

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PECE – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA  
USP

FLÁVIA DE ANDRADE

Estudo de Caso de um Projeto de Usina Fotovoltaica Associado com a  
Implantação de Ação de Eficiência Energética

São Paulo

2018



FLÁVIA DE ANDRADE

Estudo de Caso de um Projeto de Usina Fotovoltaica Associado com a  
Implantação de Ação de Eficiência Energética

Trabalho de Conclusão do Curso de especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.

Área de Concentração: Energia Solar Fotovoltaica e Eficiência Energética

Orientador: Prof. Msc. Eduardo Seiji Yamada.

São Paulo

2018

catalogação-na-publicação

De Andrade, Flávia

Estudo de Caso de um Projeto de Usina Fotovoltaica Associado com a Implantação de Ação de Eficiência Energética/ F. Andrade -- São Paulo, 2018.  
136 p.

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética)  
- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Eficiência Energética 2. Sistemas Fotovoltaicos 3. Iluminação 4. PIMVP 5. PEE I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

Dedico este trabalho à minha família e ao  
meu noivo pelo suporte e inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Ermelinda, e aos meus irmãos, Vivian, Ellen e Felipe por todo carinho, apoio e pelo exemplo de dedicação e de caráter.

Ao meu noivo, Mateus, por todo amor e por ter me apoiado nesta trajetória com tanto envolvimento. Gratidão à sua mãe, Célia, e aos seus irmãos, Ana e Vitor, por me acolherem tão bem.

Ao meu orientador, Professor Eduardo Seiji Yamada, pelo engajamento e disposição na elaboração desta monografia.

Aos professores e colegas do PECE por todo aprendizado e conhecimento compartilhado na área de energias renováveis e eficiência energética.

À Vitalux - Ecoativa Projetos Sustentáveis pela oportunidade de crescimento no desenvolvimento de projetos na área de eficiência energética e pela colaboração no estudo deste projeto.

## RESUMO

Nesse trabalho foi desenvolvido um estudo de caso acerca de um projeto de implantação de um sistema fotovoltaico associado com uma medida de eficiência energética, desde a etapa de diagnóstico energético, dimensionamento e proposição de soluções, medição do cenário atual e verificação do consumo após implementação da solução de eficiência energética. Projetos de geração de energia solar fotovoltaica e de eficiência energética se complementam, enquanto o primeiro proporciona autonomia e reduz o preço da energia, o segundo reduz o consumo energético mantendo-se o nível de desempenho. A área de geração distribuída, modalidade do sistema fotovoltaico estudado neste projeto, e de eficiência energética têm relevância crescente em várias esferas atualmente, ligadas ao aumento da demanda energética mundial e à necessidade de minimizar impactos ambientais. Estudos acadêmicos visam ao desenvolvimento de novas tecnologias e aperfeiçoamento das existentes para aplicação em projetos, enquanto políticas de incentivo são criadas em governos regionais e federais, a fim de aumentar a competitividade da economia de seus países e cumprir metas de sustentabilidade. O empreendimento analisado nesse projeto é uma instituição de ensino superior brasileira localizada no estado de Goiás. Este projeto está em andamento e foi desenvolvido por uma Empresa de Serviços de Energia (ESCO) e aprovado pela concessionária de energia local em Chamada Pública com base no Programa de Eficiência Energética (PEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O diagnóstico energético da instituição demonstrou oportunidades para atualização (*retrofit*) do sistema de iluminação empregando a tecnologia LED e instalação de uma usina fotovoltaica com capacidade de 0,97 megawatt-pico (MWp). A análise de viabilidade do *retrofit* de iluminação, demonstrou uma relação custo-benefício (RCB) de 0,21. Um plano de medição e verificação por amostragem foi realizado, baseado nas especificações do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), nas condições padrão de precisão e confiança (10% e 95%, respectivamente). Através das medições realizadas antes e após a substituição do sistema de iluminação demonstrou-se uma redução de consumo média anual de 778 MWh. A análise de viabilidade da usina fotovoltaica apresentou RCB de 0,83. O sistema foi modelado e dimensionado em software de simulação PVSyst, onde foi estimada uma geração anual de 1.575 MWh e obtido um

coeficiente de rendimento de 80%. A implantação da usina está em processo, e será integrada à rede pública de distribuição de energia elétrica, atuando no Sistema de Compensação de Energia Elétrica, conforme legislação vigente. Em geral, o projeto apresentou um índice de viabilidade econômica altamente atrativo, pois por se tratar de uma instituição que desenvolve atividades sem fins lucrativos, o investimento realizado pela concessionária local na Chamada Pública do PEE foi caracterizado como recurso a fundo perdido que não necessitará ser restituído. Até o momento, os resultados demonstram o potencial econômico de projetos de eficiência energética, assim como sua eficácia na redução de consumo de energia.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Sistemas Fotovoltaicos. Iluminação. PIMVP. PEE.



## ABSTRACT

In this work, a case study was developed on a project of a photovoltaic system associated with an energy efficiency measure implementation, from energy diagnostic phase, proposing and modelling solutions, to measure & verification of the consumption level before and after the energy efficiency solution execution. Photovoltaic and energy efficiency projects complement each other, while the primer provides autonomy and reduces the price of energy, the second reduces energy consumption while maintaining the same level of performance. The distributed generation, modality of the photovoltaic system studied in this project, and energy efficiency field have been experiencing increasing relevancy in all spheres, due to the constant raise of energy demand levels and the need to reduce environmental impact. Academic studies aiming to develop new technologies and improve the existing ones to enable application in real projects, while incentive policies are created by governments from regional and federal levels across the world, with the objective of turning their economy more competitive and meet sustainability commitments. The end user assessed in this project is a higher education institution located in the state of Goiás, in Brazil. This project is under progress and was developed by an Energy Services Company (ESCO) and approved by the local energy provider in Public Call based on the Energy Efficiency Program (PEE, in Portuguese *Programa de Eficiência Energética*) of the Brazilian National Electric Energy Agency (ANEEL, in Portuguese *Agência Nacional de Energia Elétrica*). Energy diagnosis of the facility showed opportunities to retrofit the lighting system to use LED technology and install a photovoltaic (solar) energy plant with capacity of 0.97 MWp. Feasibility analysis of the lighting system showed a cost-benefit ratio (RCB, in Portuguese *Relação Custo-Benefício*) of 0.21. A measure and verification plan (M&V) was completed, based on the International Performance Measure & Verification Protocol (IPMVP), with the standard precision and confidence levels (10% and 95% respectively). Measures taken before and after the replacement of the lighting system revealed a reduction in average annual consumption of 778 MWh. The feasibility analysis of the photovoltaic plant presented RCB of 0.83. The system was modeled and sized in the PVSyst simulation software, where an annual generation of 1,575 MWh was estimated and a yield coefficient of 80% was obtained. The plant's implementation is in development and will be integrated into the

public electricity distribution network, operating in the Electric Energy Compensation System, according to current legislation. Overall, the project presented a highly attractive level of financial feasibility, since it is a not-for-profit organization, the investment made by the local energy provider in the Public Call of the PEE will not require to be refunded. So far, the results demonstrate the economic potential of energy efficiency projects as well as their effectiveness in reducing energy consumption.

Keywords: Energy Efficiency. Photovoltaic Systems. Lighting. IPMVP. PEE.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Consumo Energético Mundial: Histórico e Projeções .....	19
Figura 02 - Evolução das Instalações de Sistemas Fotovoltaicos .....	21
Figura 03 - Classificação de Países por Capacidade Instalada e Acumulada em 2016.	22
Figura 04 - Intensidade Energética no Mundo.....	23
Figura 05 - Fases de um Projeto de Eficiência Energética.....	29
Figura 06 - Distribuição Média do Consumo de um Edifício por Uso Final .....	37
Figura 07 - Principais Componente de um Sistema Fotovoltaico Residencial .....	41
Figura 08 - Fluxograma de Contratação de Projetos em Chamada Pública .....	47
Figura 09 - Matriz de Consumo do Centro Universitário .....	49
Figura 10 - Consumo Mensal de Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 1) .....	51
Figura 11 - Consumo Mensal de Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 2) .....	51
Figura 12 - Despesa com Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 1) .....	52
Figura 13 - Despesa com Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 2) .....	52
Figura 14 - Vista Geral das Instalações do Centro Universitário .....	75
Figura 15 - Aspecto Físico dos Módulos Fotovoltaicos .....	77
Figura 16 - Perspectiva Isométrica da Estrutura Metálica .....	78
Figura 17 - Layout Modelo do Arranjo Fotovoltaico por Estrutura Metálica .....	79
Figura 18 - Planta de Localização da Usina Fotovoltaica.....	79
Figura 19 - Diagrama Unifilar - Conexão das Strings no Inversor .....	83
Figura 20 - Modelo de Conexão Elétrica entre as Strings .....	84
Figura 21 - Aspecto Físico da Caixa de Junção .....	84
Figura 22 - Detalhe de Fixação dos Módulos Fotovoltaicos .....	89
Figura 23 - Detalhe de Fixação dos Inversores.....	90

Figura 24 - Estimativa de Geração de Energia Elétrica Mensal .....	91
Figura 25 - Perspectiva da Usina Fotovoltaica - Software PVSyst .....	92
Figura 26 - Geração da Usina <i>versus</i> Consumo de Energia Elétrica (Antes da AEE)....	93
Figura 27 - Geração da Usina <i>versus</i> Consumo de Energia Elétrica (Após a AEE).....	93
Figura 28 - Fluxo de Caixa do Projeto (em milhares de reais) .....	95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Critérios de Seleção para Chamadas Públicas de Projetos .....	46
Tabela 02 - Histórico da Fatura de Energia do Centro Universitário (UC 1).....	50
Tabela 03 - Histórico da Fatura de Energia do Centro Universitário (UC 2).....	50
Tabela 04 - Diagnóstico Energético: Resultados Esperados .....	57
Tabela 05 - Ações de Eficiência Energética: Análise de Potencial.....	57
Tabela 06 - M&V Iluminação: Relação dos Sistemas.....	58
Tabela 07 - M&V Iluminação: Relação das Amostras .....	61
Tabela 08 - M&V Iluminação: Potência Linha de Base .....	62
Tabela 09 - M&V Iluminação: Nível de Iluminância Linha de Base .....	63
Tabela 10 - M&V Iluminação: Distribuição <i>t</i> de <i>Student</i> .....	65
Tabela 11 - M&V Iluminação: Precisão Relativa Linha de Base.....	66
Tabela 12 - M&V Iluminação: Relação de Amostras PDE.....	67
Tabela 13 - M&V Iluminação: Medições Elétricas PDE .....	68
Tabela 14 - M&V Iluminação: Nível de Iluminância PDE .....	68
Tabela 15 - M&V Iluminação: Precisão Relativa PDE .....	69
Tabela 16 - M&V Iluminação: Redução de Potência por Tipologia .....	71
Tabela 17 - M&V Iluminação: Energia Evitada e Redução de Demanda na Ponta .....	71
Tabela 18 - Informações da Usina Fotovoltaica .....	72
Tabela 19 - Características Climatológicas da Localidade .....	73
Tabela 20 - Características Elétricas dos Módulos Fotovoltaicos .....	75
Tabela 21 - Características Mecânicas dos Módulos Fotovoltaicos .....	76
Tabela 22 - Características Elétricas dos Inversores .....	81
Tabela 23 - Características Mecânicas dos Inversores .....	81

Tabela 24 - Conexão dos Módulos no Inversor por MPPT .....82

Tabela 25 - Seção dos Cabos de Conexão dos Inversores .....87

## **LSTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AEE	Ação de Eficiência Energética
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
EE	Energia Evitada
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Empresas de Serviços de Energia
EVO	<i>Efficiency Valuation Organization</i>
FV	Fotovoltaica
GWp	Gigawatt-pico
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
kWh	kilowatt-hora
kWp	kilowatt-pico
LED	<i>Lighting Emiting Diode</i>
M&V	Medição e Verificação
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
MW	Megawatt
MWp	Megawatt-pico
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PNMC	Política Nacional de Mudança Climática (PNMC)
PMEs	Pequenas e Médias Empresas

PDE	Período de Determinação da Economia
PEE	Programa de Eficiência Energética
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIMVP	Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
RDP	Redução de Demanda na Ponta
STC	<i>Standard Test Condition</i>
TIR	Taxa Interna de Retorno
UC	Unidade Consumidora
VPL	Valor Presente Líquido
Wp	Watt-Pico



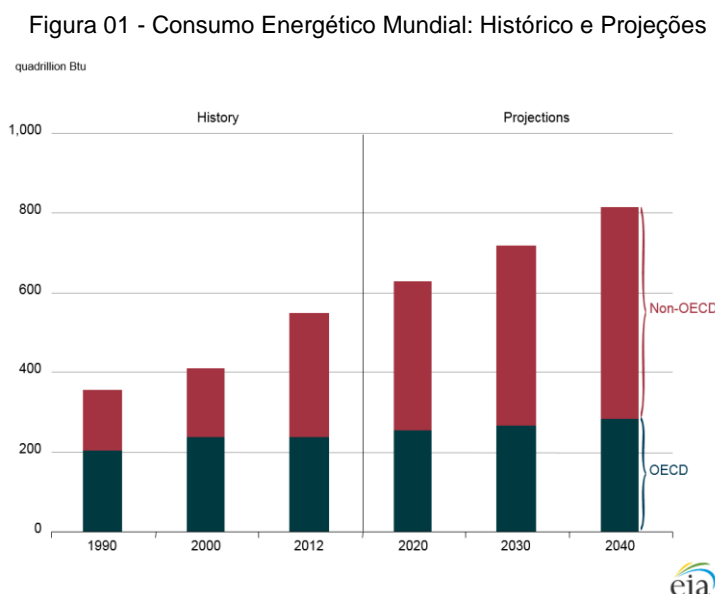
## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	19
1.1	Eficiência Energética no Brasil e no Mundo .....	20
1.2	Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e no Mundo.....	21
1.3	Políticas de Incentivo .....	23
1.3.1	Programa de Eficiência Energética.....	25
1.3.2	Geração Distribuída - Resolução Normativa 482.....	26
1.4	Objetivos .....	27
1.4.1	Objetivo Geral.....	27
1.4.2	Objetivos Específicos .....	28
1.5	Estrutura do Trabalho.....	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
2.1	Projetos de Eficiência Energética.....	29
2.1.1	Modelos de Contratação.....	30
2.1.2	ISO 50.001 – Gestão de Energia.....	31
2.1.3	Medição & Verificação .....	31
2.2	Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance .....	32
2.2.1	Opções do PIMVP .....	32
2.2.2	Plano de M&V .....	34
2.2.3	Relatório de M&V.....	35
2.2.4	Equação do PIMVP .....	36
2.3	Consumo de Energia em Edificações Comerciais e Instituições de Ensino .....	36
2.3.1	Sistemas de Iluminação.....	38

2.4	Energia Solar Fotovoltaica .....	39
2.4.1	Introdução.....	39
2.4.2	Sistemas Fotovoltaicos .....	39
2.4.3	Módulos Fotovoltaicos .....	41
2.4.4	Inversores Interativos à Rede .....	42
2.4.1	Software de Simulação .....	44
3	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....	45
3.1	Objetivo e Escopo do Projeto .....	47
3.2	Empreendimento .....	48
3.2.1	Levantamento do Consumo Energético da Instalação .....	48
3.2.2	Resultados Pretendidos.....	53
3.3	Ação de Eficiência Energética.....	57
3.3.1	Retrofit do Sistema de Iluminação .....	58
3.3.2	Medição e Verificação (M&V) .....	58
3.4	Usina Fotovoltaica.....	72
3.4.1	Dimensionamento do Sistema de Geração de Energia: Análise do Potencial do Local e Premissas Adotadas.....	73
3.4.2	Estimativa de Geração e Desempenho .....	90
3.4.3	Comparação entre Geração e Consumo de Energia.....	92
3.5	Análise de Viabilidade Econômica .....	94
4	CONCLUSÃO .....	97
	REFERÊNCIAS.....	99
	APÊNDICE A – Memória de Cálculo (M&V Iluminação) .....	106

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial e do padrão de qualidade de vida da sociedade está intimamente ligado ao desenvolvimento da tecnologia nos últimos séculos. Da mesma forma, a demanda energética mundial cresce de maneira constante. A perspectiva da Organização das Nações Unidas, em seu último estudo sobre projeções populacionais, é que a humanidade deve aumentar cerca de 32% entre 2015 e 2050 (United Nations, 2015). Paralelamente, o Departamento de Administração de Informações Energéticas do governo norte-americano em seu relatório publicado em 2016 prevê um aumento de 48% na demanda energética em período análogo. Esse cenário é ilustrado na figura abaixo:



Fonte: International Energy Outlook 2016 (IEO, 2016)

Dessa forma, é cada vez maior o destaque dado a projetos que visem à otimização do consumo energético e a geração distribuída próxima aos centros de consumo, garantindo a manutenção da qualidade de vida para a população em expansão sem a necessidade de investimentos massivos em novos empreendimentos de geração centralizada e com o menor impacto social, econômico e ambiental possível.

De acordo com estimativas da Agência Internacional de Energia, o uso de tecnologias mais avançadas e políticas de eficiência energética em edifícios comerciais, residenciais e industriais pode gerar uma economia de 29% do consumo global de energia até 2050,

correspondente ao consumo de edificações na China, França, Alemanha, Rússia, Reino Unido e Estados Unidos em um ano (IEA, Building Energy Performance Metrics, 2015).

Dentre essas tecnologias, destaca-se a aplicação de tecnologias com alto índice de eficiência energética e de sistemas de geração de energia elétrica com base em módulos fotovoltaicos, a qual vivenciou um aumento exponencial no número de instalações nos últimos anos após a queda dos custos dos equipamentos graças aos avanços tecnológicos e aumento de produção.

### **1.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL E NO MUNDO**

O ramo de eficiência energética e as tecnologias de otimização dos recursos energéticos ascenderam em relevância no cenário internacional com a crise do petróleo na década de 1970, que gerou um aumento nos custos de combustíveis fósseis até então sem precedentes, estimulando assim a busca por fontes alternativas e uso otimizado dos recursos (Jenne & Cattell, 1983).

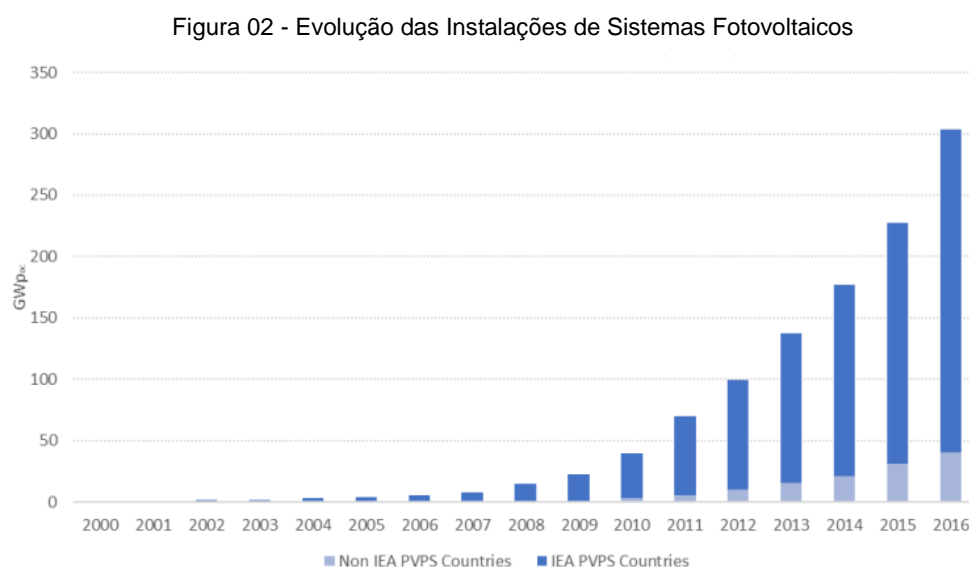
De acordo com Verkuil (2018), desde esse momento, as tecnologias continuam em evidência devido às crescentes preocupações com o aquecimento global e mudanças climáticas, amplamente associadas ao consumo de combustíveis fósseis. A redução e substituição desses combustíveis é uma prioridade em âmbito internacional como evidenciado em acordos como o Acordo de Paris, um tratado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC - sigla em inglês), para lidar com mitigação e adaptação de emissões de gases de efeito estufa.

Atualmente, a eficiência energética é tratada com destaque pelos planos de governo de diversos países em todos os níveis de desenvolvimento e especialmente nos países já desenvolvidos. Segundo Patterson (1996), em sua grande maioria, essas políticas de eficiência energética são justificadas por seus legisladores devido ao seu potencial de benefícios não só ambientais, mas também na competitividade da indústria e da economia com retornos financeiros atrativos.

No Brasil, a importância da eficiência energética foi oficialmente reconhecida em estudos por diversos órgãos públicos e privados. A Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – empresa federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia com a finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, cobrindo energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados e biocombustíveis – apresentou em sua Nota Técnica DEA 12/16: “Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos (2015-2024)”, a classificação da eficiência energética como “um importante vetor no atendimento da demanda, contribuindo para a segurança energética, para a modicidade tarifária, para a competitividade da economia e para a redução das emissões de gases de efeito estufa” (EPE, 2016).

## 1.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO BRASIL E NO MUNDO





















A energia fotovoltaica proveniente da luz solar consolidou-se nos últimos anos como uma das fontes de energia renovável com maior crescimento a nível mundial e uma das principais tecnologias vinculadas a projetos de eficiência energética. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA PVPS, 2017), a capacidade instalada cumulativa global ultrapassou a marca de 300 GWp pela primeira vez em 2016, vindo de uma série histórica de crescimento em ritmo exponencial conforme verificado na figura abaixo.



Fonte: Snapshot of Global PV Markets 2016 (IEA PVPS, 2017)

A tabela a seguir demonstra que o crescimento da modalidade está vinculado não só aos países desenvolvidos, mas também com participação expressiva de países em desenvolvimento atraídos pelo baixo custo obtido com o aprimoramento da tecnologia (IEA PVPS, 2017).

Figura 03 - Classificação de Países por Capacidade Instalada e Acumulada em 2016

1		China	34,5 GW	1		China	78,1 GW
2		USA	14,7 GW	2		Japan	42,8 GW
3		Japan	8,6 GW	3		Germany	41,2 GW
4		India	4 GW	4		USA	40,3 GW
5		UK	2 GW	5		Italy	19,3 GW
6		Germany	1,5 GW	6		UK	11,6 GW
7		Korea	0,9 GW	7		India	9 GW
8		Australia	0,8 GW	8		France	7,1 GW
9		Philippines	0,8 GW	9		Australia	5,9 GW
10		Chile	0,7 GW	10		Spain	5,5 GW

Fonte: Snapshot of Global PV Markets 2016 (IEA PVPS, 2017)

Esse crescimento exponencial se deve ao desenvolvimento da tecnologia por mais de três décadas. Nesse período, a eficiência dos painéis saltou de menos de 10% para cerca de 46% nos modelos mais modernos experimentais, embora a maior parte dos sistemas instalados comercialmente atuam na faixa de 15 a 20% (NREL). O custo dos principais componentes dos sistemas fotovoltaicos também diminuiu consistentemente a um ritmo aproximado de 10% ao ano desde 1980 (François & Lafond, 2016).

A produção dos principais componentes se concentra na China e Estados Unidos (módulos e inversores), com participação expressiva de países europeus na produção de inversores interativos à rede. A tecnologia dos módulos predominante no mercado atualmente é o silício cristalino, com 80% da capacidade instalada, versus módulos de filme fino, com os 20% restantes. A tendência atual, porém, demonstra crescimento da última categoria em detrimento da primeira (EPIA, 2011).

