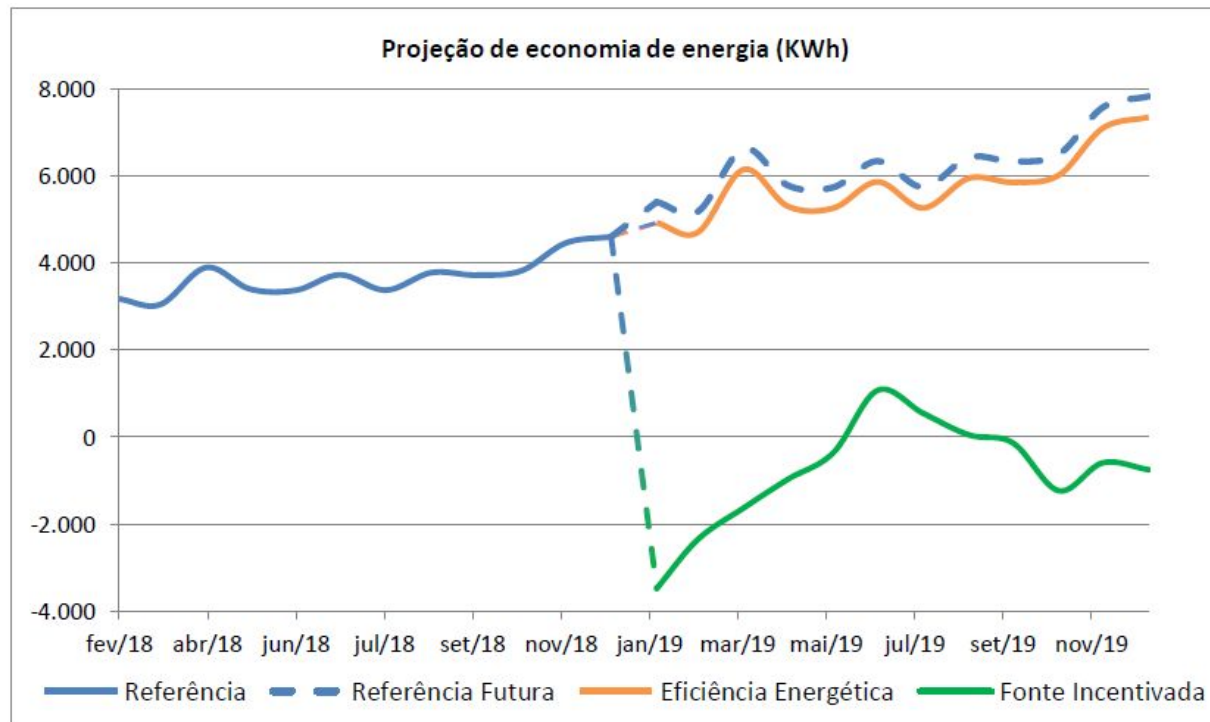
Economia esperada para cada unidade com medidas de eficiência energética desta proposta:

Unidade	Consumo Referência (kWh/ano)	Consumo Após Eficiência Energética (kWh/ano)	Economia (%)	Geração (kWh/ano)
NEIM Celso Ramos	44.416	38.679	12,9%	79.531
NEIM Waldemar da Silva Filho	22.791	20.634	9,5%	0
EBM João Alfredo Rohr	30.550	23.336	23,6%	53.418
EBM Osvaldo Galupo	23.416	16.221	30,7%	0
NEIM Costeira do Pirajubaé	16.532	11.887	28,1%	0
NEIM João Machado da Silva	8.163	6.767	17,1%	0
EBM Anísio Teixeira	70.361	69.470	1,3%	0
EBM Silveira de Souza	26.790	19.028	29,0%	51.219
NEIM Celso Pamplona	29.200	23.529	19,4%	53.971
NEIM Dona Cota	15.615	13.844	11,3%	29.228
NEIM Júlia Maria Rodrigues	41.435	29.695	28,3%	0
NEIM Maria Barreiros	25.539	17.479	31,6%	47.981

Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Economia prevista

Exemplo de projeção de economia para a unidade educacional NEIM Celso Ramos:



Fonte: PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Avaliação dos custos

Cálculos dos custos diretos e indiretos e avaliação dos custos anualizados:

- Os custos de materiais e equipamentos, mão de obra de terceiros, treinamento e capacitação, diagnóstico energético, descarte de materiais e medição e verificação foram obtidos a partir dos **menores custos unitários dentre pelo menos 3 orçamentos avaliados.**