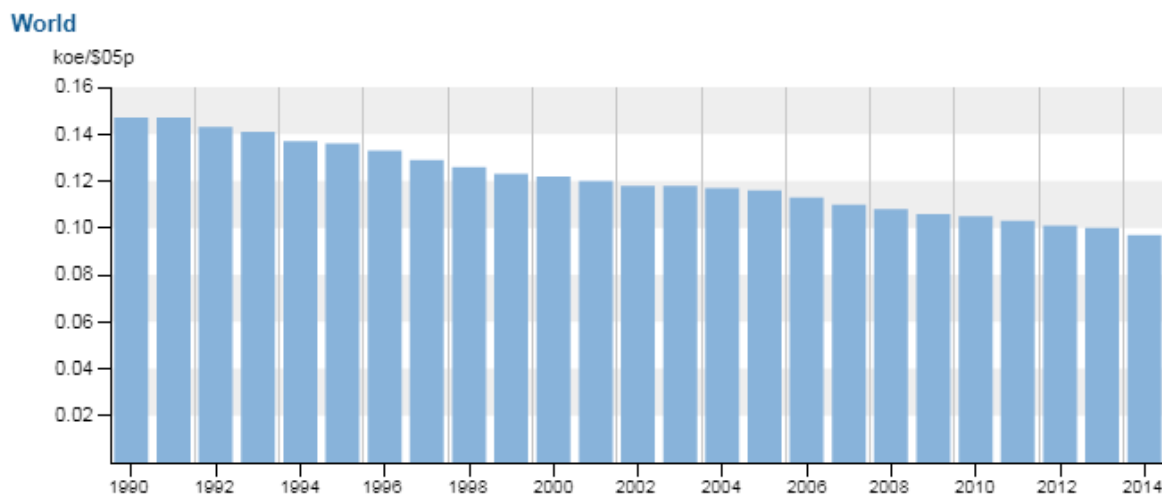
O mercado brasileiro ainda possui grande potencial de desenvolvimento na geração de energia fotovoltaica, apesar de verificar crescimento consistente no ritmo de instalação de sistemas fotovoltaicos. Atualmente o Brasil não figura na lista de países com maior capacidade instalada, com 1,3 GW (0,8%) de sua matriz energética constituída pela

energia fotovoltaica (ANEEL, Banco de Informações de Geração - Capacidade de Geração do Brasil, 2018), embora possua condições naturais que favoreçam a modalidade, com taxas médias de irradiação de 4,25 kWh/m<sup>2</sup> a 6,50 kWh/m<sup>2</sup> de acordo com a região geográfica (Martins, 2008).

### 1.3 POLÍTICAS DE INCENTIVO

Conforme mencionado anteriormente, medidas de eficiência energética são alvo de políticas de incentivo em quase todos os países do globo. Como resultado, o mundo vem melhorando seu desempenho em um dos principais indicadores que avaliam o grau de eficiência energética, a intensidade energética. A intensidade energética é definida como a quantidade de energia utilizada para cada unidade de riqueza produzida (medida em quilogramas de óleo equivalente, koe, por dólar americano em paridade de poder de compra de 2005, \$05p) (World Energy Council, 2014). A figura abaixo demonstra essa evolução.

Figura 04 - Intensidade Energética no Mundo



Fonte: *Energy Efficiency Indicators* (World Energy Council, 2014)

As políticas de incentivo à eficiência energética mais comuns podem ser classificadas como linhas de financiamento subsidiadas, incentivos fiscais e regulamentação. No primeiro caso entram linhas de crédito com taxas abaixo do padrão do mercado para investimentos alvo. No segundo são fornecidos créditos ou abatimentos fiscais, bem

como tributação de tecnologias concorrentes e sistemas ineficientes. Por fim, regulamentações referem-se a uma categoria abrangente envolvendo desde sistemas de rotulamento (etiquetas ou *labels*), a imposição de padrões de eficiência energética, políticas de cotas, entre outros.

A Agência Internacional de Energia desenvolve continuamente listas de políticas recomendadas para incentivar a eficiência energética em seus países membros. A última versão, divulgada em 2011, conta com 25 sugestões com potencial de economizar 7.6 gigas toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por ano até 2030. Essas políticas se dividem de acordo com seu público-alvo, tais como (IEA, 25 Energy Efficiency Policy - Recommendations, 2011):

- Edificações: foco na implementação de sistemas de rotulamento (*labels*) para edifícios de acordo com seu grau de eficiência, incentivando construções novas no padrão net zero (zero consumo líquido).
- Eletrodomésticos e equipamentos: sistemas de rotulamento e padronização das metodologias de teste e medição.
- Iluminação: descontinuação de tecnologias ineficientes, como lâmpadas incandescentes, e estímulo de sistemas inteligentes.
- Transporte: implantação de padrões obrigatórios de eficiência, foco em otimização de todos os componentes de veículos (não apenas motor) e do sistema de transporte como um todo.
- Indústria: gestão de energia inteligente, exigência de equipamentos de alto rendimento e políticas voltadas para Pequenas e Médias Empresas (PMEs).
- Utilidades Energéticas: apoio governamental por meio de incentivos e subsídios para fontes de energia mais eficientes e com menor impacto.
- Multi-setorial: criação de sistemas para coleta e monitoramento de dados, desenvolvimento de estratégias de longo prazo e estímulo de investimentos privados.

As políticas de eficiências energética, algumas vezes indiretamente, acabam promovendo a adoção das fontes de energia denominadas renováveis, principalmente a



energia fotovoltaica. Como resultado, há também um investimento cada vez maior na regulamentação e preparação de infraestrutura para os sistemas de geração distribuída (Anderson, 2005).

### **1.3.1 PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

No Brasil, as políticas de eficiência energéticas estão fortemente vinculadas ao Plano Nacional de Energia (PNE), por meio do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) e da Política Nacional de Mudança Climática (PNMC), estabelecendo metas para redução de emissões e adoção de energias renováveis. Várias medidas derivadas dessas políticas regem o mercado de eficiência energética brasileiro, como fundos de subsídio, sistemas de rotulamento, níveis mínimos de performance e restrições a tecnologias ineficientes (como lâmpadas incandescentes).

Um dos principais incentivos a projetos de eficiência energética no Brasil vem da Lei 9.992, de 24 de Julho de 2000, através da aplicação compulsória de 1% da receita operacional líquida de concessionárias distribuidoras de energia elétrica no Programa de Eficiência Energética (PEE) e de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) regulamentados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (ANEEL SPE, 2015).

Os projetos custeados por esses recursos são selecionados através de chamadas públicas, ou seja, um edital aberto ao público onde são submetidos projetos que serão avaliados quanto a critérios técnicos e financeiros definidos pela ANEEL em suas diretrizes do PEE. Caso não sejam submetidos projetos publicamente que cumpram os requisitos mínimos, os valores poderão ser investidos a critério da distribuidora, desde que se qualifiquem como projetos de eficiência energética (ANEEL SPE, 2015).

O objetivo do PEE e do modelo de chamadas públicas é promover o uso eficiente de energia elétrica e transformação do mercado de eficiência energética no Brasil, proporcionando redução de consumo e de demanda de energia para os consumidores finais e modernizando os sistemas brasileiros. Foram concluídos em torno de 1.026 projetos até a data de junho/2018, com investimento total superior a 2 bilhões de reais (ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018).

Com o fortalecimento do PEE, deu-se início ao desenvolvimento do mercado de empresas especializadas em projetos de eficiência energética no Brasil, chamadas Empresas de Serviços de Energia (ESCOs, do inglês Energy Service Company). As ESCOs desenvolvem todas as etapas de um projeto de eficiência energética, desde o diagnóstico do perfil de consumo energético, sugestão de soluções, implementação das soluções de economia de energia propostas e planos de Medição e Verificação (M&V) para constatação da economia, seguindo metodologias e padrões globais de eficiência energética, como a determinada pela ISO 50001:2011 – Gestão de Energia.

Outrossim, hoje está sendo desenvolvido o conceito de leilões de eficiência energética como parte do PEE pela ANEEL. Por meio desse modelo, as ESCOs e demais empresas interessadas competiriam para alcançar a meta de redução no consumo de determinada para o leilão com o menor investimento (preço). Os participantes enviarão sua carteira de projetos e poderão arrematar lotes da meta total de economia de energia, incluindo desde a substituição de equipamentos em consumidores públicos, residenciais e industriais até a instalação de sistemas de geração distribuída. Um projeto piloto dessa modalidade está sendo proposto para o fim de 2018, no estado de Roraima, sendo baseado em casos de sucesso dessa modalidade implantados em países como Alemanha, Estados Unidos, Reino Unido e Portugal (ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018).

### **1.3.2 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA - RESOLUÇÃO NORMATIVA 482**

A geração distribuída, ou descentralizada, foi regulamentada no Brasil com a Resolução Normativa 482/2012 e atualizada através da resolução 687/2015. Empreendimentos de geração distribuída no Brasil são dominados pela energia fotovoltaica, embora existam projetos de geração através de biogás, biomassa, energia eólica, hidrelétricas (Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH) e projetos mistos.

Denomina-se Minigeração os projetos com potencial entre 75 kW e 5000 kW (ou 3000 kW para fontes hídricas), e microgeração aqueles com potencial inferior a 75 kW. A regulamentação determina quando e como os micro e mini geradores podem gerar sua própria energia elétrica e fornecer seu excedente em troca de créditos com a

distribuidora. Os créditos podem ser usados em até 60 meses, incluindo em outras unidades consumidoras do mesmo titular e que se situem na área da mesma distribuidora do sistema credor. Fica também estabelecida a possibilidade de aplicação do modelo de geração compartilhada, na qual diversos titulares se unem em um empreendimento de mini ou microgeração e dividem a utilização dos créditos (REN 687, 2015).

A geração distribuída tem importância estratégica devido aos seus benefícios econômicos e ambientais, incluindo o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética. Hoje, estão instalados cerca de 400 MW de potência em geração distribuída no Brasil, sendo 79% provenientes de energia solar fotovoltaica (ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018).

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é analisar o caso de um projeto de implantação de uma usina fotovoltaica em conjunto com ação de eficiência energética em uma instituição de ensino - situada em Anápolis - propondo apresentar uma metodologia para validação das economias atingidas com a instalação da medida de eficiência energética, assim como revisar o procedimento adotado para dimensionamento do sistema de geração de energia solar fotovoltaica.

Para atingir estas finalidades, na avaliação do desempenho da ação de eficiência energética será realizada uma análise sistemática baseada em métodos consistentes capazes de produzir uma interpretação objetiva sobre a performance esperada com base nas condições de uso definidas, e na análise do sistema fotovoltaico, será realizada uma simulação da geração de energia elétrica com o auxílio de um software para dimensionamento do sistema com base em premissas pré-definidas.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar a bibliografia para apresentar conceitos fundamentais referentes à eficiência energética e sistemas de geração de energia solar fotovoltaica;
- Avaliar o desempenho energético e lumínico dos ambientes internos e externos da instituição de ensino antes e após o *retrofit* do sistema de iluminação;
- Analisar o dimensionamento e modelagem do sistema fotovoltaico, bem como apresentar a comparação entre a geração estimada da usina e o consumo do empreendimento, antes e após o *retrofit* do sistema de iluminação;
- Apresentar a análise financeira de viabilidade econômica para a implantação da medida de eficiência energética e instalação da usina fotovoltaica.

### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto de quatro capítulos. O primeiro capítulo se destina a introdução, sendo esta subdividida em apresentação de informações sobre Eficiência Energética no Brasil e no Mundo, Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e no Mundo e Políticas de Incentivo, além dos objetivos, todos estes tratados de forma sucinta.

O segundo capítulo fornece um embasamento teórico sobre projetos de eficiência energética e uma contextualização necessária para o entendimento da metodologia do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance utilizada no estudo. Também é apresentado uma avaliação do consumo típico de energia elétrica em edificações comerciais e instituições de ensino, bem como conceitos fundamentais de sistemas fotovoltaicos.

O terceiro capítulo aborda o desenvolvimento do trabalho com a abordagem do escopo do projeto, análise do consumo e instalações do empreendimento, avaliação da medida de eficiência energética selecionada e validação do dimensionamento do sistema fotovoltaico proposto, bem como os resultados obtidos.

Finalmente, o quarto capítulo apresenta as considerações finais mais relevantes obtidas com este estudo e sugestões para trabalhos futuros.

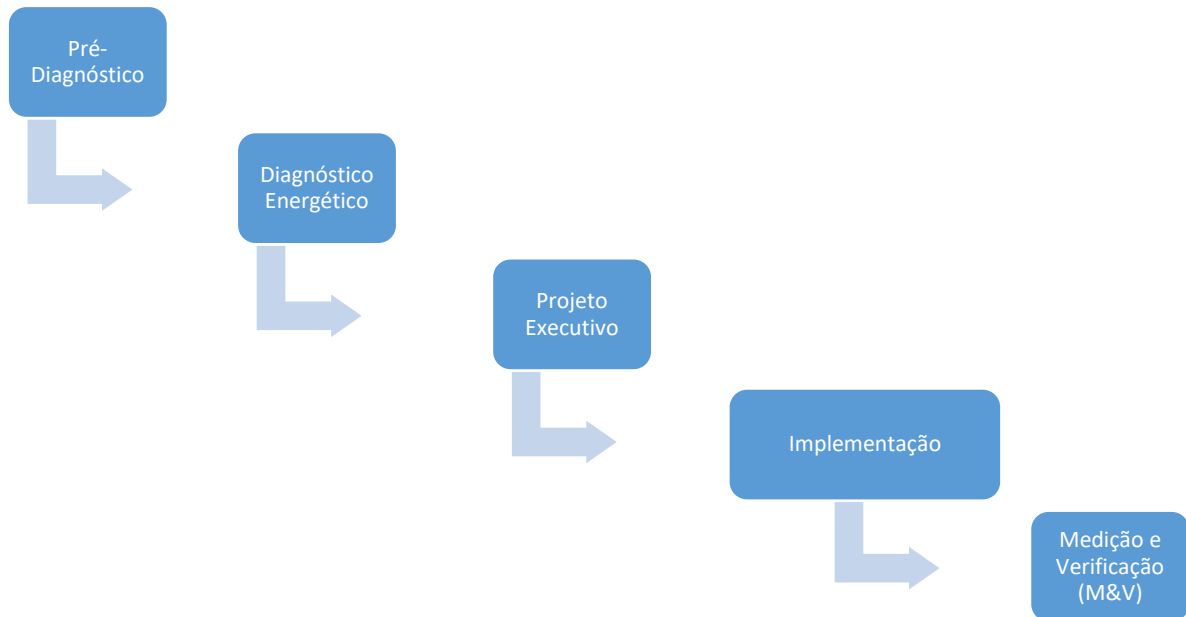
## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Projetos de eficiência energética devem ser executados de acordo com metodologias e padrões globais para garantir melhor performance. Empresas especializadas em projetos de eficiência energética, chamadas ESCOs, possuem conhecimento para elaboração e consultoria em todas as etapas de um projeto (ABESCO, s.d.).

Um projeto tradicional consiste nas seguintes fases:

Figura 05 - Fases de um Projeto de Eficiência Energética



Fonte: Finding and Implementing Energy Efficiency Projects in Industrial Facilities (Aflaki, Kleindorfer, & Polvorinos, 2012)

A etapa de pré-diagnóstico envolve a análise básica de oportunidades e assinatura de termo de compromisso. A etapa de diagnóstico energético se dá pela identificação completa de oportunidades e metas de redução de consumo, cálculo de viabilidade financeira e assinatura de contrato de execução. A etapa de projeto executivo refere-se à elaboração do projeto detalhado com soluções de eficiência a serem implantadas, enquanto que a etapa de implementação refere-se à execução da ação de eficiência

energética. Por fim, a etapa de medição e verificação tem por objetivo medir de maneira precisa e padronizada o nível de consumo pré-implantação do projeto e após o mesmo, com base em padrões internacionais de M&V que atestem a confiabilidade dos resultados de economia.

### **2.1.1 MODELOS DE CONTRATAÇÃO**

Os projetos de eficiência podem ser financiados de maneiras diferentes, de acordo com o perfil do cliente. Atualmente, a modalidade mais utilizada são os contratos de performance, porém contratos tradicionais onde o investimento é completamente pago pelo cliente, incluindo a taxa de gerenciamento e projeto da ESCO, também são praticados.

Um contrato de performance no setor energético, também chamado de contrato BOT (do inglês *Build, Operate and Transfer*), representa o modelo de negócios no qual a ESCO ou empresa proponente do projeto financia todos os custos com equipamentos e instalação em seu próprio nome, e o cliente realiza o pagamento por meio de uma fração da economia em seu consumo de energia. Por meio desse modelo, a empresa de projetos é detentora da posse de todos os equipamentos durante o período de operação do contrato.

Essa modalidade expõe a empresa de projetos a riscos maiores, como a redução nas tarifas de energia elétrica, porém é altamente atrativa para o cliente que tem pouco ou nenhum impacto em seu fluxo de caixa e com riscos mínimos, uma vez que o pagamento do projeto só se dará se houver economia no consumo.

Outros modelos mais tradicionais de contrato envolvem o financiamento integral do projeto por parte do cliente, ou a contratação da empresa de projetos para apenas determinadas etapas como o diagnóstico, medição & verificação ou consultoria de captação de fundos voltados à eficiência energética.

### **2.1.2 ISO 50.001 – GESTÃO DE ENERGIA**

O padrão tem origem nos predecessores ISO 9001, focado em sistemas de gestão de qualidade, e ISO 14001, para sistemas de gestão ambiental. O ISO 50001, porém, é completamente voltado para gestão de energia, sendo mais específico e eficaz na obtenção de resultados na redução de consumo energético e aumento de eficiência (ISO, 2011).

Como os padrões ISO do qual se originou, o ISO 50001 tem como base o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act ou Planejar, Fazer, Checar e Agir) de melhoria contínua. A estrutura do documento se subdivide em etapas, destacando-se a definição de uma política energética para a organização, e em seguida será parte de um planejamento tático e implementação. Em seguida são definidos padrões para verificação e definição de planos de ação corretivos e preventivos (Moreira, 2017).

### **2.1.3 MEDIÇÃO & VERIFICAÇÃO**

“Medição e Verificação (M&V) é o processo de planejar, medir, coletar e analisar dados com o objetivo de verificar e determinar a economia de energia em uma instalação individual resultante da implementação de AEEs (Ações de Eficiência Energética)” (EVO, Conceitos Básicos do PIMVP , 2016).

A etapa de M&V de um projeto de eficiência energética desempenha um papel fundamental na avaliação das reais reduções de consumo e demanda obtidas com as ações implementadas. De acordo com o Protocolo Internacional de Medição e Verificação (PIMVP), o processo de M&V auxilia na determinação de economia de energia por meio da comparação entre o consumo de energia medido antes da implantação de uma medida de eficiência energética e após esta, considerando as mesmas condições de uso, com ajustes adequados, quando necessário.

Por auxiliar na avaliação e verificação de economia de energia em projetos de eficiência energética e programas de gestão de energia, a metodologia abordada pela M&V desempenha uma função crítica em contratos de desempenho (ou performance)

energético, onde os pagamentos são baseados nos resultados identificados durante a etapa de medição.

## **2.2 PROTOCOLO INTERNACIONAL DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DE PERFORMANCE**

O PIMVP foi desenvolvido entre 1994 e 1995 em uma iniciativa do Departamento de Energia do Governo Norte-Americano, em colaboração com uma série de órgãos internacionais. Em 2004, o conselho da organização PIMVP decidiu alterar o nome da organização sem fins lucrativos para Efficiency Valuation Organization (EVO), de modo a refletir seu propósito. A EVO, portanto, se tornou o centro de desenvolvimento do PIMVP (EVO, About EVO - History, s.d.).

O protocolo apresenta uma estrutura e define termos usados na validação e apuração de economia de energia, além de detalhar os tópicos a serem abrangidos em um Plano de M&V em um projeto específico. O objetivo do protocolo de M&V é garantir a acuracidade, transparência, consistência e relevância da economia obtida em projetos de eficiência energética, de uma maneira conservadora e completa (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012).

As normas do protocolo envolvem desde a instalação e calibração de medidores, coleta de dados, metodologia de cálculo, tratamento de dados e geração de relatórios. A execução da etapa de M&V em um projeto é sempre precedida pela criação de um planejamento de M&V, que deve ser aprovado pelo cliente e pode ser auditado ou revisado por uma terceira parte independente.

### **2.2.1 OPÇÕES DO PIMVP**

A economia de energia de um projeto pode ser medida por diferentes técnicas de verificação, dentre estas há dois métodos básicos, o método de toda a instalação que envolve a medição de todos os efeitos da instalação e que geralmente se dá pela análise dos medidores da concessionária, e o método de isolamento que mede apenas os efeitos da AEE para avaliação específica de determinada medida de eficiência energética (EVO, Conceitos Básicos do PIMVP , 2016).



Com bases nestes dois métodos, o PIMVP apresenta quatro opções para determinar a economia, denominadas opções A, B, C e D. A seleção destas opções direciona a diferentes abordagens durante o processo de medição, as opções A e B estão relacionadas ao método de isolamento da AEE, enquanto que as opções C e D referem-se ao método de toda a instalação.

Na opção A, a economia é determinada pela medição de campo de parâmetros chaves, os quais podem definir o consumo de energia dos sistemas afetados pela ação de eficiência energética. O período determinado para a realização das medições pode ser de curto prazo até contínuo, dependendo da variação de esperada do parâmetro medido (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012). É possível na opção A que alguns parâmetros sejam estimados, desde que com base em dados históricos, especificações de fabricantes ou parecer de engenharia.

Na opção B se faz necessário a medição de todos os parâmetros que envolvem o sistema afetado pela AEE e, como na opção A, a frequência da medição pode ser de curto prazo até contínua (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012). A opção B é a metodologia mais abrangente, pois pode medir a maiores das AEE, além de alcançar maior precisão nos seus resultados.

A opção C, por sua vez, determina a economia alcançada por um projeto de eficiência energética por meio da análise de medidores da concessionária, medidores de toda a instalação, ou submedidores. Esta opção define a economia coletiva de todas as ações de eficiência energética implantadas em uma instalação, monitoradas pelo medidor de energia (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012).

Por fim, de acordo com o PIMVP (2012), a opção D aplica a técnica de medição por simulação calibrada que determina rotinas de simulação, através de softwares dedicados, para demonstrar o desempenho energético de uma instalação. A simulação basicamente prevê a energia consumida pela instalação por meio de uma calibração que compara um padrão de energia a dados reais medidos em campo. A opção D é

empregada usualmente quando o projeto trata de um novo empreendimento sem dados preliminares ou quando as demais opções não são replicáveis, devido à complexidade desta opção.

### **2.2.2 PLANO DE M&V**

O PIMVP define a metodologia para desenvolvimento do Plano de M&V, o qual é usualmente elaborado pela responsável pela implantação da AEE e deve ocorrer na fase preliminar à execução de um projeto (Eletrobrás). O objetivo do Plano de M&V é detalhar o processo da medição dos sistemas durante o período de linha de base, apresentar os dados efetivamente medidos em campo e citar o procedimento que será utilizado para verificação do desempenho da ação de eficiência energética, com identificação das possíveis alterações às condições da linha de base.

O Plano de M&V deve incluir o objetivo da AEE, a opção selecionada e a fronteira de medição delimitada, sendo esta fronteira imaginária traçada ao redor de equipamentos, sistemas ou instalações a fim de segregar aqueles que são relevantes na determinação da economia de energia daqueles que não são (EVO, Conceitos Básicos do PIMVP , 2016). Ainda, o plano deve documentar as condições da linha de base da instalação, com identificação e apresentação dos dados dos parâmetros de influência sobre o consumo de energia do sistema afetado pela medida de eficiência energética.

Como parâmetros de influência são considerados as variáveis independentes, aquelas que influenciam diretamente a variação de energia e que se é esperado variar rotineiramente (por exemplo: taxa de produção, temperatura ambiente), e os fatores estáticos, que são características das instalações que afetam o consumo, no entanto, que não é esperado uma variação ao longo do tempo (por exemplo: tipos de produto, tipo de matéria-prima, nível de iluminação, a umidade e temperatura ambiente e os níveis de ventilação) (EVO, Conceitos Básicos do PIMVP , 2016). No Plano de M&V também é necessário identificar o período em que será monitorado a economia, podendo ser desde medição instantânea até por períodos longos determinados em contrato.

Outrossim, em conformidade com o PIMVP (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012), o plano deve indicar as condições para qual as medições de energia da linha de base serão ajustadas de modo a serem comparadas com as medições do período de determinação da economia. Estas condições podem ser as definidas no período de determinação da economia ou condições fixas, previamente declaradas. O Plano de M&V deve apresentar, também, os procedimentos que serão adotados para a análise dos dados obtidos e detalhar os valores de energia que irão valorar a economia de energia.

Complementar a apresentação dos dados medidos e métodos de análise previstos, deve conter também no plano a especificação dos medidores utilizados, a frequência e as características da medição e de tratamentos dos dados, com avaliação da precisão esperada. Além da indicação os responsáveis pelo monitoramento das variáveis de influência do consumo dos sistemas medidos (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012).

Por fim, o plano também deve definir os custos e recursos necessários para a determinação da economia, informar a maneira pela qual os resultados serão apresentados e especificar os procedimentos de garantia de qualidade que serão utilizados para os relatórios de economia.

### **2.2.3 RELATÓRIO DE M&V**

Posterior a implantação das AEEs e realização das medições em campo do período de determinação da economia, deve ser elaborado o relatório de M&V conforme definido no Plano de M&V.

Basicamente o relatório de M&V deve indicar as medições obtidas e suas características, possíveis valores estimados, valores de energia aplicados, detalhamento e justificativa de ajustes realizados de acordo com as condições observadas em campo e cálculos de engenharia em que foram baseados os ajustes, além da economia de energia e monetária calculada (EVO, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), 2012).

#### 2.2.4 EQUAÇÃO DO PIMVP

De acordo com o PIMPV (2012), a economia de energia alcançada por um projeto de eficiência energética é dada pela comparação de dados medidos de energia entre o período de linha de base e do período de determinação da economia. A equação a seguir apresenta a equação básica que representa este cálculo.

$$\begin{aligned} & \text{Economia de Energia} \\ &= \text{Energia da linha de base} \\ &- \text{Energia do período de determinação} \\ &\pm \text{Ajustes} \end{aligned} \quad (1)$$

Nesta equação, a energia da linha de base corresponde ao consumo medido dos sistemas antes da implantação da ação de eficiência energética, a energia do período de determinação da economia trata do consumo medido após a implantação, e os ajustes se referem ao cálculo de engenharia necessário para converter ambas as medições para o mesmo conjunto de condições de operação.

Há dois tipos de ajustes, os ajustes de rotina que levam em conta as mudanças no consumo de energia devido a alterações nas variáveis independentes, e os ajustes não de rotina que se referem a mudanças por conta de alterações nos fatores estáticos.

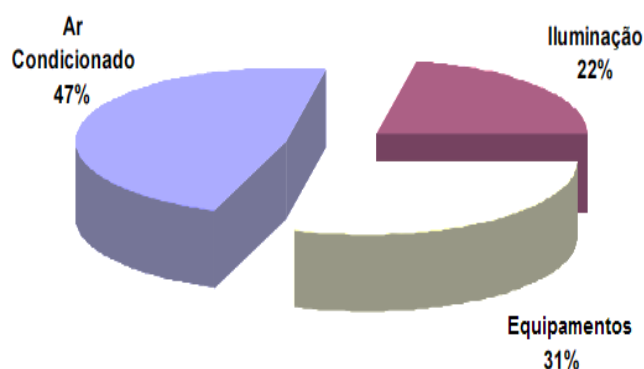
#### 2.3 CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E INSTITUIÇÕES DE ENSINO

O estudo do consumo energético de edifícios é realizado analisando seus principais sistemas. De maneira geral, edifícios comerciais possuem três usos finais elementares: iluminação, climatização e equipamentos. Projetos de eficiência energética tem por objetivo diminuir o consumo e as perdas dos componentes de cada sistema, mantendo ou melhorando o desempenho atual dos mesmos. Muitas vezes isso é realizado através da substituição de um sistema existente por componentes novos de tecnologia mais avançada e eficiente, prática denominada “*retrofit*” no mercado.

Na figura abaixo é possível observar o perfil típico de consumo em um edifício comercial para cada sistema, de acordo uma Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no

Brasil no Setor Comercial realizada pela Eletrobrás (2007). Esse cenário, porém, pode variar bastante de acordo com uma série de fatores como quantidade de equipamentos conectados, período de operação do empreendimento, eficiência individual dos componentes de cada sistema e fatores de projeto do edifício (conforto térmico, aproveitamento de luz ambiente, entre outros.).

Figura 06 - Distribuição Média do Consumo de um Edifício por Uso Final



Fonte: Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil: Pesquisa Setor Comercial (Eletrobrás, 2007)

*Retrofit* de equipamentos no geral é um alvo complicado para projetos de eficiência energética em larga escala, por ser pulverizado entre diferentes componentes com finalidades e perfis de utilização distintos. Dessa forma, normalmente sistemas de iluminação e climatização são os principais focos de projetos de eficiência energética, pois apresentam diversas oportunidades de economia e representam aproximadamente 70% do consumo total de uma edificação.

O consumo energético de edificações de instituições de ensino se assemelha ao consumo de energia elétrica de edificações comerciais, com representativas cargas de iluminação e climatização, aditivamente aos equipamentos de escritório e laboratórios que são utilizados em aulas práticas. Em empreendimento de ensino, ações de eficiência energética em sistemas de iluminação têm um impacto significativo no consumo de energia elétrica, pois em geral é uma das principais cargas consumidoras destas instalações. Em estudo realizado de dez instalações da Universidade de São Paulo

indicam a participação do uso final de iluminação correspondente a cerca de 66% do consumo global (Romério, 1994).

### 2.3.1 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

O setor de iluminação vem se aprimorando e desenvolvendo cada vez mais em produtos com maior eficiência energética, o mercado de lâmpadas eficientes se encontra bastante estimulado, com alto potencial de economia de consumo e taxas de retorno de investimento elevadas. Atualmente uma das principais ações de eficiência energética trata do *retrofit* de sistemas de iluminação convencional por tecnologia LED (*Lighting Emitting Diode*), tendo em vista que o LED possui uma vida útil significativamente superior com consumo energético reduzido comparado às demais tecnologias.

As principais grandezas avaliadas em um projeto de sistema de iluminação compreendem:

- Fluxo luminoso ( $\Phi$ ): quantidade de radiação total emitida em todas as direções pela fonte luminosa operando em sua tensão nominal. A unidade padrão de medida pelo Sistema Internacional é o lúmen (lm);
- Eficiência luminosa ( $e$ ): avalia a quantidade de lúmens emitidos por uma lâmpada para cada unidade de energia consumida, dividindo-se o fluxo luminoso pela potência da fonte (lm/W);
- Iluminância ( $I$ ): representa a quantidade de fluxo luminoso que incide por unidade de área. A unidade padrão de medida (lm/m<sup>2</sup>) é denominada Lux.
- Temperatura de cor (K): escala padrão de avaliação da coloração da luz emitida pela fonte, correspondente à coloração de um material de referência (ferro) quando submetido à fusão.

Projetos de sistemas de iluminação no Brasil têm como base a norma regulamentadora NBR ISO 8995-1 de 2013, a qual substitui e cancela a NBR-5413/1992 (Iluminância de Interiores) e NBR-5382/1977 (Iluminação de ambientes de trabalho), e que especifica os parâmetros como iluminância, temperatura de cor, índice de ofuscamento e índice de reprodução de cor para cada ambiente baseado na atividade praticada em seu interior.

Outros aspectos considerados na NBR abrangem efeitos como cintilação, reflexão, entre outros (ABNT, 2013).

## **2.4 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

### **2.4.1 INTRODUÇÃO**

O processo de conversão de energia luminosa proveniente do sol em energia elétrica é feito com base no efeito fotovoltaico, pelo qual um material exposto a perturbações luminosas produz uma corrente elétrica (Parida, Iniyan, & Goic, 2011).

A energia solar é a mais abundante forma de energia renovável em nosso planeta, que recebe em média cerca de  $1,8 \times 10^{14}$  kW dos mais de  $3,8 \times 10^{23}$  kW gerados pelo sol. Em um cenário de demanda crescente de energia, o aproveitamento desse potencial torna-se imprescindível (Kannan, 2016). O crescimento exponencial desses sistemas, que podem corresponder a mais de 25% da matriz energética mundial até 2050 de acordo com estudos da Agência Internacional de Energia, apontam que a tecnologia de geração fotovoltaica representa o futuro da geração de energia elétrica (Eke & Senturk, 2012).

A radiação solar emitida em direção à Terra é parcialmente refletida ou refratada pela atmosfera terrestre e outros objetos, sendo registrados cerca de 1.000 W/m<sup>2</sup> como parcela residual ao meio dia, com boas condições climáticas (Instituto Superior Técnico, 2004). Superfícies inclinadas em relação à horizontal recebem ainda parte da radiação refletida por objetos ao seu redor, no que é conhecido como albedo ou coeficiente de reflexão.

### **2.4.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

O efeito fotovoltaico foi descrito pela primeira vez em 1839, pelo físico francês Edmond Becquerel. Os fótons incidem em materiais semicondutores e transferem energia suficiente para que elétrons se desloquem a um estado energeticamente superior tornando-se elétrons livres, que são submetidos a uma diferença de tensão em células fotovoltaicas para induzir uma corrente elétrica (Parida, Iniyan, & Goic, 2011).

Em concordância com Mello (1972), os materiais de células fotovoltaicas possuem uma junção tipo p-n, na qual dois semicondutores (um tipo p e outro tipo n) formam uma única estrutura cristalina. O lado p, ou positivo, possui lacunas, que podem ser interpretadas como falta de elétrons, enquanto o lado n, ou negativo, apresenta um excesso de elétrons. O processo de criação de junções p-n é denominado dopagem eletrônica.

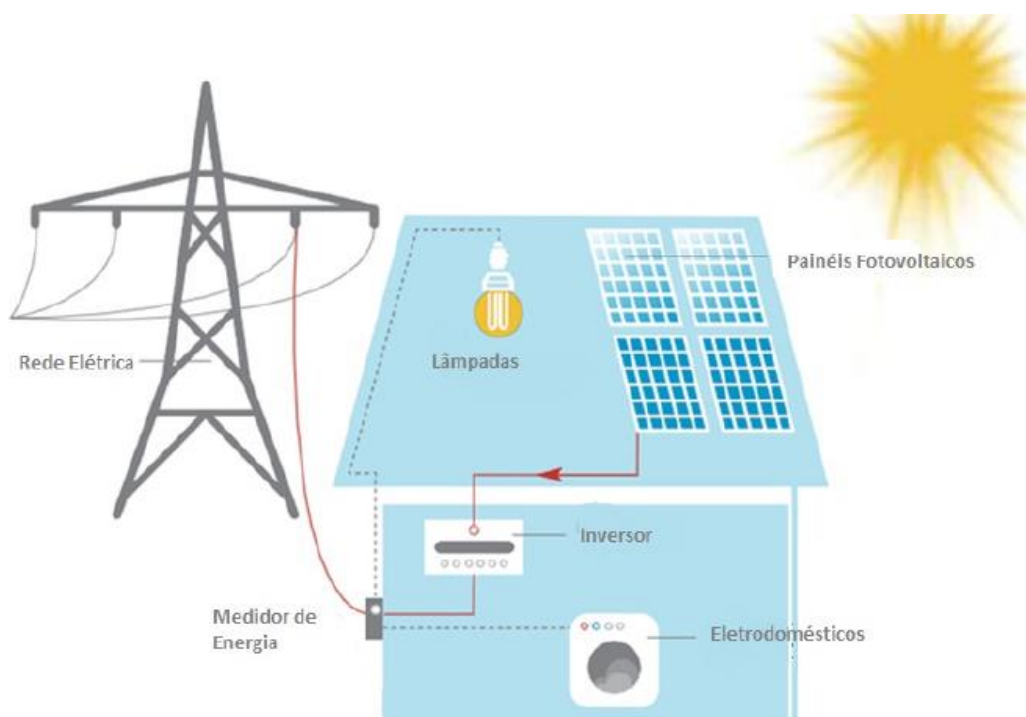
A tecnologia mais comum de células fotovoltaicas atual consiste no uso de silício cristalino (SoGSI, ou Solar Grade Silicon), havendo várias tecnologias diferentes derivadas e destinadas a aumentar a eficiência da célula de silício. Em segundo lugar têm-se as células de filmes finos, predominantemente compostas de silício amorfo (não cristalizado), nas quais o material semicondutor compõe apenas um fino filme com propriedades fotovoltaicas sobre superfícies de outros materiais como vidro (Parida, Iniyan, & Goic, 2011).

Outro componente importante de sistemas fotovoltaicos é o inversor interativo. A função desse dispositivo é converter a corrente elétrica contínua (CC) gerada pela célula ou painel fotovoltaico para o padrão de corrente alternada (CA) utilizada na maior parte das instalações elétricas atuais, além de sincronizar a frequência da corrente elétrica gerada pelo painel com as especificações da rede de distribuição em casos onde o sistema é conectado à rede (Rüther, 2004).

Segundo Paiva (2016), os inversores modernos possuem sistemas dedicados também à coleta de dados operacionais do inversor, assim como dispositivos de segurança do sistema gerador e para interromper o fornecimento para a rede de distribuição durante manutenções da mesma.



Figura 07 - Principais Componente de um Sistema Fotovoltaico Residencial



Fonte: Geração Distribuída aplicada a Edificações (EPIA, 2011)

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos a serem instalados: sistemas fixos e com rastreadores. Nos sistemas fixos, como o próprio nome indica os painéis não possuem graus de liberdade de posicionamento, sendo a condição de instalação definida em etapa de projeto (painéis voltados à linha do Equador e com inclinação igual à latitude da área de instalação). Os sistemas com rastreadores são desenhados para apresentar alto rendimento, podendo alterar seu posicionamento em um ou mais eixos de acordo com rastreadores para alcançar o ponto ótimo de geração de acordo com a posição do sol no dia e no ano, incorrendo em ganhos de até 40% na potência do sistema (King, Boyson, & Kratochvil, 2002).

### 2.4.3 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Conforme previamente mencionado, os painéis fotovoltaicos se dividem em dois grandes blocos de tecnologia: silício cristalino e filmes finos (chamadas primeira e segunda geração, respectivamente). Na primeira categoria, atualmente a predominante em instalações comerciais, encontram-se os módulos de silício monocristalino ou

policristalino. Os módulos de filmes finos possuem maior variedade de tecnologia, sendo as mais populares o silício amorfo, telureto de cádmio (CdTe) e Disseleneto de Cobre, gálio e Índio (CIS/CIGS).

A opção pela tecnologia do painel depende de fatores econômicos, geográficos e demais particularidades do projeto. De maneira geral, painéis de filmes finos possuem menor custo que os de silício cristalino, porém sua eficiência é reduzida. Dessa forma, são indicados para projetos onde não há limitação de área para instalação dos equipamentos.

O módulo fotovoltaico é especificado, principalmente, por sua potência nominal de geração, medida em Watts-pico (Wp). Essa unidade corresponde a potência gerada pela célula em condições padrão de teste definidas pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC, do inglês International Electrotechnical Commission). Essas condições atualmente compreendem intensidade de radiação de  $1000 \text{ W/m}^2$  (normal à superfície do módulo), temperatura de célula de  $25^\circ\text{C}$  (298 K) e espectro solar 1,5 AM (Rüther, 2004).

A eficiência, definida como potência gerada sobre intensidade de radiação incidente (%), de um módulo fotovoltaico é afetada pela temperatura de operação da célula, de maneira inversamente proporcional. Em regiões mais quentes esse efeito é significativo, reduzindo a potência obtida pelos equipamentos. O coeficiente de temperatura é uma especificação do fabricante que indica a perda percentual de eficiência para cada unidade de temperatura aumentada (normalmente medido em  $\%/K$ ) (Radziemska, 2003). Estudos demonstram que painéis de filmes finos tem menor coeficiente de temperatura, sofrendo, portanto, perda reduzida de eficiência quando comparados aos painéis de silício cristalino, sendo assim mais recomendados para regiões de temperatura elevada. É importante notar que a temperatura de célula é evidentemente maior que a temperatura ambiente, especialmente em regiões de clima quente (Kinsey, et al., 2008).

#### **2.4.4 INVERSORES INTERATIVOS À REDE**

Os inversores interativos à rede, também chamados de conversores CC-CA, são necessários para adequar a corrente elétrica gerada pelo módulo fotovoltaico aos

padrões da rede de distribuição, incorporando também funções de controle e otimização da operação do sistema. De acordo com Rampinelli (2013), inversores estáticos são compostos por semicondutores que funcionam em modo corte ou condução (on/off), produzindo sinais quadrados em sua saída que são convertidos em sinais senoidais mediante o uso de filtros de potência.

Um aspecto básico de projeto de um inversor é a definição se o sistema fotovoltaico será ou não conectado à rede de distribuição. No primeiro caso, torna-se necessária a aplicação de um inversor comutado pela rede, tecnologia mais comum em aplicações comerciais, enquanto que no segundo é possível utilizar um inversor autocomutado. O inversor autocomutado depende apenas uma fonte de potência na entrada para operar, enquanto o inversor comutado pela rede depende da potência da rede conectado à sua saída para seu funcionamento.

O inversor deve sempre ser dimensionado de acordo com a potência do sistema, por meio do fator de dimensionamento do inversor (FDI), definido como a razão entre a potência nominal de saída (corrente alternada) do inversor e a potência nominal do sistema fotovoltaico. É possível projetar sistemas fotovoltaicos com inversores por string/multi-string ou com um único inversor central, ganhando assim em custo e facilidade de manutenção, porém perdendo no quesito confiabilidade e eficiência do sistema. A escolha dessa configuração afeta o funcionamento dos seguidores do ponto de máxima potência que atuam em conjunto com o inversor.

A avaliação da eficiência de conversão dos inversores é feita com base na razão entre a potência de entrada (corrente contínua) sobre a potência de saída (corrente alternada). Essa grandeza varia de acordo com o nível de carregamento, que por sua vez depende da intensidade de radiação e temperatura de célula às quais o sistema está submetido no momento. Em condições naturais essas duas variáveis estão constantemente oscilando devido ao posicionamento do sol, sombreamento, influência do vento, entre outros. Não há um único padrão de testes aceito para avaliar eficiência de inversores, ao contrário do que é praticado com módulos fotovoltaicos com as condições padrão de teste definidos pela IEC.

As funções de controle dos inversores operam, em sua maioria, através de modulação de largura de pulso (PWM, do inglês *Pulse Width Modulation*) na emissão do sinal quadrado de saída. São monitorados também aspectos como nível de harmônicos e fator de potência, além do rastreamento de máxima potência já citado. Sistemas de segurança são cada vez mais exigidos de inversores, em especial proteções contra ilhamento (isolamento do sistema em caso de falha ou manutenção pela administradora da rede de distribuição) para sistemas conectados à rede (Rampinelli, Krenzinher, & Romero, 2013).

#### **2.4.1 SOFTWARE DE SIMULAÇÃO**

A evolução da capacidade dos processadores, assim como a criação de linguagens de programação robustas e interesse da indústria na utilização de simuladores levou ao rápido desenvolvimento do mercado de softwares de simulação para diversos setores. Entre esses, destacam-se no cenário de projetos de eficiência energética os simuladores de geração de energia fotovoltaica (Lalwani, 2010).

Atualmente existem mais de uma dezena de softwares especializados em simulação de energia fotovoltaica. Esses possuem o objetivo de informar, com base em parâmetros de projeto informados pelo usuário como tipo de painel e inversor utilizados, localização geográfica da instalação e topologia de estruturas próximas ao sistema, a capacidade média e total de geração, assim como configurações para otimização do projeto.

O PVSyst, software utilizado nesse projeto, destaca-se por sua versatilidade e robustez, apesar de ser um software pago mesmo em um mercado com opções sem custo. O programa conta com bases de dados de equipamentos variados de diversos fabricantes. Outros simuladores mais simples podem ser escolhidos em projetos menos complexos. Lalwani (2010) escreve que os principais modelos do mercado possuem capacidades de modelagem e simulação satisfatórios e suas rotinas de cálculo foram razoavelmente validadas experimentalmente.

### **3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

O projeto, objeto de estudo desta monografia, está em andamento e foi desenvolvido por uma ESCO, Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis, com base no Programa de Eficiência Energética da ANEEL, que estabelece, através de sua Resolução Normativa nº 556 de 02 de julho de 2013, os critérios para aplicação dos recursos e procedimentos necessários para apresentação do projeto em edital de Chamada Pública.

A seleção das propostas de projeto submetidas em Chamada Pública do PEE obedece à ordem de pontuação das mesmas. Tal ordem é definida pelos critérios descritos na tabela a seguir, conforme exposto nos editais de Chamada Pública. A avaliação é feita por um time de técnicos especialistas das concessionárias, sendo os critérios primários: relação custo-benefício, peso do investimento em equipamentos, impacto direto de eficiência energética, qualidade do projeto, efeito multiplicador, experiência da empresa que submete o projeto, contrapartida, diversidade de usos finais afetados e plano de ações educacionais, divulgação e gestão.

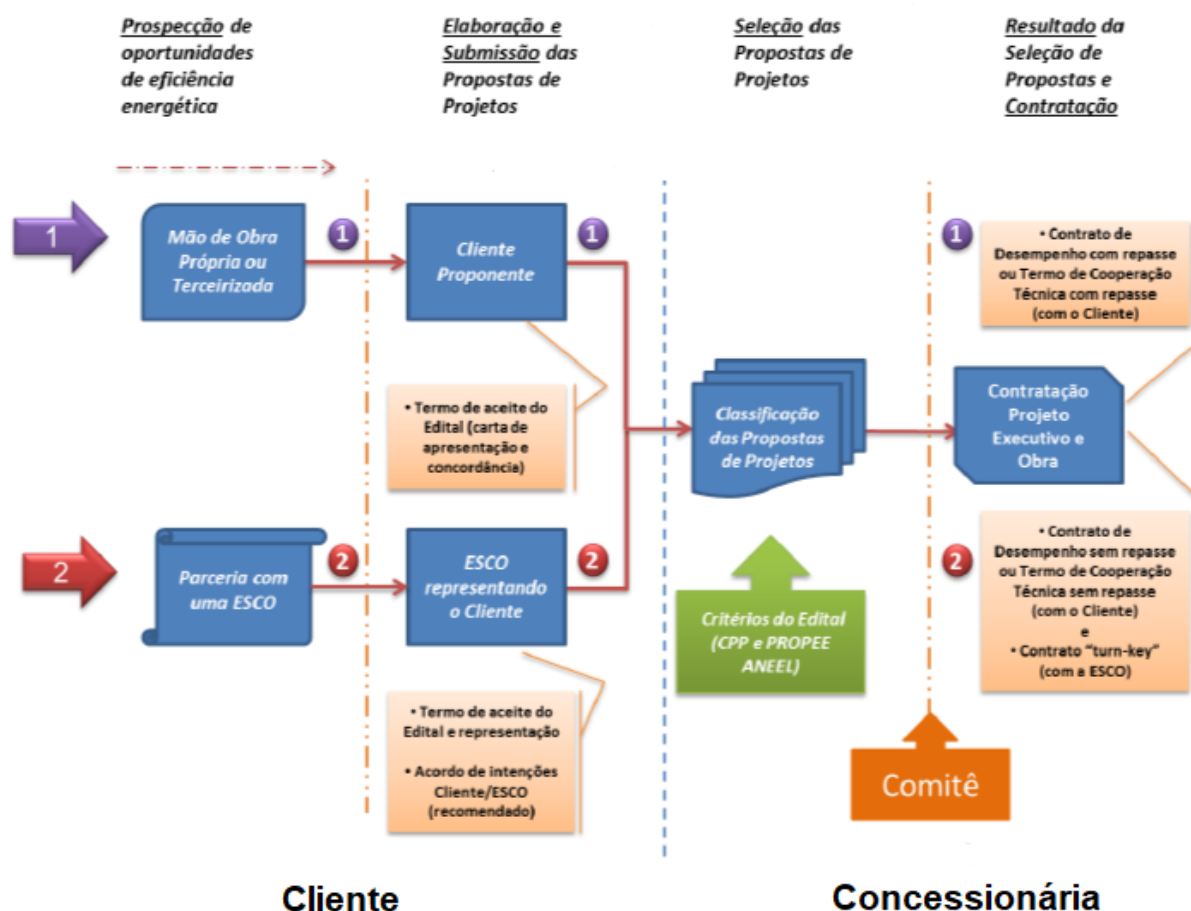
Critério	Subcritério	Descrição	Minim	Máximo	Escolhid	Pontuação
A		Relação custo-benefício	30	40	30	
	A1	Relação custo-benefício proporcional	75%	75%	75%	23
	A2	Relação custo-benefício ordenada	25%	25%	25%	7
B		Peso do investimento em equipamentos no custo total	5	10	10	10
C		Impacto direto dos benefícios energéticos	10	20	15	
	C1	Impacto direto na economia de energia	50%	70%	60%	9
	C2	Impacto direto na redução de demanda na ponta	30%	50%	40%	6
D		Qualidade do projeto	8	15	10	
	D1	Qualidade global do projeto	20%	30%	25%	3
	D2	Bases da proposta	20%	30%	20%	2
	D3	Consistência do cronograma apresentado	20%	30%	25%	3
	D4	Estratégia de M&V	30%	40%	30%	2
E		Capacidade para superar barreiras de mercado e efeito multiplicador	0	5	5	
	E1	Eficácia na quebra de barreiras de mercado	0%	100%	40%	2
	E2	Induz comportamentos de uso eficiente da energia	0%	100%	40%	2
	E3	Destina-se a segmentos com barreiras mais relevantes	0%	100%	20%	1
F		Experiência em projetos semelhantes	10	20	10	
	F1	Experiência nos usos finais propostos	30%	40%	40%	4
	F2	Experiência no PEE	20%	30%	20%	2
	F3	Certificação CMVP da EVO	20%	30%	20%	2
	F4	Outras certificações pertinentes	20%	30%	20%	2
G		Contrapartida	10	20	10	10
H		Diversidade e priorização de usos finais	5	10	5	5
I		Ações educacionais, divulgação e gestão	5	10	5	5
						100

Em editais de Chamada Pública do PEE, para a prospecção das oportunidades de eficiência energética, é possível optar por duas modalidades de representação do projeto perante a concessionária:

ii. Parceria com uma ESCO, empresa de engenharia ou fabricante de equipamento eficiente: onde o cliente estabelece um acordo de intenções diretamente com uma empresa parceira habilitada para realizar o Diagnóstico Energético e elaborar a Proposta de Projeto, passando a ser perante a Concessionária a sua representante e proponente.

46

Figura 08 - Fluxograma de Contratação de Projetos em Chamada Pública



Fonte: Adaptado de Edital\_5ª CPP\_PEE (Light, 2018)

Neste projeto a opção adotada para representação perante a concessionária local foi a opção 2, que se refere a parceria com a ESCO.

### 3.1 OBJETIVO E ESCOPO DO PROJETO

O projeto da usina fotovoltaica combinado com ação de eficiência energética é resultado de um estudo que identificou oportunidades de redução de consumo de energia, de demanda na ponta e de custos com energia elétrica em uma instituição de ensino do estado de Goiás.

Com base na análise de levantamentos e medições efetuadas em campo em determinados usos finais do empreendimento, foi definido no Diagnóstico Energético proposto pela ESCO em Chamada Pública do PEE o seguinte escopo:

- Substituição de 10.346 sistemas de iluminação convencional interna e externa por equipamentos de maior eficiência de tecnologia LED
- Implantação de uma usina fotovoltaica com capacidade de 971,5 kWp (kilowatt-pico)

### **3.2 EMPREENDIMENTO**

O empreendimento estudado por este projeto é uma instituição de ensino superior privado, sem fins lucrativos, localizada na cidade de Anápolis. A área construída da unidade totaliza aproximadamente 52.000 m<sup>2</sup>, sendo composta por salas de aula, centro tecnológico de laboratórios, ginásios de esportes, biblioteca e salas administrativas.

O Centro Universitário, que hoje é referência no cenário educacional regional, tanto pela qualidade do ensino quanto pela posição geográfica estratégica, a partir do projeto aprovado em Chamada Pública do PEE será também uma referência sustentável. Com a implantação de soluções e tecnologias que apresentam altos índices de eficiência energética e proporcionam redução de impactos ambientais, a instituição de ensino se tornará um empreendimento comprometido com o futuro, dispondo de um espaço físico que estimula a produção de energia limpa e a redução de consumo de energia.

#### **3.2.1 LEVANTAMENTO DO CONSUMO ENERGÉTICO DA INSTALAÇÃO**

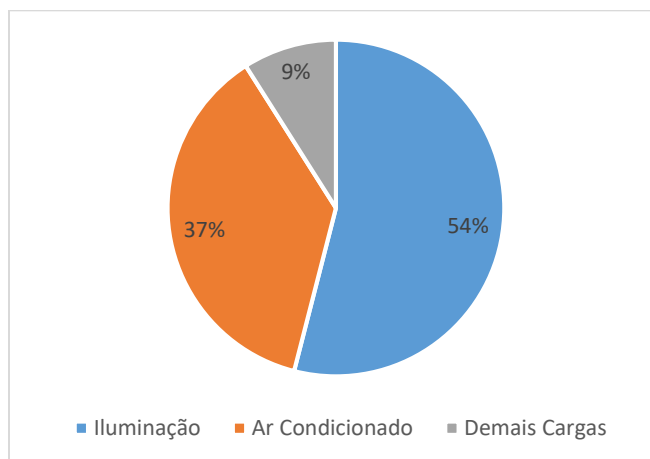
O empreendimento abordado neste projeto utiliza apenas um único insumo energético, a energia elétrica proveniente da concessionária local. A instalação conta com duas unidades consumidoras do subgrupo tarifário A4 - verde, a demanda total atualmente contratada é de 950 kW e o consumo médio mensal é de aproximadamente 222,4 MWh. Devido a futura implantação da usina fotovoltaica e expansões previstas para o campus, foi solicitado a concessionária local a liberação de uma carga de 1.550 kW.

A participação dos usos finais do empreendimento conta basicamente com sistemas de iluminação que representam cerca de 54% do consumo de energia elétrica da unidade, sistemas de ar condicionado que representam 37% e demais cargas como computadores, impressoras, equipamentos de laboratório, entre outros, que



representam 9%. A figura a seguir ilustra o gráfico com a matriz de consumo da instituição.

Figura 09 - Matriz de Consumo do Centro Universitário



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A partir das informações contidas nas 12 faturas de energia elétrica anterior aos meses de implantação da medida de eficiência energética, das duas unidades consumidas da concessionária local, as tabelas a seguir apresentam o histórico dos dados de consumo e de demanda do Centro Universitário, objeto de estudo deste trabalho.

Tabela 02 - Histórico da Fatura de Energia do Centro Universitário (UC 1)

Mês- Ano	Demanda		Consumo <sup>1</sup>			Despesa		
	Contratada	Horário Reservado	Horário Ponta	Horário Fora Ponta	Total	Total	R\$/MWh	
	kW	kWh	kWh	kWh	kWh	R\$		
mar-17	700,0	20.628,0	8.567,3	129.168,0	158.363,28	R\$ 96.992,76	R\$	612,47
abr-17	700,0	21.888,0	869,0	144.504,0	167.261,04	R\$ 82.362,29	R\$	492,42
mai-17	700,0	22.500,0	927,7	125.964,0	149.391,72	R\$ 80.747,34	R\$	540,51
jun-17	700,0	20.772,0	1.105,9	118.548,0	140.425,92	R\$ 71.946,47	R\$	512,34
jul-17	700,00	18.864,00	985,68	63.828,00	83.677,68	R\$ 49.212,89	R\$	588,12
ago-17	700,00	20.988,00	1.680,12	100.548,00	123.216,12	R\$ 65.755,78	R\$	533,66
set-17	700,00	22.356,00	2.607,48	131.724,00	156.687,48	R\$ 79.339,62	R\$	506,36
out-17	700,00	21.096,00	9.318,60	141.480,00	171.894,60	R\$ 120.244,69	R\$	699,53
nov-17	700,00	25.776,00	12.597,48	167.796,00	206.169,48	R\$ 155.021,06	R\$	751,91
dez-17	700,00	23.652,00	13.705,92	130.176,00	167.533,92	R\$ 126.702,36	R\$	756,28
jan-18	700,00	22.896,00	9.040,68	78.480,00	110.416,68	R\$ 86.951,25	R\$	787,48
fev-18	700,00	23.544,00	26.538,48	120.852,00	170.934,48	R\$ 148.318,35	R\$	867,69
<b>Médias</b>		<b>22.080,00</b>	<b>7.328,70</b>	<b>121.089,00</b>	<b>150.497,70</b>	<b>R\$ 96.966,24</b>	<b>R\$</b>	<b>644,30</b>
<b>Somas</b>		<b>264.960,0</b>	<b>87.944,4</b>	<b>1.453.068,0</b>	<b>1.805.972,4</b>	<b>R\$ 1.163.594,86</b>		

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Tabela 03 - Histórico da Fatura de Energia do Centro Universitário (UC 2)

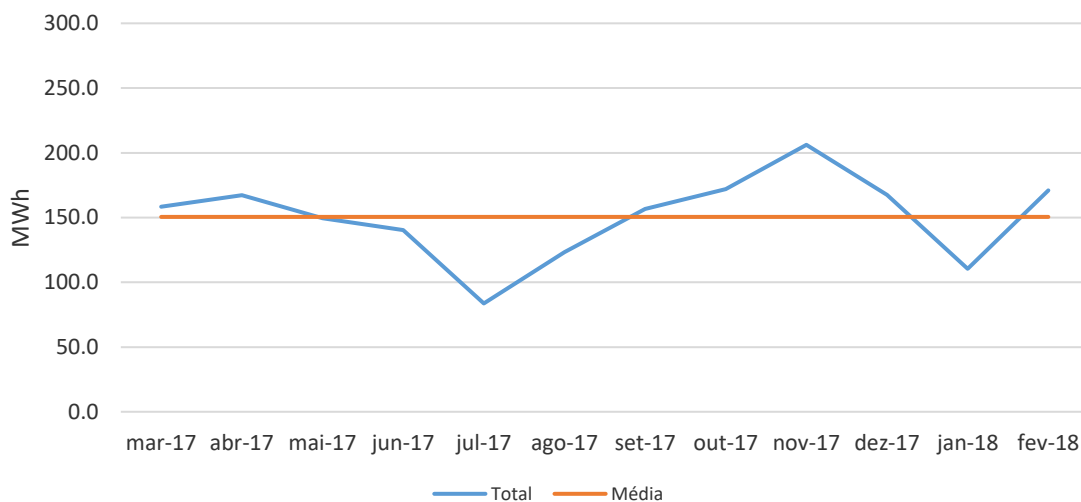
Mês- Ano	Demanda		Consumo			Despesa		
	Contratada	Horário Reservado	Horário Ponta	Horário Fora Ponta	Total	Total	R\$/MWh	
	kW	kWh	kWh	kWh	kWh	R\$		
mar-17	250,0	11.788,3	8.607,4	48.570,2	68.965,92	R\$ 46.115,40	R\$	668,67
abr-17	250,0	12.897,8	9.897,2	55.106,5	77.901,45	R\$ 49.857,96	R\$	640,01
mai-17	250,0	14.991,2	9.847,5	59.172,8	84.011,55	R\$ 57.580,42	R\$	685,39
jun-17	250,0	13.461,1	9.578,6	53.005,6	76.045,31	R\$ 48.464,31	R\$	637,31
jul-17	250,00	12.115,50	6.242,76	34.048,86	52.407,12	R\$ 35.203,89	R\$	671,74
ago-17	250,00	13.247,10	7.860,75	44.343,96	65.451,81	R\$ 41.714,05	R\$	637,32
set-17	250,00	14.912,52	10.273,96	60.343,80	85.530,28	R\$ 53.041,00	R\$	620,14
out-17	250,00	12.730,50	8.632,18	53.758,38	75.121,06	R\$ 53.952,80	R\$	718,21
nov-17	250,00	15.136,28	8.846,28	62.041,20	86.023,76	R\$ 68.968,51	R\$	801,74
dez-17	250,00	13.525,08	8.541,53	49.682,16	71.748,77	R\$ 58.480,62	R\$	815,07
jan-18	250,00	12.329,52	4.468,88	34.966,44	51.764,84	R\$ 39.491,45	R\$	762,90
fev-18	250,00	12.949,44	6.189,63	49.308,24	68.447,31	R\$ 47.321,98	R\$	691,36
<b>Médias</b>		<b>13.340,37</b>	<b>8.248,88</b>	<b>50.362,35</b>	<b>71.951,60</b>	<b>R\$ 50.016,03</b>	<b>R\$</b>	<b>695,13</b>
<b>Somas</b>		<b>160.084,40</b>	<b>98.986,58</b>	<b>604.348,20</b>	<b>863.419,18</b>	<b>R\$ 600.192,39</b>		

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

<sup>1</sup> <sup>1</sup> Horário Reservado - das 21:30 às 06:00 (08h 30min), Horário de Ponta - das 18:00 às 21:00 (3 h 00 min), Horário Fora de Ponta - das 06:00 às 18:00 e das 21:00 às 21:30 (12h 30min) (ANEEL, Resolução Homologatória Nº 2313 - Reajuste Tarifário, 2017)

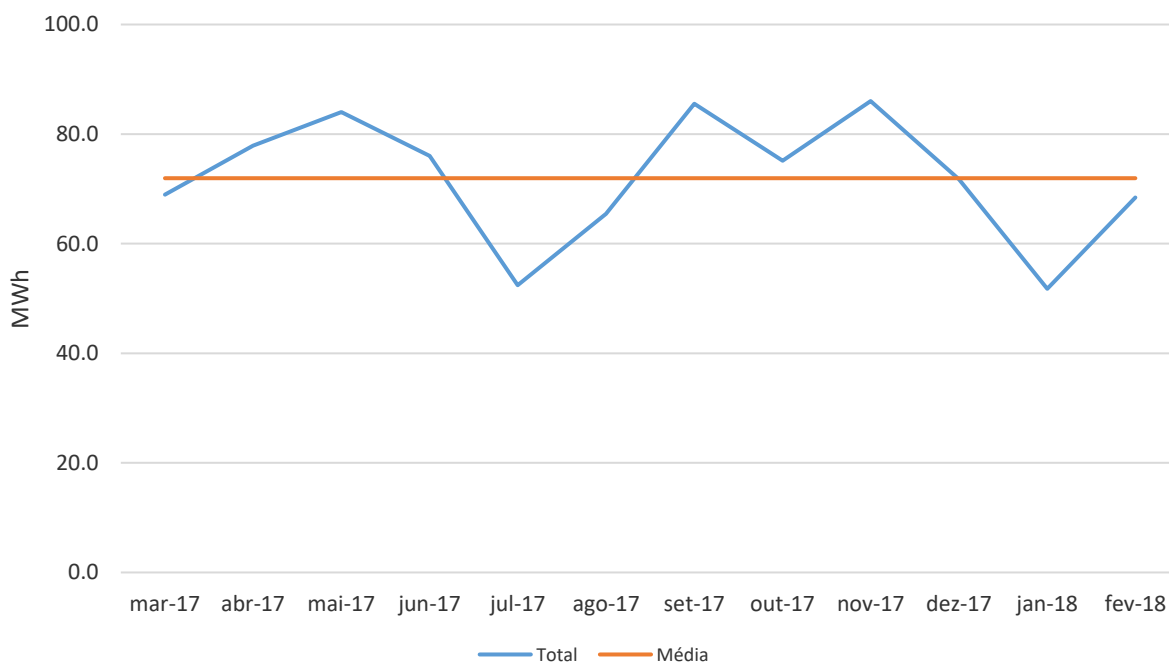
Com base nos dados das tabelas acima, as figuras a seguir apresentam graficamente o consumo de energia elétrica de cada unidade consumidora.

Figura 10 - Consumo Mensal de Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 1)



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Figura 11 - Consumo Mensal de Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 2)

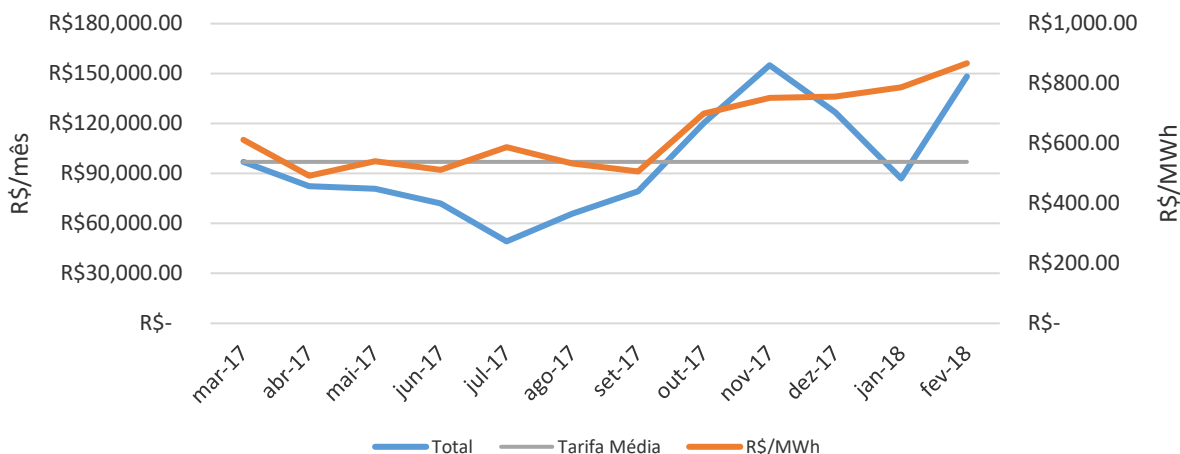


Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Conforme verificado nas faturas de energia e demonstrado nos gráficos acima, nos meses de janeiro e julho o consumo de energia elétrica das unidades consumidoras apresenta uma redução considerável se comparado com os demais meses do ano. Esta sazonalidade do consumo é justificada pelos períodos de férias escolares do Centro Universitário.

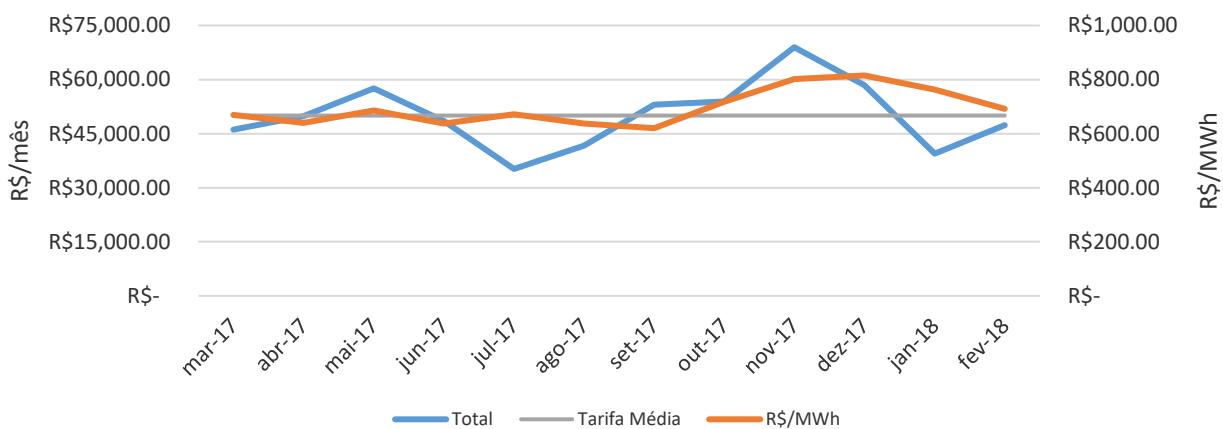
Igualmente, as figuras abaixo ilustram graficamente a despesa com energia elétrica de cada unidade consumidora.

Figura 12 - Despesa com Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 1)



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Figura 13 - Despesa com Energia Elétrica do Centro Universitário (UC 2)



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Nota-se que a partir de outubro de 2017 houve um acréscimo no valor da tarifa de energia, a razão disto foi a homologação da Resolução Nº 2313 que aprovou o reajuste tarifário de 14,65% médio na tarifa da concessionária local (ANEEL, Resolução Homologatória Nº 2313 - Reajuste Tarifário, 2017). Ademais, o aumento singular no valor da tarifa em determinados meses se dá pela cobrança das bandeiras tarifárias, amarela e vermelha, metodologia de cobrança de energia elétrica que leva em consideração o nível dos reservatórios das hidrelétricas decorrente do período de seca.

### 3.2.2 RESULTADOS PRETENDIDOS

As medidas propostas por este projeto foram avaliadas segundo os parâmetros de Relação Custo-Benefício (RCB) definidos no documento “Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE” da ANEEL de 2013, calculado conforme metodologia apresentada a seguir:

#### i. Relação Custo-Benefício

O cálculo da relação custo-benefício segue a metodologia descrita no Módulo 7 do PROPEE (ANEEL, Módulo 7 - Cálculo da Viabilidade, 2013), conforme:

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (2)$$

Onde:

- $CA_T$  – Custo anualizado total (R\$/ano)
- $BA_T$  – Benefício anualizado total (R\$/ano)

#### ii. Cálculo dos Custos

Os custos são avaliados sobre a ótica do Programa de Eficiência Energética, onde os benefícios são comparados aos custos aportados efetivamente pelo Programa de Eficiência Energética.

O cálculo dos custos anualizados segue a metodologia descrita no módulo 7 do PROPEE (ANEEL, Módulo 7 - Cálculo da Viabilidade, 2013), conforme é demonstrado a seguir.

$$CA_T = \sum_n CA_n \quad (3)$$

Onde:

- $CA_T$  – Custo anualizado total (R\$/ano)
- $CA_n$  – Custo anualizado de cada equipamento (R\$/ano)

$$CA_n = CE_n \times \frac{CT}{CE_T} \times FRC_u \quad (4)$$

Onde:

- $CA_n$  – Custo anualizado de cada equipamento (R\$/ano)
- $CE_n$  – Custo de cada equipamento (R\$)
- $CT$  – Custo total do projeto (R\$)
- $CE_T$  – Custo total em equipamentos (R\$)
- $FRC_u$  – Fator de recuperação do capital para u anos
- $u$  – Vida útil dos equipamentos (anos)
- $i$  – Taxa de desconto considerada (8% a.a.)

$$CE_T = \sum_n CE_n \quad (5)$$

$$FRC_u = \frac{i \times (1 + i)^u}{(1 + i)^u - 1} \quad (6)$$

### iii. Cálculo dos Benefícios

Os benefícios, exceto para fontes incentivadas, são avaliados sobre a ótica do sistema elétrico (sociedade), valorando as economias de energia e a redução de demanda pela tarifa do sistema de bandeiras tarifárias de energia.

$$BA_T = \frac{EE \times CEE}{RDP \times CED} \quad (7)$$

Onde:

- $BA_T$  – Benefício anualizado total (R\$/ano)
- $EE$  – Energia anual economizada (MWh/ano)
- $CEE$  – Custo unitário da energia economizada (R\$/MWh)
- $RDP$  – Redução de demanda em horário de ponta (kW)
- $CED$  – Custo unitário evitado de demanda (R\$/kW)

$$EE = Pua_a \cdot h_a - Pua_p \cdot h_p \quad (8)$$

Onde:

- $EE$  – Energia economizada (MWh/ano)
- $Pua_a$  – Potência elétrica média medida do sistema atual (kW)
- $h_a$  – Tempo de funcionamento do sistema atual (h/ano)
- $Pua_p$  – Potência média calculada do sistema proposto (kW)
- $h_p$  – Tempo de funcionamento do sistema proposto (h/ano)

$$RDP = Da_a - Da_p \quad (9)$$

Onde:

- $RDP$  – Redução de demanda na ponta (kW)
- $Da_a$  – Demanda registrada na ponta do sistema atual (kW)
- $Da_p$  – Demanda na ponta do sistema proposto (kW)

Os valores dos custos unitários evitados foram definidos na Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética da concessionária local no ano de 2016, com base nos valores de tarifa da Resolução Homologatória Aneel vigente para o subgrupo tarifário A4 com fator de carga de 70% e  $k = 0,15$  (onde  $k$  representa o coeficiente atenuador utilizado em conjunto com o fator de carga para cálculo do fator de perda, sendo que  $k$  varia tipicamente de 0,15 a 0,30, recomendado 0,15 de acordo com o PROPEE – Módulo 7 (2013)).

- $CEE = 398,74 \text{ R\$/MWh}$
- $CED = 488,51 \text{ R\$/kW}$

Ademais, de acordo com o PROPEE – Módulo 6 (ANEEL, Módulo 6 - Projetos com Fontes Incentivadas, 2013), a análise da viabilidade de projetos que envolvem fontes incentivadas (projetos de centrais geradoras de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 1MW) é feita considerando-se o ponto de vista do consumidor, ou seja, são considerados os benefícios energéticos (energia economizada) valorados pelo preço pago pelo consumidor.

Neste projeto, para cálculo do benefício do sistema fotovoltaico, a tarifa de energia definida foi calculada pelo valor da tarifa de energia homologada pela concessionária local na Resolução Homologatória vigente durante o período da Chamada Pública, considerando as alíquotas de impostos aplicadas na tarifa da unidade consumidora estudada, obtendo-se R\$ 480,44 /MWh.

A partir da metodologia acima descrita, para cálculo de relação custo benefício, e das seguintes variáveis: custo total do projeto e custos e vida útil dos equipamentos individualizados, a tabela a seguir apresenta os resultados preliminares do projeto, objeto de estudo desta monografia, aprovado em Chamada Pública do PEE.



Tabela 04 - Diagnóstico Energético: Resultados Esperados

Uso final	EE	RDP	CA <sub>T_PEE</sub>		BA <sub>T</sub>		RCB <sub>PEE</sub>
	Energia Economizada	Redução de Demanda na Ponta	Custo Anualizado		Benefício Anualizado		Por uso final
	(MWh/ano)	(kW)	(R\$)		(R\$)		PEE
Iluminação	756,05	237,93	R\$	89.460,72	R\$	417.699,23	0,214
Fotovoltaico	1.488,10	0,00	R\$	596.150,01	R\$	714.940,44	0,834
Total	2.244,15	237,93	R\$	685.610,74	R\$	1.132.639,67	0,605

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Para seleção de propostas de projetos na Chamada Pública da concessionária local, as propostas apresentadas devem possuir RCB total menor ou igual a 0,75 para projetos que beneficiem consumidores sem fins lucrativos, como é o caso do Centro Universitário.

### 3.3 AÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A fim de alcançar o objetivo de redução de consumo de energia, demanda na ponta e custos com energia elétrica do empreendimento analisado neste projeto, em um estudo preliminar ao Diagnóstico Energético submetido e aprovado na Chamada Pública do PEE foram consideradas as seguintes alternativas de ações de eficiência energética: substituição do sistema de iluminação convencional e retrofit do sistema de ar condicionado do tipo split.

A tabela a seguir destaca os principais resultados alcançados a partir da análise de implantação de ambas medidas de eficiência energética.

Tabela 05 - Ações de Eficiência Energética: Análise de Potencial

Sistema	Quantidade	Atual		Proposto		Economia		RCB
		kW		kW		kW		
		Total	MWh/ano	Total	MWh/ano	Total	MWh/ano	
Ar Condicionado	195	934,07	1.016,27	758,93	825,72	175,14	190,55	1,303
Iluminação	10346	457,46	1.243,10	179,93	487,05	277,54	756,05	0,214

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Com base neste estudo preliminar, apenas a medida de eficiência energética relativa à substituição do sistema de iluminação foi selecionada por apresentar viabilidade técnica e economia, resultando em uma relação custo benefício favorável. O sistema de

ar condicionado, por outro lado, não foi indicado como uma medida, pois não apresentou viabilidade financeira, tendo em vista que os sistemas instalados na unidade tratavam-se de equipamentos relativamente novos, com elevado coeficiente de performance.

### 3.3.1 RETROFIT DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

A proposta para a efficientização dos sistemas de iluminação existentes consiste na substituição pura das lâmpadas convencionais instaladas em ambientes internos e externos da unidade consumidora por novos modelos LED mais eficientes com baixo consumo de energia e maior durabilidade no ponto de vista de manutenção.

A tabela a seguir apresenta um resumo dos sistemas convencionais de iluminação e os respectivos sistemas propostos.

Tabela 06 - M&V Iluminação: Relação dos Sistemas

Sistema Atual		Sistema Proposto	
Tipo	Quantidade	Tipo	Quantidade
Fluorescente tubular 40W	6.803	Tubular Led 20 W	6.803
Fluorescente tubular 20W	2.146	Tubular Led 10 W	2.146
Fluorescente PL 20W	1.155	Bulbo Led 9,5W	1.155
Fluorescente PL 18W	122	Bulbo Led 9,5W	122
Refletor Vapor Metálico 400W	120	Ledvanced Floodlight 150W	120
<b>Total</b>	<b>10.346</b>		<b>10.346</b>

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

### 3.3.2 MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO (M&V)

O desempenho da ação de eficiência energética referente a substituição do sistema de iluminação será avaliado neste trabalho conforme a Opção A do Volume I do PIMVP, EVO 10000-1:2012, técnica de medição isolada por amostragem de parâmetros chaves. Sendo definido a potência elétrica instantânea, em kW, como o parâmetro chave.

O processo de medição possui a seguinte definição de parâmetros:

- Potência – medida por um analisador de energia, instalado na fronteira de medição de uma amostra.

- Medição do nível de iluminância – medido por um luxímetro, nos ambientes que contemplam as amostras dos sistemas de iluminação.
- Tempo (horário ponta e fora ponta) – estimado através de levantamento realizado com a equipe de engenharia e manutenção do centro universitário.
- Energia – obtida pela multiplicação da potência medida pelo tempo de funcionamento estimado.
- Demanda na ponta – obtida pela soma das potências dos sistemas com fator de coincidência na ponta (FCP) maior que 0.

#### a. Variáveis Independentes

Não há variável independente a ser considerada neste projeto.

#### b. Fronteira de Medição

A fronteira de medição designada para este estudo engloba os circuitos elétricos dos quadros de alimentação dos sistemas de iluminação pré-estabelecidos em conjunto com a equipe de engenharia e manutenção da instituição.

As medições foram efetuadas diretamente em circuitos dos sistemas de iluminação a fim de amenizar possíveis interferências de outras cargas.

#### c. Efeitos Interativos

Pode ser considerada como efeito interativo a redução no calor rejeitado pelas lâmpadas que impactará, diretamente, na redução da carga térmica e, por consequência, em uma eventual redução do consumo de energia elétrica do sistema de refrigeração do empreendimento. No entanto, neste estudo não será computado a economia de energia referente ao consumo dos sistemas de refrigeração com o propósito de apresentar um resultado conservador.

#### d. Fatores Estáticos

Neste estudo estão sendo considerados como fatores estáticos: o nível de iluminância das áreas amostradas e o período de operação de cada ambiente, uma vez que esses parâmetros possuem correlações diretas com o consumo de energia elétrica do sistema de iluminação.

Da mesma forma, como a medição foi realizada nos painéis elétricos que alimentam os sistemas de iluminação, qualquer alteração de carga elétrica na instalação será considerada para avaliação da economia, isto é, caso haja aumento na quantidade de equipamentos elétricos associados ao circuito elétrico medido, as devidas cargas deverão ser desconsideradas durante a verificação da economia.

#### e. Linha de Base

No período de linha de base foi medida a potência dos sistemas de iluminação de uma amostra selecionada e o nível de iluminância dos ambientes que se encontram as amostras, bem como foi estimado o tempo de funcionamento de cada ambiente.

O tamanho da amostra foi baseado na seguinte equação, definida no Volume I do PIMVP, EVO 10000-1:2012. Os níveis desejados de precisão e de confiança selecionados para este estudo são, respectivamente, 10% e 95%, atendendo aos critérios do Guia de M&V da ANEEL.

$$n = \frac{\left(\frac{z^2 * cv^2}{e^2}\right) * N}{\left(\frac{z^2 * cv^2}{e^2}\right) + N} \quad (10)$$

Sendo,

- $n$  – estimativa do tamanho da amostra requerido para uma população finita;

- cv – coeficiente de variância, definido como o desvio padrão das leituras dividido pela média (adotado inicialmente como 0,3 e corrigido, posteriormente, a partir da média e desvio padrão das amostras reais de cada população);
- e – nível desejado de precisão, 10%;
- z – valor padrão de distribuição normal, para o intervalo de confiança desejado (1,96 para um intervalo de confiança de 95%);
- N – tamanho da população atual.

Com base na Opção A do PIMVP, a fim de estabelecer uma população homogênea para que a variabilidade das medições e a incerteza resultante sejam as menores possíveis, o universo das lâmpadas abrangidas por este projeto foi dividido por tipo de sistema de acordo com a tipologia atual e proposta de cada um. A tabela a seguir apresenta a relação das amostras obtidas.

Tabela 07 - M&V Iluminação: Relação das Amostras

Sistema Atual	População Atual	Amostra População Finita (CV=0,3)	Amostra População Finita (CV corrigido)	Amostra Real
Fluorescente tubular 40W	6.803	35	3	95
Fluorescente tubular 20W	2.146	35	2	36
Fluorescente PL 20W	1.155	34	1	59
Fluorescente PL 18W	122	27	1	36
Refletor Vapor Metálico 400W	120	27	2	57
<b>Total</b>	<b>10.346</b>	<b>158</b>	<b>9</b>	<b>283</b>

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

O CV corrigido apresentado na tabela acima corresponde ao coeficiente de variação obtido por meio da análise da média e do desvio padrão das amostras reais de cada população, que será apresentado a seguir.

A partir da definição da quantidade de amostras por tipologia de sistemas de iluminação, foram realizadas as medições de campo. A tabela a seguir apresenta o resultado das medições de potência realizadas:

Tabela 08 - M&amp;V Iluminação: Potência Linha de Base

Sistema Atual	População Atual	Amostra Real	Potência Nominal	Potência Média Medida	Diferença
			Lâmpada e Reator (W)	Lâmpada e Reator (W)	
Fluorescente tubular 40W	6.803	95	43,00	38,01	-13,1%
Fluorescente tubular 20W	2.146	36	23,00	20,87	-10,2%
Fluorescente PL 20W	1.155	59	20,00	19,67	-1,7%
Fluorescente PL 18W	122	36	18,00	19,39	7,2%
Refletor Vapor Metálico 400W	120	57	430,00	402,49	-6,8%
<b>Total</b>	<b>10.346</b>	<b>283</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Conforme observado na tabela de resultados de linha de base, a potência medida de cada sistema de iluminação apresenta divergência em comparação com a potência nominal estabelecida pelo fabricante do conjunto lâmpada e reator. A seguir, são apresentados possíveis esclarecimentos para estas variações.

- Flutuação de tensão de alimentação dos circuitos: a eventual variação de tensão da rede resulta em variação de potência das lâmpadas, tendo em vista que a potência nominal de cada lâmpada é estabelecida para um determinado valor de tensão;
- Limitação de potência pelo reator: certos reatores podem limitar a potência das lâmpadas para um valor inferior à sua potência nominal;
- Tolerância estabelecida pelos fabricantes: as lâmpadas possuem uma tolerância de cerca de  $\pm 10\%$  da potência nominal, definida pelos fabricantes;
- Degradação das lâmpadas: a tensão de alimentação nominal das lâmpadas pode ser reduzida com o tempo, provocando redução de potência;
- Perda do reator: reatores eletromagnéticos podem apresentar um consumo de até 30% do seu valor nominal, mesmo quando as lâmpadas estão queimadas.

Posterior as medições elétricas foram realizadas a medições referente ao nível de iluminância nos ambientes em que estavam localizadas as amostras. A tabela a seguir apresenta o nível médio de iluminância por tipologia de sistema de iluminação.

Tabela 09 - M&amp;V Iluminação: Nível de Iluminância Linha de Base

Sistema Atual	Medição de Lux (Média)
Fluorescente tubular 40W	239
Fluorescente tubular 20W	202
Fluorescente PL 20W	111
Fluorescente PL 18W	67
Refletor Vapor Metálico 400W	253

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Tendo em vista que os dados apresentados nas tabelas acima correspondem a análises estatísticas baseadas em estimativas de tendências centrais das medições físicas, valor médio, se faz necessário à validação do comportamento destes dados. Neste sentido, para verificação dos dados obtidos de uma forma estatisticamente válida é fundamental que as medições sejam expressas em conjunto com seus níveis de precisão e confiança. Onde, confiança refere-se à probabilidade de que um dado estimado permaneça dentro de uma faixa de precisão.

Com base no volume de Estatísticas e Incerteza para PIMVP (EVO, Estatística e Incerteza para PIMVP, 2014), a obtenção da precisão dos dados medidos em campo é dada a partir dos seguintes parâmetros: média amostral, variância amostra, desvio padrão amostral, erro padrão da amostra, coeficiente de variância e estatística t, definidas pelos seguintes destes termos estatísticos.

**Média Amostral** ( $\bar{Y}$ ): obtida pela soma dos pontos individuais ( $Y_i$ ) dividida pelo número total de pontos ( $n$ ).

$$\bar{Y} = \sum \frac{Y_i}{n} \quad (11)$$

**Variância Amostral** ( $s^2$ ): avalia a extensão que os valores observados diferem uns dos outros, ou seja, sua variabilidade ou dispersão. Quanto maior a variabilidade, maior a incerteza da média. É determinada pela média dos quadrados dos desvios em relação à média.

$$S^2 = \sum \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1} \quad (12)$$

A razão de utilizar os quadrados dos desvios é para evitar valores negativos.

**Desvio Padrão Amostral (s):** dada pela raiz quadrada da variância amostral, que resulta na medida da variabilidade para a mesma dimensão dos dados.

$$s = \sqrt{S^2} \quad (13)$$

**Erro Padrão da Amostra (EP):** refere-se ao desvio padrão amostral dividido por raiz quadrada do número total de pontos.

$$EP = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

**Coefficiente de Variação (cv):** trata do desvio padrão de uma distribuição, dado como uma porcentagem da média.

$$cv = \frac{s}{\bar{Y}} \quad (15)$$

**Precisão Relativa ( $I_{rel}$ ):** dada pela média relativa da faixa dentro da qual o valor verdadeiro é esperado ocorrer com algum nível de confiança especificado. A precisão relativa é calculada a partir do erro padrão da amostra usando-se a tabela de distribuição de estatística  $t$  de *Student*, apresentada a seguir.

$$I_{rel} = \frac{t \times EP_{\bar{Y}}}{Estimativa} \quad (16)$$



Tabela 10 - M&V Iluminação: Distribuição *t* de *Student*

Graus de liberdade GL	Nível de confiança				Graus de liberdade GL	Nível de confiança			
	95%	90%	80%	50%		95%	90%	80%	50%
1	12,71	6,31	3,08	1,00	16	2,12	1,75	1,34	0,69
2	4,30	2,92	1,89	0,82	17	2,11	1,74	1,33	0,69
3	3,18	2,35	1,64	0,76	18	2,10	1,73	1,33	0,69
4	2,78	2,13	1,53	0,74	19	2,09	1,73	1,33	0,69
5	2,57	2,02	1,48	0,73	21	2,08	1,72	1,32	0,69
6	2,45	1,94	1,44	0,72	23	2,07	1,71	1,32	0,69
7	2,36	1,89	1,41	0,71	25	2,06	1,71	1,32	0,68
8	2,31	1,86	1,40	0,71	27	2,05	1,70	1,31	0,68
9	2,26	1,83	1,38	0,70	31	2,04	1,70	1,31	0,68
10	2,23	1,81	1,37	0,70	35	2,03	1,69	1,31	0,68
11	2,20	1,80	1,36	0,70	41	2,02	1,68	1,30	0,68
12	2,18	1,78	1,36	0,70	49	2,01	1,68	1,30	0,68
13	2,16	1,77	1,35	0,69	60	2,00	1,67	1,30	0,68
14	2,14	1,76	1,35	0,69	120	1,98	1,66	1,29	0,68
15	2,13	1,75	1,34	0,69	□	1,96	1,64	1,28	0,67

Segundo o fundamento da estatística *t* de *Student*, para uma distribuição amostral, o Grau de Liberdade (GL) citado na tabela acima é definido da seguinte forma.

$$GL = n - 1 \quad (17)$$

Onde, *n* representa o tamanho da amostra.

Em geral, o valor verdadeiro de qualquer estimativa estatística é esperado ficar, dentro de um dado nível de confiança, na faixa definida por:

$$Faixa = Estimativa \pm Precisão Relativa \quad (18)$$

Sendo a estimativa qualquer valor empiricamente derivado de um parâmetro de interesse.

No período de linha de base deste projeto, os seguintes dados estatísticos foram obtidos.

Tabela 11 - M&V Iluminação: Precisão Relativa Linha de Base

Sistema Atual	Potência Medida	Desvio Padrão	Coeficiente de Variância Real	Erro Padrão	Estatística t	Precisão Relativa
	Média Total (W)					
Fluorescente tubular 40W	38,01	2,91	7,7%	0,30	1,99	1,6%
Fluorescente tubular 20W	20,87	1,18	5,7%	0,20	2,03	1,9%
Fluorescente PL 20W	19,67	0,76	3,8%	0,10	2,00	1,0%
Fluorescente PL 18W	19,39	0,37	1,9%	0,06	2,03	0,7%
Refletor Vapor Metálico 400W	402,49	24,94	6,2%	3,30	2,00	1,6%

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Nota-se que a precisão relativa obtida para todas as medições da tabela acima está abaixo de 10%, apresentando um resultado satisfatório, conforme determinado no Guia de M&V da ANEEL e o Módulo 8 do PROPEE, onde é determinado que as ações de medição e verificação devem perseguir um nível de precisão de 10% com 95% de confiabilidade.

#### f. Bases de Ajuste de Rotina

Como não há variável independente identificada neste estudo, não há ajuste de rotina caracterizado.

#### g. Bases de Ajuste Não de Rotina

Como há correlação direta entre o fator estático determinado pelo nível de iluminância e o consumo de energia, será considerado como parâmetro de verificação de energia o consumo específico dos sistemas de iluminação, em W/lux, medido antes da intervenção e o medido após a ação de eficiência energética.

Como neste projeto ocorreu adequação do nível de iluminância durante o retrofit do sistema, a potência de linha de base deverá ser ajustada para a nova condição de operação do sistema de iluminação. Desta maneira, a potência de linha de base corrigida será dada pela fórmula a seguir:

$$Potência_{LBA} = \frac{Potência_{LBM}}{lux_{Sistema\ Atual}} \times lux_{Sistema\ Proposto} \quad (19)$$

Onde,

- $Potência_{LBA}$  – Potência de Linha de Base Ajustada
- $Potência_{LBM}$  – Potência de Linha de Base Medida

#### h. Período de Determinação da Economia

O período de determinação da economia se iniciou logo após a substituição das luminárias e acessórios, com a medição da potência dos novos sistemas e do nível de iluminância nos ambientes que se encontravam estes sistemas.

A tabela a seguir apresenta a relação das amostras obtidas nos sistemas de iluminação instalados.

Tabela 12 - M&V Iluminação: Relação de Amostras PDE

Sistema Proposto	População Atual Validada	Amostra População Finita (CV=0,3)	Amostra População Finita (CV corrigido)	Amostra Real
Tubular Led 20W	6.803	35	1	62
Tubular Led 10W	2.146	35	1	172
Bulbo Led 9,5W	1.155	34	1	34
Bulbo Led 9,5W	122	27	1	32
Ledvanced Floodlight 150W	120	27	1	60
	<b>10.346</b>	<b>158</b>	<b>5</b>	<b>360</b>

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

O CV corrigido apresentado na tabela acima corresponde ao coeficiente de variação obtido por meio da análise da média e do desvio padrão das amostras reais de cada população, que será apresentado a seguir. Nota-se que amostra calculada pelo CV corrigido nesta tabela é menor que a determinada no período de linha de base, isto ocorre devido a redução da variabilidade apresentada pelos sistemas novos de tecnologia LED instalados.

A seguir é apresentado o resultado das medições elétricas realizadas na amostragem determinada na tabela anterior.

Tabela 13 - M&V Iluminação: Medições Elétricas PDE

Sistema Proposto	População Atual Validada	Amostra Real	Potência Nominal	Potência Média Medida	Diferença
			Lâmpada (W)	Lâmpada e Reator (W)	
Tubular Led 20W	6.803	62	20,00	19,92	-0.4%
Tubular Led 10W	2.146	172	10,00	9,75	-2.6%
Bulbo Led 9,5W	1.155	34	9,50	9,69	2.0%
Bulbo Led 9,5W	122	32	9.50	9,53	0.3%
Ledvanced Floodlight 150W	120	60	150,00	144,71	-3.7%
	<b>10.346</b>	<b>360</b>	-	-	-

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Com base nos esclarecimentos das variações das medições do período de linha de base, é possível destacar que as variações do período de determinação da economia podem ser referentes a tolerância da potência nominal estabelecida pelo fabricante, como também eventuais variações de tensão da rede.

Após a realização das medições elétricas foi obtido o nível de iluminância nos ambientes em que estavam localizadas as amostras. A tabela a seguir apresenta o nível médio de iluminância por tipologia de sistema de iluminação.

Tabela 14 - M&V Iluminação: Nível de Iluminância PDE

Sistema Proposto	Medição de Lux (Média)
Tubular Led 20W	295
Tubular Led 10W	268
Bulbo Led 9,5W	131
Bulbo Led 9,5W	87
Ledvanced Floodlight 150W	279

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A respeito do nível de precisão e confiabilidade das medições realizadas no período de determinação da economia, a tabela a seguir apresentar os dados obtidos.

Tabela 15 - M&amp;V Iluminação: Precisão Relativa PDE

Sistema Proposto	Potência Média Medida	Desvio Padrão	Coeficiente de Variância Real	Erro Padrão	Estatística t	Precisão Relativa
	Lâmpada e Reator (W)					
Tubular Led 20W	19,92	0,32	1,6%	0,04	2,00	0,4%
Tubular Led 10W	9,75	0,06	0,6%	0,00	1,97	0,1%
Bulbo Led 9,5W	9,69	0,10	1,0%	0,02	2,03	0,4%
Bulbo Led 9,5W	9,53	0,10	1,1%	0,02	2,04	0,4%
Ledvanced Floodlight 150W	144,71	1,27	0,9%	0,16	2,00	0,2%

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Nota-se que a precisão relativa obtida para todas as medições da tabela acima está abaixo de 10%, apresentando um resultado satisfatório, conforme determinação de precisão e confiabilidade apresentada acima.

#### i. Procedimento de Análise

A Energia Evitada a partir da substituição do sistema de iluminação no centro universitário será calculada conforme – Opção A PIMVP 2010 através da equação abaixo:

$$EE = Tempo_{Estimado} \times (Potência_{LBA} - Potência_{PDE}) \quad (20)$$

Onde,

- $EE$  – Energia Evitada
- $Potência_{LBA}$  – Potência de Linha de Base Ajustada
- $Potência_{PDE}$  – Potência do Período de Determinação da Economia

Outrossim, a Redução de Demanda na Ponta (RDP) será calculada com a seguinte equação.

$$RDP = FCP_{Estimado} \times (Potência_{LBA} - Potência_{PDE}) \quad (21)$$

Onde,

- $RDP$  – Redução de Demanda na Ponta
- $Potência_{LBA}$  – Potência de Linha de Base Ajustada
- $Potência_{PDE}$  – Potência do Período de Determinação da Economia
- $FCP$  – Fator de Coincidência na Ponta

$$FCP = \frac{n_m \cdot n_d \cdot n_{up}}{792} \quad (22)$$

Onde,

- $FCP$  – Fator de Coincidência na Ponta
- $n_m$  – número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta ( $\leq 12$  meses)
- $n_d$  – número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta ( $\leq 22$  dias)
- $n_{up}$  – número de horas de utilização em horário de ponta ( $\leq 3$  horas)
- 792 – número de horas de ponta disponíveis ao longo de 1 ano

A RDP do projeto será a soma da RDP dos sistemas.

#### j. Resultados Alcançados

A partir da metodologia apresentada no item Procedimento de Análise e Bases de Ajustes, a tabela a seguir apresenta a redução da potência por tipologia a partir do retrofit de iluminação, comparando a potência de linha de base ajustada à potência do período de determinação da economia.

Tabela 16 - M&amp;V Iluminação: Redução de Potência por Tipologia

Sistema Atual	Sistema Proposto	Potência Linha de Base Corrigida (W)	Potência Período de Determinação (W)	Redução de Potência (W)	Redução de Potência (%)
Fluorescente tubular 40W	Tubular Led 20 W	47,03	19,92	27,11	57,64%
Fluorescente tubular 20W	Tubular Led 10 W	27,69	9,75	17,94	64,79%
Fluorescente PL 20W	Bulbo Led 9,5W	23,27	9,69	13,58	58,35%
Fluorescente PL 18W	Bulbo Led 9,5W	25,16	9,53	15,63	62,11%
Refletor Vapor Metálico 400W	Ledvanced Floodlight 150W	443,34	144,71	298,63	67,36%

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Com base nas equações (20) e (21) apresentadas acima, nos dados de medição obtidos e corrigidos e no período de operação para cada ambiente estimado através de levantamento realizado com a equipe de engenharia e manutenção do Centro Universitário, a redução de demanda na ponta e a energia evitada total alcançadas com esta medida de eficiência energética são apresentadas a seguir.

Tabela 17 - M&amp;V Iluminação: Energia Evitada e Redução de Demanda na Ponta

	Período de Linha de Base	Período de Determinação da Economia	Redução de Demanda na Ponta (kW)
<b>Potência Total na Ponta (kW)</b>	429,65	172,47	257,18
	Período de Linha de Base	Período de Determinação da Economia	Energia Evitada (MWh/ano)
<b>Consumo de Energia (MWh/ano)</b>	1290,72	513,11	777,62

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

O memorial de cálculo completo dos resultados apresentados na tabela acima encontra-se no Apêndice A desta monografia. Basicamente, este memorial indica por ambiente a quantidade de lâmpadas, a tipologia e a potência do sistema de linha de base, a tipologia e a potência do período de determinação da economia, o período de operação, a Redução de Demanda na Ponta (RDP) e a Energia Evitada (EE), sendo apresentado também a RDP total e a EE total como a soma da RDP e EE por ambiente.

Como pode ser observado na tabela acima, a economia atingida com a substituição do sistema de iluminação do Centro Universitário de Goiás, obteve 2,8 % de economia de energia superior ao valor esperado para a implantação desta medida, 756,05 MWh/ano.

Assim como, o valor de redução de demanda na ponta superou em 8,1 % o resultado preliminar, 237,93 kW.

### 3.4 USINA FOTOVOLTAICA

O projeto submetido e aprovado em Chamada Pública do PEE contempla a implantação de uma usina fotovoltaica conectada à rede pública de distribuição de energia elétrica que tem por finalidade a Compensação de Energia Elétrica, modalidade de geração distribuída que permite ao consumidor gerar energia em paralelo com a rede, para fins de autoconsumo.

O sistema fotovoltaico, objeto deste estudo, possui potência pico (potência total do conjunto de módulos fotovoltaicos em condições de laboratório) de 971,5 kWp, e será interligado à rede através de inversores interativos, que ajustam a potência gerada pelo arranjo fotovoltaico às condições de frequência e tensão da rede de distribuição pública de energia elétrica. Os inversores juntos possuem potência máxima de 800,4 kW.

Com base no estudo elaborado pela ESCO, a tabela abaixo apresenta o resumo das principais informações do projeto.

Tabela 18 - Informações da Usina Fotovoltaica

Potência-Pico Instalada no Circuito C.C.	971,5 kWp
Potência Disponível no Circuito C.A.	800,4 kWp
Estimativa de Geração Anual de Energia	1.575 MWh
Fabricante e Modelo dos Módulos Fotovoltaicos	Canadian Solar / CS6U-335P
Tecnologia dos Módulos Fotovoltaicos	Silício Policristalino
Quantidade Total de Módulos Fotovoltaicos	2.900
Área Total dos Módulos Fotovoltaicos	5.638,5 m <sup>2</sup>
Fabricante e Modelo dos Inversores	ABB / TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400
Quantidade Total de Inversores	29
Modelo das Estruturas de Fixação	Carport
Local de Montagem dos Módulos Fotovoltaicos	Estacionamento da Instituição



Data Prevista para Instalação	Agosto/2018
Data Prevista para Comissionamento	Janeiro/2019

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A implantação desta usina está em processo, tão logo o presente trabalho visa unicamente revisar do procedimento adotado para dimensionamento do sistema fotovoltaico apresentado na tabela acima através de análise do potencial energético do local e de simulação de desempenho do sistema por meio da utilização do software PVSyst, considerando as premissas assumidas no decorrer do projeto.

### 3.4.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA: ANÁLISE DO POTENCIAL DO LOCAL E PREMISSAS ADOTADAS

#### a. Características Climatológicas

O potencial solar de um sistema é determinado pelas características climatológicas de temperatura média e irradiação solar da localidade. A tabela a seguir apresenta estas características, cuja fonte é o Meteonorm 7.1, Sat=100% - Synthetic, a qual faz parte do banco de dados encontrado no software PVSyst.

Tabela 19 - Características Climatológicas da Localidade

Mês	Temperatura Ambiente (°C)	Irradiação Solar Global Horizontal (kWh/m²)	Irradiação Solar Global Efetiva (kWh/m²)
Janeiro	22,70	168,0	159,0
Fevereiro	22,60	161,8	154,9
Março	22,32	173,4	168,7
Abril	22,03	158,4	157,6
Maio	20,70	151,2	154,3
Junho	19,16	151,3	157,6
Julho	19,47	163,7	170,1
Agosto	21,00	183,0	185,8
Setembro	22,60	184,4	181,8
Outubro	23,74	168,0	161,0
Novembro	22,06	149,9	141,5
Dezembro	22,39	153,2	143,5

Fonte: Meteonorm 7.1 (Software PVSyst)

Conforme a tabela acima, nota-se que a irradiação solar diária média obtida na localidade do centro universitário é de 5,3 kWh/m<sup>2</sup>, uma região extremamente privilegiada com um dos maiores índices de irradiação solar do Brasil.

#### b. Consumo Energético do Empreendimento

Com base no histórico de consumo do empreendimento, o potencial energético do local é de 2.669,4 MWh/ano, no entanto, com base no histórico de consumo e na redução energética proporcionada pelo *retrofit* do sistema de iluminação validada pelo procedimento de M&V, o potencial energético do local é de 1.891,7 MWh/ano, correspondente a um sistema fotovoltaico ligeiramente superior a 1 MWp.

Porém, por conta o benefício fiscal instituído atualmente pelo Conselho Nacional de Política Fazendária, através do Convênio ICMS 16<sup>2</sup>, aplicado apenas para sistemas de geração de energia com potência instalada de até 1 megawatt (MW), foi adotado como estratégia neste projeto a implantação de uma usina de potência máxima de 1 MWp.

#### c. Área Disponível para Instalação do Sistema de Geração

Baseando-se na planta de localização do empreendimento, e considerando os critérios para posicionamento ideal de instalação dos módulos fotovoltaicos, tais como: locais livres de sombras com orientação para o norte geográfico e com inclinação igual à latitude local, é possível identificar determinadas áreas potenciais para implantação do sistema de geração no Centro Universitário de Goiás. Dentre tais áreas, por preferência da instituição, foi definido a instalação do sistema em estruturas metálicas de aproximadamente 200 m<sup>2</sup> construídas especialmente para integrar os módulos fotovoltaicos como cobertura para proteção limitada a veículos de um dos estacionamentos do empreendimento.

---

<sup>2</sup> O Convênio ICMS 16 determina a isenção de ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia injetada na rede pela mesma unidade consumidora, com créditos de energia ativa originados na própria unidade ou em unidade de mesmo titular (CONFAZ, 2015).

A figura a seguir apresenta uma vista geral das instalações do Centro Universitário, destacando a área de estacionamento selecionada para instalação da usina fotovoltaica.

Figura 14 - Vista Geral das Instalações do Centro Universitário



Fonte: Centro Universitário

#### d. Dimensionamento do Sistema

Como diretriz do Programa de Eficiência Energética da ANEEL é fundamental que os módulos fotovoltaicos selecionados para projetos submetidos em Chamada Pública apresentem Selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), programa do Governo Federal executado pela Eletrobrás.

Neste sentido, tendo como base a lista de equipamentos certificados pelo PROCEL foi identificado o módulo fotovoltaico de maior potência (335 W), do fabricante Canadian Solar, modelo CS6U-335P, cujas características elétricas e mecânicas são mostradas abaixo.

Tabela 20 - Características Elétricas dos Módulos Fotovoltaicos

Potência Máxima (Pmax)	335 Wp
Tensão em Potência Máxima (Vmp)	37,4 V
Corrente em Potência Máxima (Imp)	8,96 A
Tensão em Circuito Aberto (Voc)	45,8 V

Corrente em Curto Circuito (Isc)	9,54 A
Eficiência do Módulo (%)	17,23 %
Tolerância em Potência	0~+5W
Temperatura em Condição de Teste Padrão (STC, em inglês <i>Standard Test Condition</i> )	25 °C
Coeficiente de Temperatura da Potência	-0,41% / °C
Coeficiente de Temperatura da Tensão	-0,31% / °C
Coeficiente de Temperatura de Corrente	0,05% / °C
Temperatura Nominal de Funcionamento	43 ± 2 °C

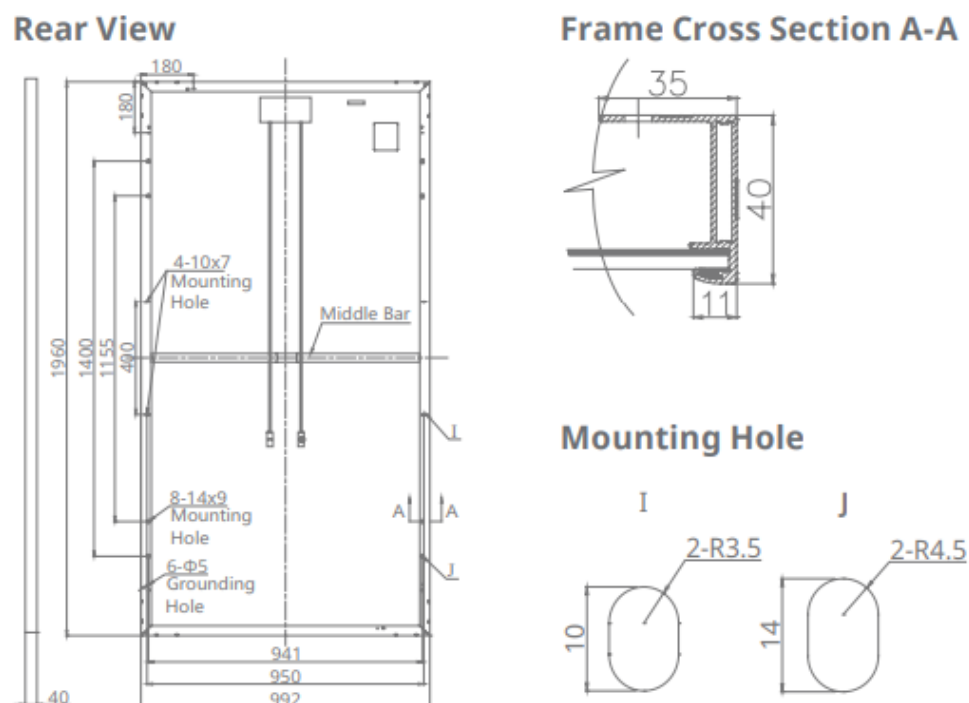
Fonte: Folha de Dados Fabricante (Canadian Solar, 2018)

Tabela 21 - Características Mecânicas dos Módulos Fotovoltaicos

Altura	992 mm
Largura	1960 mm
Profundidade	40 mm
Peso	22,4 kg
Quantidade de Células Fotovoltaicas	72 unidades (6x12)
Tipo de Células Fotovoltaicas	Policristalino
Estrutura Externa (fixação)	Liga de alumínio anodizado/vidro temperado
Terminais de Acesso	2

Fonte: Folha de Dados Fabricante (Canadian Solar, 2018)

Figura 15 - Aspecto Físico dos Módulos Fotovoltaicos



Fonte: Folha de Dados Fabricante (Canadian Solar, 2018)

Isto posto, com base na potência nominal do módulo selecionado, nos valores de altura e largura de cada um e nas demais premissas adotadas, até o momento, para o dimensionamento da usina fotovoltaica, sendo elas: potência instalada do sistema com valor máximo de 1 MW e instalação dos módulos em estruturas de estacionamento de cerca de 200 m<sup>2</sup>, é possível determinar a quantidade de módulos e de estruturas que irão compor o sistema.

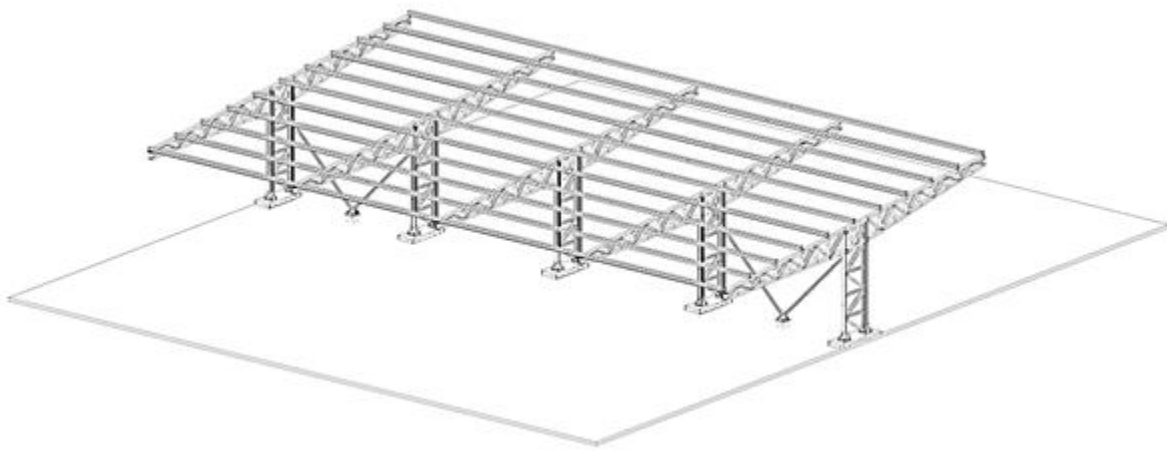
A partir da área determinada para cada estrutura de estacionamento e da área de cada módulo, se pode delimitar a instalação de 100 módulos por estrutura, totalizando uma potência de 33,5 kWp. Assim, à vista da potência total limite, constata-se a necessidade de 29 estrutura metálicas, resultando em um arranjo fotovoltaico global composto por 2.900 módulos fotovoltaicos com potência de 971,5 kWp.

#### i. Arranjo Fotovoltaico

Como consequência das proposições do dimensionamento, os arranjos fotovoltaicos subdivididos em sistemas de 100 módulos, instalados em 29 estruturas metálicas, ocuparão uma área total de 5.638,5 m<sup>2</sup>.

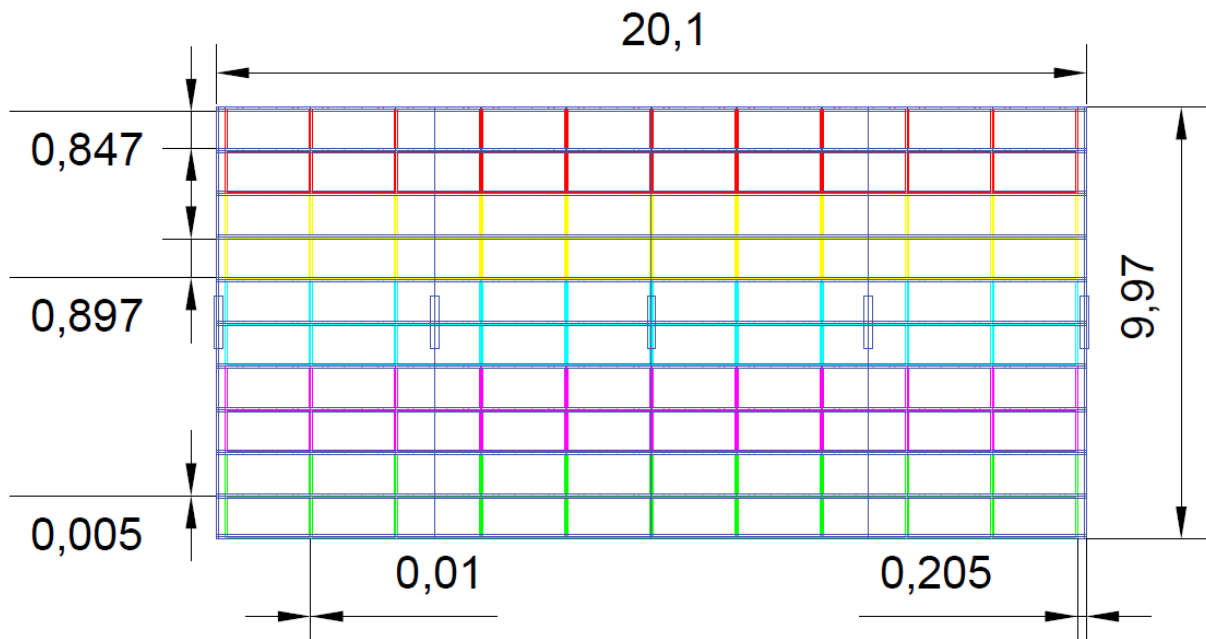
Pela localização do estacionamento e por aspectos e limitações mecânicas da estrutura projetada, a usina fotovoltaica terá orientação azimutal de  $-7,7^\circ$  em relação ao norte e inclinação de  $5,5^\circ$ . As figuras a seguir apresentam, a perspectiva isométrica da estrutura metálica que acomodará os painéis, o layout modelo do arranjo fotovoltaico por estrutura metálica, e a planta de localização com as 29 estruturas posicionadas.

Figura 16 - Perspectiva Isométrica da Estrutura Metálica



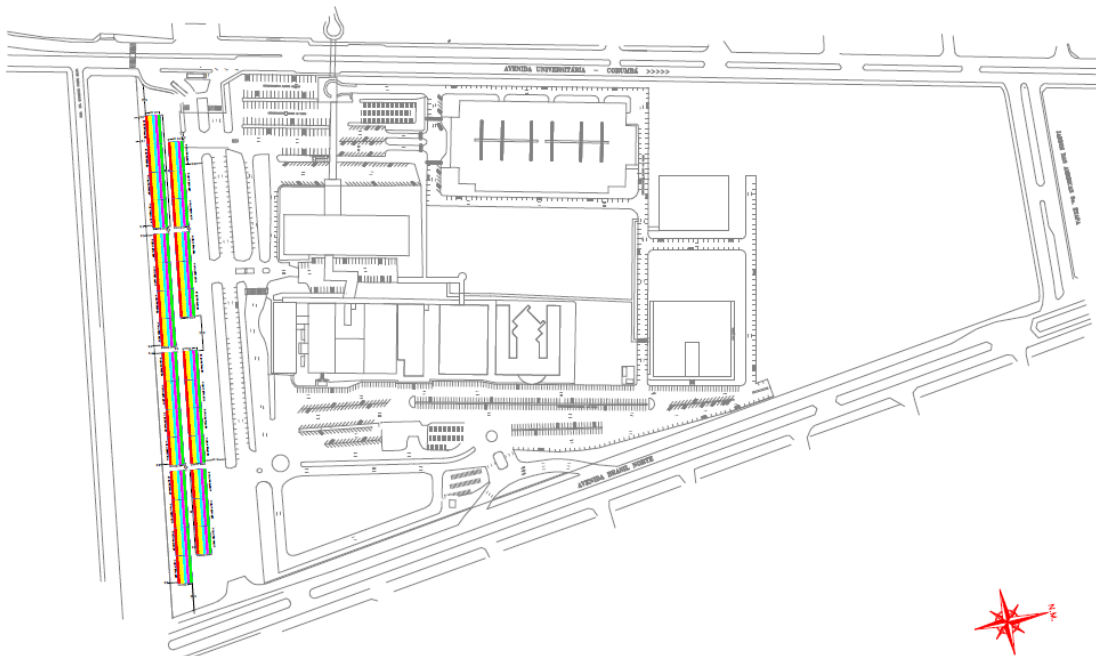
Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Figura 17 - Layout Modelo do Arranjo Fotovoltaico por Estrutura Metálica



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Figura 18 - Planta de Localização da Usina Fotovoltaica



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

## ii. Inversor Interativo à Rede

O inversor interativo à rede faz parte do subsistema de condicionamento de potência, isto é, refere-se ao equipamento responsável pela conversão da corrente contínua do gerador em corrente alternada para injeção na rede de distribuição e, também, pela qualidade de energia e coleta de dados operacionais.

A principal metodologia de análise de dimensionamento do inversor é conhecida por Fator de Dimensionamento do Inversor (FDI), definido pela equação a seguir.

$$FDI = \frac{P_{INV}}{P_{GFV}} \quad (23)$$

Onde,

- $P_{INV}$  – potência nominal do inversor (W)
- $P_{GFV}$  – potência nominal do gerador fotovoltaico (W)

$$P_{GFV} = N \times P_{MP} \quad (24)$$

Onde,

- $N$  – número de módulos fotovoltaicos
- $P_{MP}$  – potência máxima do módulo fotovoltaico (W)

Segundo Zilles (2012), a variação ótima do FDI do ponto de vista da produtividade do sistema e do custo da energia produzida é de 0,6 a 0,9.

Com base na divisão dos arranjos fotovoltaicos por estrutura metálica com potência total de 33,5 kWp, nas tecnologias de inversores interativos à rede disponíveis comercialmente e considerando o FDI recomendado, foi determinado a utilização dos inversores do fabricante ABB, modelo TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400, cujo FDI atingido foi de 0,85.



As características elétricas e mecânicas do inversor selecionado são mostradas nas tabelas a seguir.

Tabela 22 - Características Elétricas dos Inversores

Características da Entrada C.C.	
Potência Máxima de Entrada	28600 W
Máxima Tensão de Entrada	1000 V
Faixa de Tensão para Seguimento de Máxima Potência do Arranjo Fotovoltaico	500 – 800 V
Nº de Rastreadores do Ponto de Máxima Potência	2
Máxima Corrente de Entrada ( $I_{dcmax}/I_{mpptmax}$ )	64 A / 32 A
Características da Saída C.A.	
Máxima Potência Saída	27600 W
Faixa de Tensão de Funcionamento (Rede)	320 – 480 V
Tensão Nominal de Funcionamento	400 V
Máxima Corrente de Saída	45 A
Frequência Nominal de Operação	60 Hz
Faixa de Frequência de Operação	57 – 63 Hz
Fator de Potência Nominal	>0.995 até $\pm 0.9$
Tipo de Conexão à Rede	Trifásico + N + T
Distorção Harmônica Total	< 3%

Fonte: Folha de Dados Fabricante (ABB, 2018)

Tabela 23 - Características Mecânicas dos Inversores

Altura	1061mm
Largura	702mm
Profundidade	292mm
Peso	Inversor 65 kg Caixa de Cabos 15kg
Grau de Proteção IP	IP 65
Local de Instalação	Estrutura Metálica / Estacionamento Solar

Faixa de Temperatura de Trabalho	De -25°C até +60°C
Método de Ventilação	Natural
Umidade do Local de Instalação	De 0% até 100%

Fonte: Folha de Dados Fabricante (ABB, 2018)

Com base nas características expostas do inversor, a associação dos módulos, definida como *string*, foi determinada segundo as seguintes considerações:

- Tensão mínima e máxima, em ponto de máxima potência, do inversor interativo
- Tensão máxima de funcionamento do inversor interativo
- Corrente máxima de entrada do inversor interativo
- Potência pico dos módulos fotovoltaicos
- Temperatura de funcionamento das células fotovoltaicas

Com a disponibilidade de 2 rastreadores de ponto de máxima potência (MPPTs – *Maximum Power Point Tracker*, em inglês), cada inversor terá 3 strings de 20 módulos em série conectadas a um MPPT e 2 strings de 20 módulos em série conectadas a outro MPPT, conforme detalhado a seguir.

Tabela 24 - Conexão dos Módulos no Inversor por MPPT

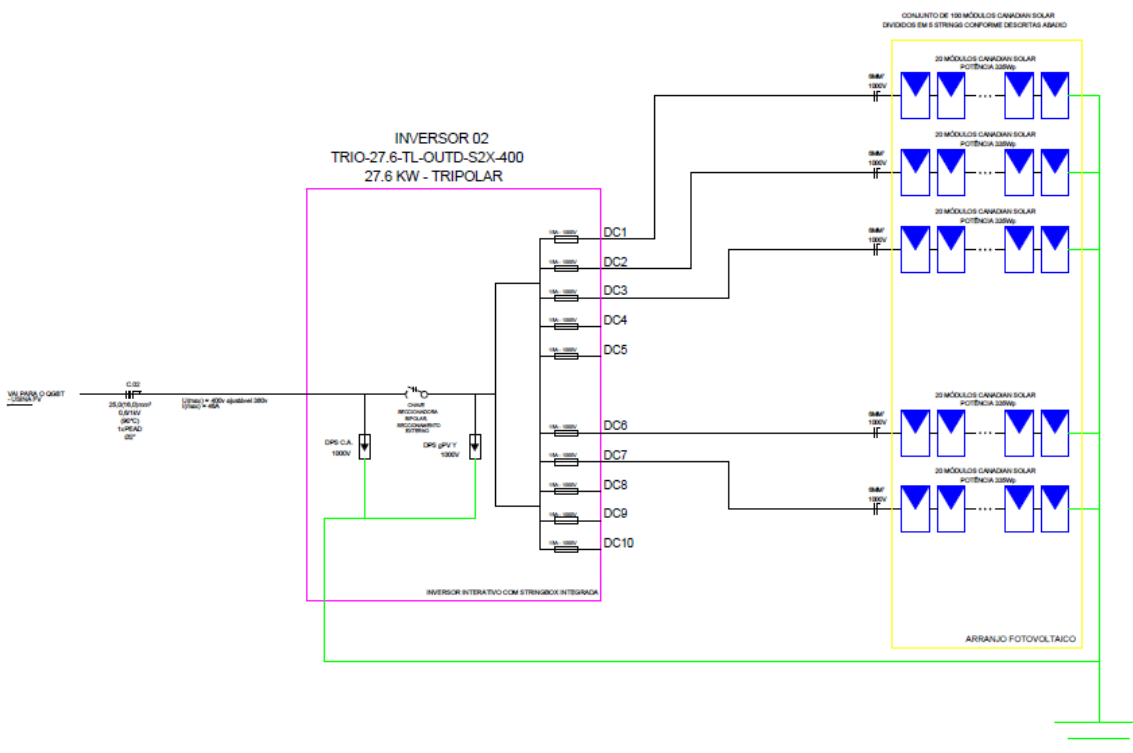
	MPPT 1	MPPT 2
Módulos em Série	20	20
Conjunto de Módulos em Paralelo	1	1
Número de Módulos	60	40
Tensão MPPT (STC)	748 Vcc	748 Vcc

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A tensão gerada pela associação em série dos módulos fotovoltaicos varia de acordo ao nível de radiação solar incidente. Conforme detalhado na tabela acima, em condição padrão, a tensão em máxima potência será de aproximadamente 748,0 Vcc, estando dentro da faixa de tensão para seguimento de máxima potência do inversor, enquanto que a tensão de circuito aberto na string será 916,0 Vcc, abaixo da tensão máxima de entrada do inversor.