Tr	Categoria	Item	☑ Iluminação (R\$)	☑ Fotovoltaica (R\$)	☑ Total (R\$)
Custos Diretos					
		Materiais e Equipamentos	R\$ 333.657,48	R\$ 3.251.694,16	R\$ 3.585.351,64
		Elaboração do Projeto (pré-diagnóstico e diag	R\$ 26.757,45	R\$ 260.767,55	R\$ 287.525,00
		Mão de Obra Própria (Concessionária)	R\$ 30.882,34	R\$ 300.967,02	R\$ 331.849,34
		Mão de Obra de Terceiros	R\$ 127.057,30	R\$ 552.048,00	R\$ 679.105,30
		Transporte	R\$ 733,91	R\$ 7.152,49	R\$ 7.886,40
Custos Indiretos					
		Administração Própria	-	-	-
		Marketing (Divulgação)	R\$ 24.616,86	R\$ 239.906,14	R\$ 264.523,00
		Treinamento e Capacitação	R\$ 48.927,92	R\$ 476.832,08	R\$ 525.760,00
		Descarte de Materiais	R\$ 9.075,52		R\$ 9.075,52
		Medição & Verificação	R\$ 259.183,25	R\$ 131.440,00	R\$ 390.623,25
		Outros custos indiretos	R\$ 76,45	R\$ 745,05	R\$ 821,50
		Auditoria Contábil Financeira	R\$ 764,50	R\$ 7.450,50	R\$ 8.215,00
		Total	R\$ 861.732,96	R\$ 5.229.002,99	R\$ 6.090.735,96

Custos ajustados para março 2026 de acordo com o IGP-M

Fonte: Adaptado de PETINELLI CONSULTORIA EMPRESARIAL (2019). Eficiência energética de unidades de escola básica e do núcleo de educação infantil municipal de Florianópolis: diagnóstico energético

Etapas e cronograma previsto

- A elaboração e a execução do projeto estão previstas para serem finalizadas no prazo de 12 meses;
- As medições e a verificação de consumo devem se estender por mais 12 meses;
- Totalizando 24 meses.

Também está previsto no projeto...

Marketing e divulgação

- Instalação de **placas informativas** com as principais informações do projeto, cuja instalação se dará em áreas de grande circulação;
- Confeção de **folders orientativos** distribuídos entre os beneficiados ao final do projeto;
- Confeção de **adesivos** que serão utilizados em interruptores próximo aos equipamentos de iluminação, ar condicionado, dentre outros, conscientizando sobre o uso racional de energia elétrica;
- Confeção de **adesivos** que serão utilizados para identificação dos equipamentos eficientizados;
- Elaboração de um vídeo explicando as fases do projeto, as ações de eficiência energética, as atividades de treinamento e capacitação, a manufatura reversa (descarte dos materiais) e os benefícios alcançados com sua conclusão.

Também está previsto no projeto...

Treinamento e capacitação

Objetivo: *estimular as práticas de eficiência energética na operação dos edifícios em todas as formas de consumo e formar uma cultura na conservação e uso racional de energia.*

- Treinamento destinado a **todos os funcionários que utilizem as instalações educacionais** a ser realizado após a fase de instalação, abordando temas como:
 - apresentação do projeto de eficiência energética e de seus objetivos;
 - operação e manutenção dos equipamentos;
 - dicas de economia no ambiente de trabalho e na residência;
 - dúvidas e pesquisa de satisfação;
- Confecção de apostilas para distribuição entre os participantes.

Também está previsto no projeto...

Gestão energética

- A PMF pretende implantar um Sistema de Gestão de Energia para as 39 unidades participantes, buscando avaliar o desempenho relativo a:
 1. Eficiência Energética;
 2. Eficiência no Uso da Água;
 3. Conforto e Satisfação dos Ocupantes;
 4. Gerenciamento de Resíduos;
 5. Hábitos de Transportes.

Também está previsto no projeto...

Descarte

- Todos os materiais e equipamentos substituídos serão descartados de acordo com as regras estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e demais normas aplicáveis à matéria;
- Os itens serão desinstalados e posteriormente recolhidos e transportados por uma empresa especializada em descartes de materiais;
- No uso final iluminação, este descarte refere-se a todas as **lâmpadas, reatores e luminárias retirados que fazem parte do escopo deste projeto**;
- Após o processo, a empresa emitirá o Certificado de Destinação Final de Resíduos ou Declaração de Descarte com discriminação dos resíduos resultantes e suas quantidades.

GERÊNCIA DE INOVAÇÃO

Subsecretaria de Planejamento Urbano

inovacao.smphdu@pmf.sc.gov.br



PREFEITURA DE
FLORIANÓPOLIS
PLANEJAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO