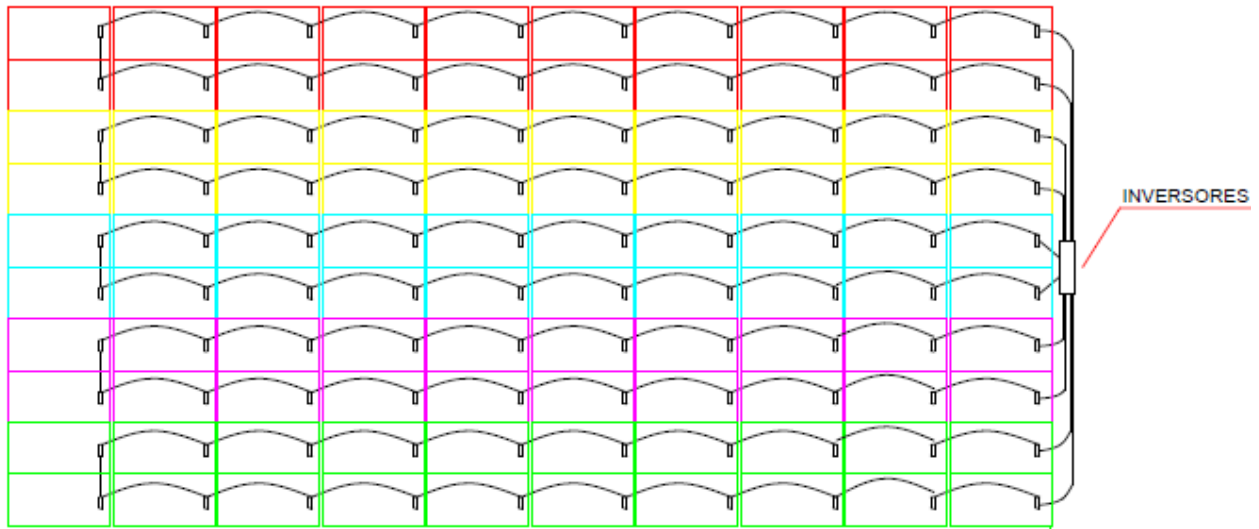
As figuras a seguir ilustram a conexão das strings em cada entrada do inversor e o modelo de conexão elétrica entre as strings.

Figura 19 - Diagrama Unifilar - Conexão das Strings no Inversor



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

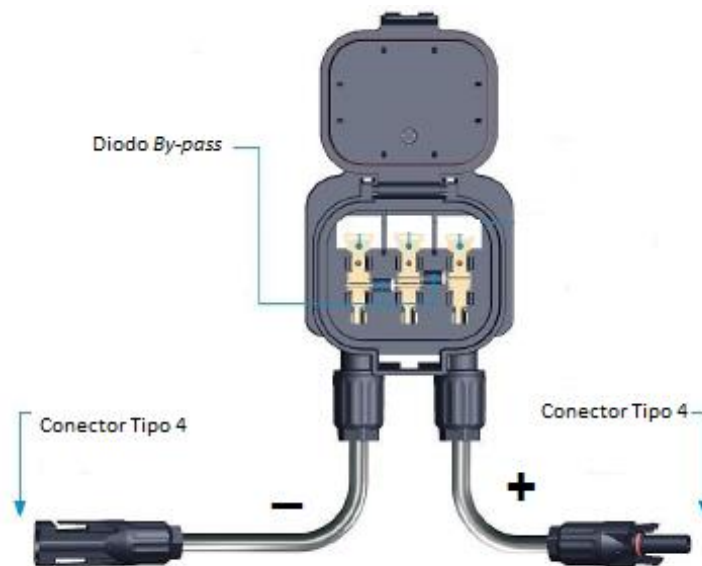
Figura 20 - Modelo de Conexão Elétrica entre as Strings



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A interligação entre os módulos para formar as strings é dada por um conector tipo-4 (comumente chamado de MC-4), o qual é localizado na extremidade de pares de cabo com dupla isolamento de 1 kV fixos em uma caixa de junção com diodo by-pass para proteção. A figura a seguir ilustra a caixa de passagem.

Figura 21 - Aspecto Físico da Caixa de Junção



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Com base no arranjo fotovoltaico definido de cada estrutura correspondente a 5 strings de 20 módulos em série, a usina fotovoltaica possuirá 145 strings que serão conectadas aos inversores através das entradas individuais da stringbox integrada ao inversor, que posteriormente se conectará à rede de distribuição.

Os inversores interativos possuem os sistemas de proteção necessários à conexão com a rede já implementados em seu hardware e software. Os sistemas de proteção eletrônicas são descritas a seguir:

- Anti-ilhamento
- Proteção contra falha na rede
- Proteção de sub e sobretensão
- Proteção de sub e sobrefrequência
- Proteção de sobrecorrente
- Sistema de sincronismo digital automático
- Elemento de desconexão automático

Os inversores interativos não devem ser desconectados da rede, exceto durante testes ou manutenção; a justificativa é o modo de funcionamento do inversor, que mesmo em períodos de baixa ou nula insolação, continua monitorando a rede de distribuição. O inversor interativo somente injeta corrente elétrica na rede pública de distribuição após a leitura dos parâmetros da rede. Em casos de falha (queda, desligamento, etc.) da rede, o inversor interativo deve permanecer monitorando a rede, permitindo o reestabelecimento do funcionamento normal, quando as condições forem favoráveis (funcionamento normal da rede).

### iii. Infraestrutura e Sistema de Proteção

O padrão de entrada existente na unidade consumidora possui características conforme categoria de entrada em média tensão, com alimentação elétrica aérea trifásica em 13,8 kV. Em cabine primária neste mesmo nível de tensão, o empreendimento conta com o centro de medição e sistemas de proteção. A energia é conduzida em média tensão as

edificações da unidade sendo rebaixada para 380/220 V por subestações internas próximas aos centros de consumo. Após a transformação da energia para baixa tensão, a energia é conduzida aos quadros gerais de distribuição de cada edificação.

A usina fotovoltaica dimensionada neste projeto será conectada em novo quadro geral de baixa tensão denominado QGBT - Usina FV e posteriormente ao transformador elevador (a instalar), que conectará o sistema fotovoltaico à rede de média tensão do empreendimento.

A infraestrutura e o sistema de proteção da usina serão compostos pelo cabeamento, quadro de proteção e seccionamento corrente contínua (cc), quadro de proteção e seccionamento corrente alternada (ca), e pelo sistema de medição bidirecional (para medição da energia consumida e da energia gerada).

Os condutores de ligação entre o arranjo fotovoltaico e o inversor serão do fabricante Prysmian, modelo Cabo Solar Afumex, com isolamento para tensão nominal de trabalho para 0,6/1kV, e temperatura de trabalho máxima de 120°C em regime contínuo, o que os torna ideais para ficarem abaixo dos módulos fotovoltaicos fixados as estruturas metálicas. A seção transversal (bitola) será de 6mm<sup>2</sup>, calculada pelos métodos de capacidade de corrente e de queda de tensão. Estes condutores serão fixados com abraçadeira em nylon, do tipo enforca gato, nas extremidades das estruturas metálicas do estacionamento solar.

Os condutores para a ligação dos inversores até o quadro geral do sistema fotovoltaico serão do fabricante Prysmian, com seção transversal mínima (calculada pelos métodos de capacidade de corrente e queda de tensão) de 16 mm<sup>2</sup> - 0,6/1,0 kV - 90°C e de 25 mm<sup>2</sup> - 0,6/1,0 kV - 90°C , na tabela a seguir é possível verificar as seções de cabo de cada um dos inversores. Estes condutores serão conduzidos em eletroduto galvanizado a fogo com Ø 2" em instalação subterrânea, até chegarem no quadro geral do sistema fotovoltaico.

Tabela 25 - Seção dos Cabos de Conexão dos Inversores

Quadro de Distribuição		Fator de Potência (cos $\phi$ )	Potência Instalada		Tensão (Volts)	Proteção (Amperes)	Seção dos Condutores	Comprimento (m)	Queda de Tensão $\Delta V_c$ (%)	Fases
			Watts	VA						
C 1.1	Inversor 01	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 25,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	169	2,4	ABC
C 1.2	Inversor 02	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 25,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	169	2,4	ABC
C 1.3	Inversor 03	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 25,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	169	2,4	ABC
C 1.4	Inversor 04	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	128	2,9	ABC
C 1.5	Inversor 05	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	128	2,9	ABC
C 1.6	Inversor 06	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	128	2,9	ABC
C 1.7	Inversor 07	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	128	2,9	ABC
C 1.8	Inversor 08	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	83	1,9	ABC
C 1.9	Inversor 09	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	83	1,9	ABC
C 1.10	Inversor 10	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	83	1,9	ABC
C 1.11	Inversor 11	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	83	1,9	ABC
C 1.12	Inversor 12	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	42	0,9	ABC
C 1.13	Inversor 13	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	42	0,9	ABC
C 1.14	Inversor 14	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	42	0,9	ABC
C 1.15	Inversor 15	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	67	1,5	ABC
C 1.16	Inversor 16	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	67	1,5	ABC
C 1.17	Inversor 17	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	67	1,5	ABC
C 1.18	Inversor 18	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	67	1,5	ABC
C 1.19	Inversor 19	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV (90°C)	108	2,4	ABC

Quadro de Distribuição		Fator de Potência (cos φ)	Potência Instalada		Tensão (Volts)	Proteção (Amperes)	Seção dos Condutores	Comprimento (m)	Queda de Tensão ΔVc (%)	Fases
			Watts	VA						
C 1.20	Inversor 20	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	108	2,4	ABC
C 1.21	Inversor 21	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	108	2,4	ABC
C 1.22	Inversor 22	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	108	2,4	ABC
C 1.23	Inversor 23	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	154	3,4	ABC
C 1.24	Inversor 24	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	154	3,4	ABC
C 1.25	Inversor 25	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	154	3,4	ABC
C 1.26	Inversor 26	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 16,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	154	3,4	ABC
C 1.27	Inversor 27	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 25,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	195	2,8	ABC
C 1.28	Inversor 28	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 25,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	195	2,8	ABC
C 1.29	Inversor 29	0,92	27.600	30.000	380	50	4# 25,0(16,0)mm² 0,6/1 kV (90°C)	195	2,8	ABC
C 1.30	Reserva	-	-	-	-	-	-	-	-	ABC
C 1.31	Reserva	-	-	-	-	-	-	-	-	ABC
C 1.32	Reserva	-	-	-	-	-	-	-	-	ABC
C 1.33	Reserva	-	-	-	-	-	-	-	-	ABC
Carga Instalada		0,92	800.400	870.000	380	1.600	6x(4#185,0 mm²) 0,6/1 kV (90°C)	25	0,3	ABC

Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Os condutores para a ligação do QGBT - Usina FV do sistema fotovoltaico até o transformador elevador que conectará a usina à rede de média tensão do empreendimento serão do fabricante Prysmian, com seção transversal mínima de 185mm<sup>2</sup> - 0,6/1,0 kV - 90°C, calculada pelos métodos de capacidade de corrente e queda de tensão.

Como dispositivo seccionador geral, no lado da corrente continua, será utilizada a chave seccionadora bipolar integrada ao inversor interativo, bem como um minidisjuntor tripolar



curva 'C' com capacidade de 50A instalado em um quadro de comando na saída de cada inversor interativo.

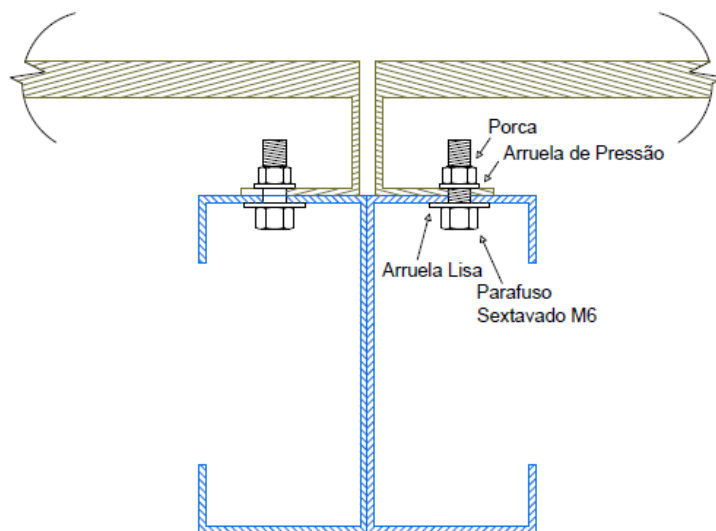
Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS - CC) serão de proteção do tipo classe gPV, os quais contém varistores para o elemento ligado aos polos positivo/negativo e um *spark gap* (faiscador) no elemento ligado à terra. Estes dispositivos estão integrados ao inversor, no box de proteção c.c..

O inversor também possui dispositivos de proteção contra surtos (DPS) do lado da corrente alternada integrados ao mesmo. Adicionalmente, também serão instalados DPS Classe II Uc de 275V e Imáx de 25kA para cada inversor do sistema fotovoltaico no QGBT - Usina FV, bem como será instalado um DPS Classe I Uc de 400V e Imáx de 50 kA junto ao disjuntor geral do quadro.

#### iv. Montagem Mecânica

Os painéis fotovoltaicos serão apoiados sobre perfis C enrijecidos soldados de forma espelhada ao topo das estruturas metálicas. A fixação ocorrerá por meio de parafusos M6 utilizando os furos oblongos de montagem (*mounting holes*) presentes na parte inferior da moldura das placas fotovoltaicas, conforme figura a seguir.

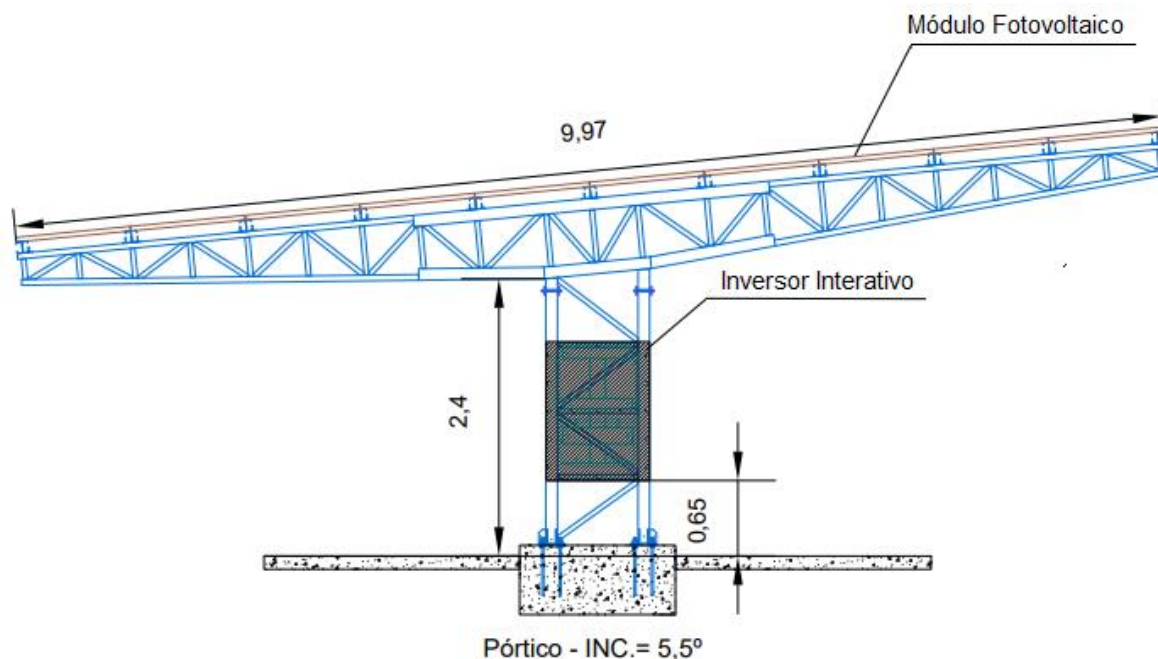
Figura 22 - Detalhe de Fixação dos Módulos Fotovoltaicos



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Os inversores serão fixados nas estruturas metálicas por meio de chapas zincadas com espessura de 1,25 milímetros, comprimento e largura de 1,20 x 0,90 metros.

Figura 23 - Detalhe de Fixação dos Inversores



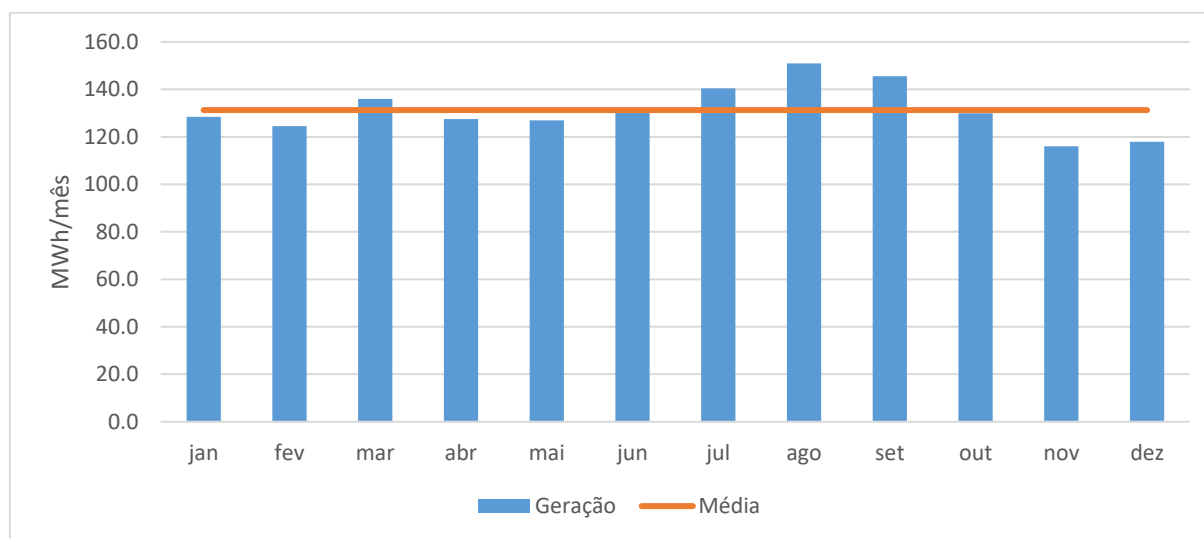
Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

### 3.4.2 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO E DESEMPENHO

A energia produzida pelo sistema fotovoltaico depende de vários fatores, tais como: incidência solar da região, ângulo de inclinação dos módulos, ângulo de orientação do painel com relação ao Norte, eficiência do painel fotovoltaico e do inversor eletrônico empregado no sistema, dentre outros.

Com os dados dos fabricantes relativos à eficiência dos equipamentos, valores de irradiação incidente da região de estudo e as perdas causadas por alta temperatura nos painéis, pelo cabeamento, conexões elétricas e conversão de energia, foi estimado a geração de energia média mensal, conforme apresentado pelo gráfico a seguir.

Figura 24 - Estimativa de Geração de Energia Elétrica Mensal

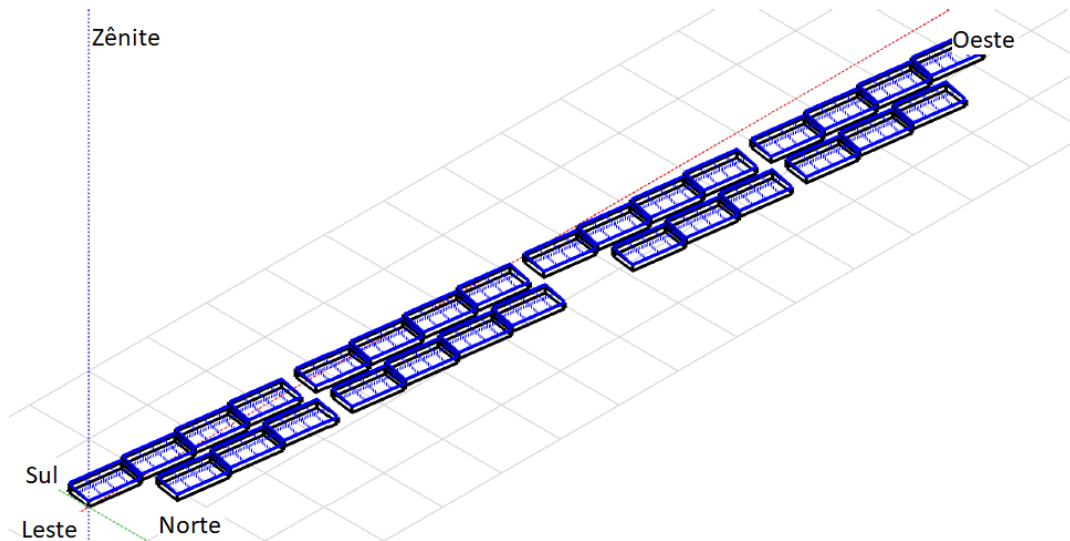


Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A irradiância média para o desvio azimutal e as características adotadas pelo sistema é de 1.622 kWh/kWp, a geração em média diária é de aproximadamente 4.315 kWh/dia e o índice de rendimento (*Performance Ratio*) para este projeto é estimado em 80,33%. Ao todo, o sistema terá uma capacidade média de geração de energia de aproximadamente 131.250 kWh/mês.

As estimativas de geração acima apresentadas se baseiam nos dados analisados com o Software de Simulação PVSyst. A figura a seguir ilustra a perspectiva da usina fotovoltaica na simulação do software.

Figura 25 - Perspectiva da Usina Fotovoltaica - Software PVSyst



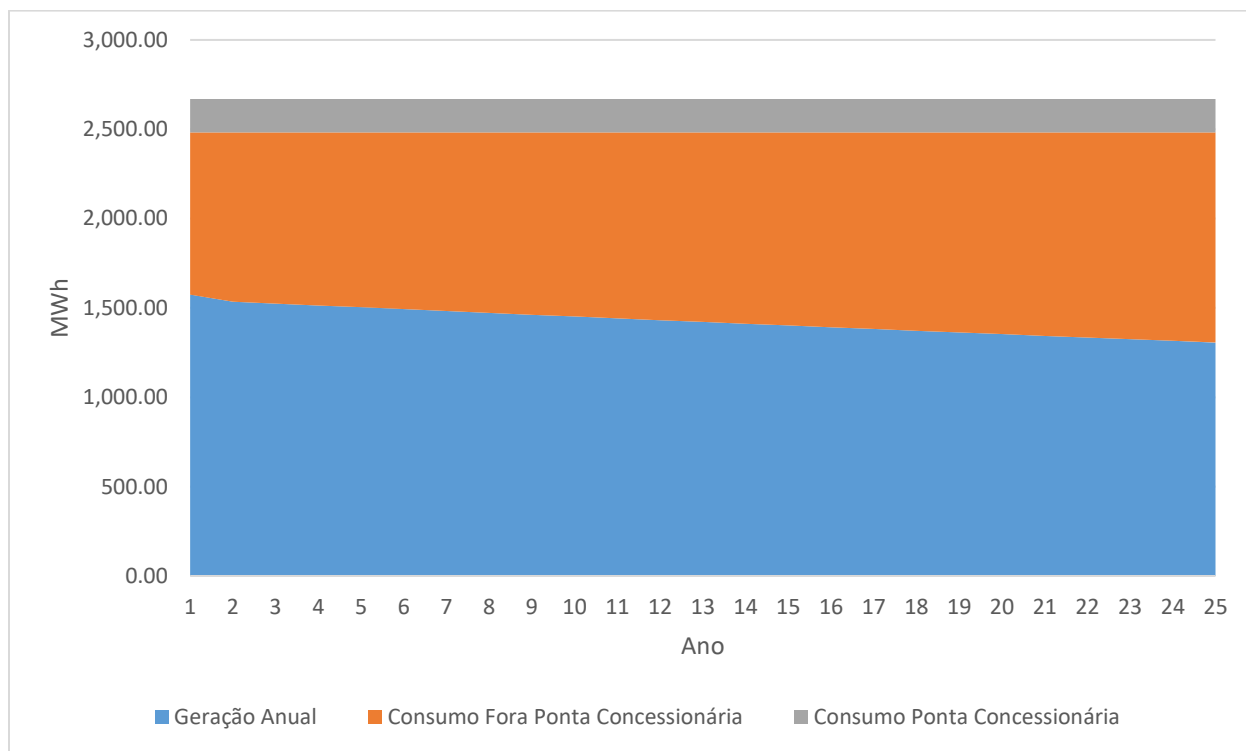
Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

### 3.4.3 COMPARAÇÃO ENTRE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA

No primeiro ano de funcionamento da usina fotovoltaica, o sistema será capaz de suprir 59,0% do consumo do Centro Universitário, considerando o histórico de consumo das duas unidades consumidoras anterior a substituição do sistema de iluminação, atingindo cerca de 80% posterior a substituição. No entanto, devido à perda de eficiência dos painéis a geração da usina diminuirá durante sua vida útil, sendo necessário o consumo de energia remanescente da Concessionária.

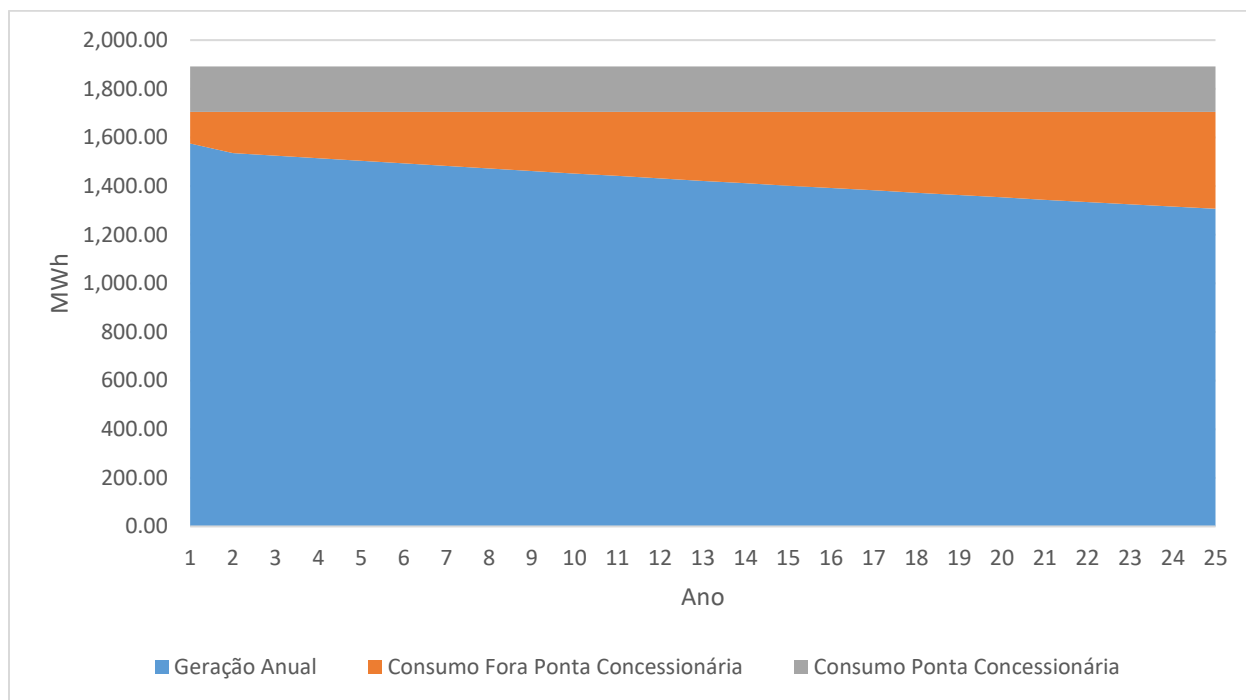
As figuras a seguir ilustram os gráficos comparando a geração de energia da usina e o consumo de energia da concessionária ao longo da vida útil do sistema fotovoltaico antes e após o *retrofit* do sistema de iluminação.

Figura 26 - Geração da Usina versus Consumo de Energia Elétrica (Antes da AEE)



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

Figura 27 - Geração da Usina versus Consumo de Energia Elétrica (Após a AEE)



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

A partir da análise destes gráficos, nota-se a importância da implantação da medida de eficiência energética neste projeto, visto que a representatividade da geração de energia elétrica a partir do sistema fotovoltaico aumentou significativamente.

### **3.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA**

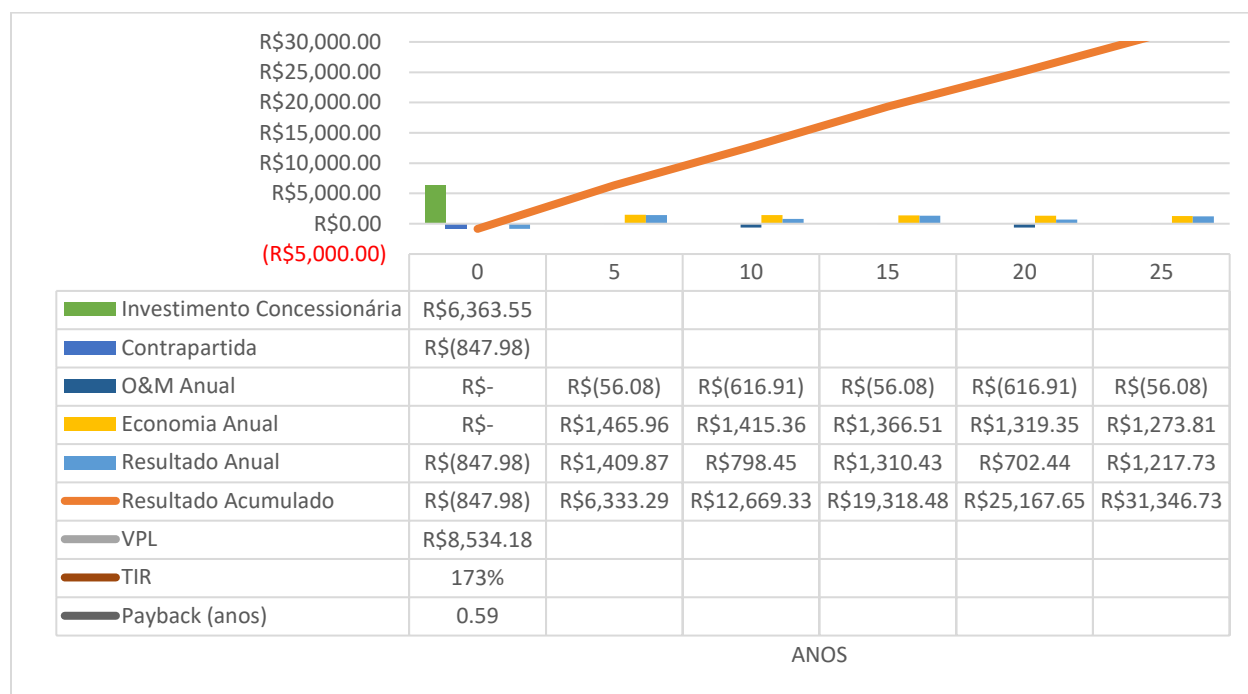
Para avaliação dos aspectos econômicos do presente estudo de caso, serão utilizados os seguintes indicadores de viabilidade econômica, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), tempo de retorno do investimento (payback).

Por se tratar de uma instituição que desenvolve atividades sem fins lucrativos, o investimento realizado pela concessionária local na Chamada Pública do PEE é caracterizado como recurso a fundo perdido. Neste caso, não há necessidade de o Centro Universitário restituir o benefício concedido pela concessionária para investimento no projeto de eficiência energética. Para os consumidores sem fins lucrativos é firmado apenas um Termo de Cooperação Técnica que estabelece todas as condições para a implantação das medidas de eficiência energética nas dependências do Cliente.

Outrossim, tendo em vista que o PEE é um programa que incentiva o mercado de eficiência energética, faz parte dos critérios para pontuação e classificação das propostas submetidas em Chamada Pública, a rubrica recursos de terceiros. Este critério estimula o aporte de outras contribuições, além do PEE, para a consecução dos projetos. Este projeto, em particular, contou com um valor de contrapartida da instituição para compor o investimento total do projeto.

Com base nisso, o gráfico a seguir apresenta o fluxo de caixa do projeto aprovado pela concessionária local, discriminando o investimento da mesma, o valor computado como contrapartida do cliente para a execução do projeto e aspectos econômicos, VPL, TIR e payback.

Figura 28 - Fluxo de Caixa do Projeto (em milhares de reais)



Fonte: ESCO - Vitalux-Ecoativa Projetos Sustentáveis

No fluxo de caixa apresentado acima foi considerada uma vida útil de 25 anos para o sistema fotovoltaico, com substituição dos inversores a cada 10 anos, nos anos 10 e 20 de operação, a 10% do valor inicial do sistema. Foi considerado também um custo de manutenção de 1% do valor inicial, uma taxa de desconto igual à 12% e uma taxa de degradação do sistema de 2,5 % no primeiro ano e de 0,7% no restante.

Observa-se pelo fluxo de caixa apresentado que a contrapartida oferecida pelo consumidor final corresponde a cerca de 12% do custo total do projeto e, como o investimento da concessionária local foi feito sem a necessidade de restituição conforme explicado acima, o projeto apresenta alto índice de atratividade econômica. É estimada uma economia anual de variando de 1,2 a 1,4 milhões de reais em redução do consumo energético, correspondentes a 2,3 GWh. O tempo estimado de recuperação do investimento do consumidor final é de aproximadamente 7 meses após a instalação, com uma taxa interna de retorno de 173%.

É importante notar que mesmo se não houvesse o investimento da concessionária, cabendo ao cliente final financiar todo o projeto de maneira independente, o projeto ainda

seria economicamente viável com tempo estimado de retorno de 5 anos e taxa interna de retorno de 18%.



## 4 CONCLUSÃO

O propósito desta monografia foi avaliar o procedimento adotado para dimensionamento da usina fotovoltaica e o desempenho da medida de eficiência energética implementada em um projeto classificado em Chamada Pública no Programa de Eficiência Energética da ANEEL.

Com os resultados obtidos neste estudo, constata-se que a aplicação da medida de eficiência energética referente ao retrofit de sistemas de iluminação é capaz de reduzir significativamente o consumo energético, bem como aumentar consideravelmente o conforto luminoso ambiental. Com base nas diretrizes do programa da ANEEL, a análise do resultado obtido com a ação de eficiência energética foi realizada de acordo com o PIMVP. O estudo de caso do projeto de eficiência energética comprovou que a substituição de tecnologias convencionais de iluminação por modelos LED possui viabilidade técnica e financeira, com redução de consumo de aproximadamente 60%, melhoria da qualidade de iluminação através do aumento de fluxo luminoso e relação custo-benefício de 0,21.

Outrossim, a usina fotovoltaica de 0,97 MWp, por sua vez, também se apresentou viável no diagnóstico energético com RCB de 0,83, e em simulação obteve um coeficiente de performance elevado de 80% que precisará ser validado após a sua implantação. A estimativa de geração anual da usina é de aproximadamente 1.575 MWh, capaz de suprir cerca de 59,0% do consumo do Centro Universitário considerando o consumo do empreendimento antes da ação de *retrofit* do sistema de iluminação, atingindo cerca de 80% após o *retrofit*.

De modo geral, o projeto apresentado nesta monografia atingiu um índice de viabilidade econômica altamente atrativo, com 88% investimento realizado pela concessionária local, sem a necessidade de restituição. Baseado na economia de aproximadamente 88% do consumo atual alcançada com a medida de eficiência energética e a instalação da usina fotovoltaica, o payback simples referente ao investimento realizado pela instituição é de aproximadamente 7 meses, com uma taxa interna de retorno de 192%.

Neste sentido, o estudo e o desenvolvimento de projetos de sistemas fotovoltaicos adotados juntamente com estratégias de eficiência energética provam-se oportunos e importantes para reduzir custo, consumo e demanda de energia elétrica, mitigar impactos ambientais, diversificar a matriz energética, assim como postergar investimentos em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

O Brasil ainda possui um grande potencial de implantação de medidas de eficiência energética e geração distribuída, com apenas 0,8 % de sua matriz energética composta por energia fotovoltaica. Em empreendimentos comerciais há diversas oportunidades para projetos de otimização de energia, que além de redução de consumo energético proporcionam ganhos financeiros e reduzem emissões de carbono. Dentre as vantagens das fontes de geração de energia próximas aos centros de consumo, como a estudada neste projeto, tem-se o aumento da confiabilidade e estabilidade do sistema e a redução significativa das perdas elétricas que ocorrem nas linhas de transmissão e distribuição de gerações convencionais, centralizadas, o que contribui diretamente no custo da energia elétrica.

A disponibilização de recursos para chamadas públicas e leilões de eficiência energética e a revisão das políticas de incentivo fiscal são importantes passos para modernizar os sistemas brasileiros e estimular a indústria da eficiência energética no país.

Como sugestão para estudos adicionais, podem ser elencados análises de certificação de edificação, como por exemplo o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA, que tem como objetivo estimular a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações e que avalia basicamente a envoltória, a iluminação e o sistema condicionamento de ar de empreendimentos. Assim como, podem ser consideradas análises de aplicação de demais medidas de eficiência energética, como a aplicação de sistemas de aquecimento solar de água, visto que esta medida apresenta potencial significativo para estudos de eficiência energética.

## REFERÊNCIAS

- ABB. (2018). *Product Details: TRIO-20.0-TL, TRIO-27.6-TL*. Acesso em 28 de Julho de 2018, disponível em <https://new.abb.com/products/6AGC002844/trio-27-6-tl-outd-s2x-400-inverter>
- ABESCO. (s.d.). *Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-uma-empresa-esco/>
- ABNT. (2013). *NBR ISO 8995-1: Norma de Iluminação de Ambientes*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Aflaki, S., Kleindorfer, P., & Polvorinos, V. d. (2012). Finding and Implementing Energy Efficiency Projects in Industrial Facilities. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1937-5956.2012.01377.x>
- Anderson, V. (2005). *Energy Efficiency Policies*. Routledge. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [https://books.google.com.br/books/about/Energy\\_Efficiency\\_Policies.html?id=HcqlAgAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Energy_Efficiency_Policies.html?id=HcqlAgAAQBAJ&redir_esc=y)
- ANEEL. (2013). Módulo 6 - Projetos com Fontes Incentivadas. Em *Procedimentos do Programa de Eficiência Energética*. Agência Nacional de Energia Elétrica.
- ANEEL. (2013). Módulo 7 - Cálculo da Viabilidade. Em *Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE*. Agência Nacional de Energia Elétrica.
- ANEEL. (2013). *Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE*. Agência Nacional de Energia Elétrica.
- ANEEL. (2015). *Resolução Homologatória N 1.947*. Agência Nacional de Energia Elétrica.

ANEEL. (2017). *Resolução Homologatória Nº 2313 - Reajuste Tarifário*. Agência Nacional de Energia Elétrica.

ANEEL. (23 de Fevereiro de 2018). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em Geração Distribuída: <http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>

ANEEL. (2018). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em Participação Pública - Consulta Pública Leilão de Eficiência Energética: [http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset\\_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/16539499](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/16539499)

ANEEL. (Junho de 2018). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em Programa de Eficiência Energética - Relação de Projetos de Eficiência Energética Concluídos : [http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-/asset\\_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_94kK2bHDLPmo%26p\\_](http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_)

ANEEL. (26 de Julho de 2018). *Banco de Informações de Geração - Capacidade de Geração do Brasil*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

ANEEL SPE. (2015). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. (Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – SPE) Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em Programa de Eficiência Energética: <http://www.aneel.gov.br/documents/656831/14930475/Principais+informa%C3%A7%C3%B5es+sobre+o+programa+de+Efici%C3%A2ncia+Energ%C3%A9tica/>

Canadian Solar. (2018). *Folha de Dados: Módulo Fotovoltaico CS6U- 335P*. Acesso em 28 de Julho de 2018, disponível em

[https://www.canadiansolar.com/downloads/datasheets/en/new/2018-4-12-v5.562/Canadian\\_Solar-Datasheet-MaxPower\\_CS6U-P\\_v5.562\\_EN.pdf](https://www.canadiansolar.com/downloads/datasheets/en/new/2018-4-12-v5.562/Canadian_Solar-Datasheet-MaxPower_CS6U-P_v5.562_EN.pdf)

CELG. (2016). *Editais de Chamada Pública de Projetos*.

CONFAZ. (2015). *Convênio ICMS 16*. Conselho Nacional de Política Fazendária .

Eke, R., & Senturk, A. (2012). Performance comparison of a double-axis sun tracking versus fixed PV system. Em *Solar Energy* (Vol. 86.9, pp. 2665-2672). Elsevier. Acesso em 27 de Julho de 2018, disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X12002174>

Eletrobrás. (s.d.). *Guia de Medição e Verificação* . Rio de Janeiro: Procel Info.

Eletrobras, P. . (2007). *Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil: Pesquisa Setor Comercial*.

EPE. (2016). *Nota Técnica DEA 12/16: “Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos (2015-2024)”*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-264/DEA%2012-16%20-%20Ef%20energetica%202015-2024\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-264/DEA%2012-16%20-%20Ef%20energetica%202015-2024[1].pdf)

EPIA. (2011). *Global Market Outlook for Photovoltaics Until 2015*. European Photovoltaic Industry. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [https://www.solarserver.de/fileadmin/user\\_upload/PDF/epia\\_market\\_outlook\\_photovoltaics\\_2015.pdf](https://www.solarserver.de/fileadmin/user_upload/PDF/epia_market_outlook_photovoltaics_2015.pdf)

EVO. (2012). *Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP)*. Efficiency Valuation Organization.

EVO. (2014). Estatística e Incerteza para PIMVP. Em *Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance*. Efficiency Valuation Organization.

EVO. (2016). *Conceitos Básicos do PIMVP* . Efficiency Valuation Organization.

EVO. (s.d.). *About EVO - History*. Acesso em 30 de Julho de 2018, disponível em Efficiency Valuation Organization: <https://evo-world.org/en/about-en/history-mainmenu-en>

François , L., & Lafond, F. (2016). How predictable is technological progress? Em *Research Policy* (pp. 647-665). Elsevier. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <https://www.inet.ox.ac.uk/files/publications/How%20Predictable%20is%20technological%20Progress.pdf>

IEA. (2011). *25 Energy Efficiency Policy - Recommendations*. International Energy Agency. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/25recom\\_2011.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/25recom_2011.pdf)

IEA. (2015). *Building Energy Performance Metrics*. International Energy Agency.

IEA PVPS. (2017). *Snapshot of Global PV Markets 2016*. International Energy Agency - Photovoltaic Power Systems Programme. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS\\_-\\_A\\_Snapshot\\_of\\_Global\\_PV\\_-\\_1992-2016\\_\\_1\\_.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016__1_.pdf)

IEO. (2016). *International Energy Outlook* . U.S. Energy Information Administration.

Instituto Superior Técnico. (2004). *Energia Fotovoltaica - Manual sobre Tecnologias*. Instituto Superior Técnico, Portugal.

ISO. (2011). *ISO 50001:2011(en) Energy management systems — Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization. Acesso em 28 de Agosto de 2018, disponível em [www.iso.org](http://www.iso.org)

Jenne, C., & Cattell, R. (1983). Structural change and energy efficiency in industry. Em *Energy Economics* (Vol. 5.2, pp. 114-123). United Kingdom: Elsevier. Acesso em

26 de Julho de 2018, disponível em  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098838390018X>

Kannan, N. V. (2016). Solar energy for future world: - A review. Em *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 26, pp. 1092-1105). Elsevier. Acesso em 27 de Julho de 2018, disponível em <https://www.sciencedirect.com/journal/renewable-and-sustainable-energy-reviews>

King, D., Boyson, W., & Kratochvil, J. (2002). *Analysis of Factors Influencing the Annual Energy Production of Photovoltaic Systems*. Acesso em 27 de Julho de 2018, disponível em <http://www.physics.arizona.edu/~cronin/Solar/References/PV%20system%20modeling/Factors%20influencing%20annual%20energy%20production%20IEEE%20PV%20S%202002.pdf>

Kinsey, G., Hebert, P., Barbour, K., Krut, D., Cotal, H., & Sherif, R. (2008). Concentrator Multijunction Solar Cell Characteristics Under Variable Intensity and Temperature. Em *Progress in Photovoltaics: Research and Applications* (Vol. 16.6).

Lalwani, M. D. (2010). *Investigation of solar photovoltaic simulation softwares*. International journal of applied engineering research .

Light. (2018). *Editais - 5ª Chamada Pública de Projetos para o PEE* . Rio de Janeiro.

Martins, F. R. (2008). Brazilian Atlas for Solar Energy Resource: SWERA Results. *Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I–Vol. V)*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-75997-3\\_535](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-75997-3_535)

Mello, H., & Intrator, E. (1972). *Dispositivos Semicondutores*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Acesso em 27 de Julho de 2018, disponível em <http://hamello.com/PDF/DispositivosSemicondutorescompletoRedSize.pdf>

- Moreira, J. S. (2017). *Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética*. Rio de Janeiro: LTC.
- NREL. (s.d.). *Research Cell Efficiency Records*. National Renewable Energy Laboratory, National Center for Photovoltaics. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <https://www.nrel.gov/pv/national-center-for-photovoltaics.html>
- Paiva, G. M. (2016). *Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico conectado à Rede a partir das Características de Inclinação e Orientação dos Módulos Fotovoltaicos*. Goiânia.
- Parida, B., Iniyar, S., & Goic, R. (2011). A Review of Solar Photovoltaic Technologies. Em *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (pp. 1625-1636). Elsevier. Acesso em 27 de Julho de 2018, disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032110004016>
- Patterson, M. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. Em *Energy Policy* (Vol. 24.5, pp. 377-390). Elsevier. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421596000171>
- Radziemska, E. (2003). The Effect of Temperature on the Power Drop in Crystalline Silicon Solar Cells. Em *Renewable Energy* (Vol. 28.1, pp. 1-12). Elsevier. Acesso em 27 de Julho de 2018, disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148102000150>
- Rampinelli, G., Krenzinher, A., & Romero, F. (2013). Descrição e Análise de Inversores utilizados em Sistemas Fotovoltaicos. RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais.
- REN 687. (2015). *Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>



- Romério, M. (1994). *Método de Avaliação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Campi Universitários*. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- Rüther, R. (2004). *Edifícios Solares Fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública no Brasil*. Florianópolis: LABSOLAR.
- United Nations. (2015). *United Nations*. New York: World Population Prospectives: The 2015 Revision.
- Verkuijl, C., Piggot, G., Lazarus, M., Asselt, H., & Erickson, P. (2018). *Aligning fossil fuel production with the Paris Agreement*. Seattle: Stockholm Environment Institute. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/11\\_12\\_13\\_\\_SEI\\_Talanoa\\_Fossil\\_Fuels\\_0.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/11_12_13__SEI_Talanoa_Fossil_Fuels_0.pdf)
- Vitalux Ecoativa Projetos Sustentáveis. (2018). *Memorial Descritivo: Usina Fotovoltaica*.
- Vitalux Ecoativa Projetos Sustentáveis. (2018). *Plano de Medição e Verificação: Sistema de Iluminação*.
- World Energy Council. (2014). *Energy Efficiency Indicators*. Acesso em 26 de Julho de 2018, disponível em World Energy Council: <https://www.worldenergy.org/data/efficiency-indicators/>
- Zilles, R., Macêdo, W., Galhardo, M., & Oliveira, S. (2012). *Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica*. São Paulo: Oficina de Textos.

## APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO (M&V ILUMINAÇÃO)

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Ginásio	120	Refletor Vapor Metálico 400W	443.34	Ledvanded Floodlight 150W	144.71	3,960	792	1.00	35.84	141.91
Ginásio	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Ginásio	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Ginásio	1	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.02	0.05
Ginásio	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Ginásio	1	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.02	0.05
Ginásio	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Ginásio	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Ginásio	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Ginásio	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Ginásio	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Ginásio	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Ginásio	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Ginásio	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Ginásio	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Ginásio	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Ginásio	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco A	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.22	0.85
Bloco A	12	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.11	0.22
Bloco A	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco A	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco A	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.05	0.13
Bloco A	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.02	0.07
Bloco A	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco A	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco A	16	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.19	0.53
Bloco A	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.10	0.27
Bloco A	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.10	0.27
Bloco A	20	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.24	0.66
Bloco A	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.04	0.14
Bloco A	54	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	1.46	5.80
Bloco A	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	264	0	0.00	0.00	0.06
Bloco A	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.02	0.05
Bloco A	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco A	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco A	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.07	0.28
Bloco A	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.07	0.28
Bloco A	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.07	0.28
Bloco A	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.07	0.28
Bloco A	16	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.29	1.14
Bloco A	76	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	2.06	8.16
Bloco A	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.03	0.11
Bloco A	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Bloco B	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Bloco B	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Bloco B	1	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco B	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86
Bloco B	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86
Bloco B	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco B	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.03	0.11
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	6	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.08	0.32
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco B	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.04	0.14
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.03	0.07
Bloco B	14	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.38	1.00
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco B	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco B	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Bloco B	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.05	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco B	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco B	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco B	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco B	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco B	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Bloco B	9	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.08	0.16
Bloco B	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco B	9	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.08	0.16
Bloco B	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Bloco B	6	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.05	0.11
Bloco B	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Bloco B	9	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.08	0.16
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.27	0.72
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	40	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.72	1.43
Bloco B	40	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.72	1.43
Bloco B	40	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.72	1.43
Bloco B	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Bloco B	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.49	1.93
Bloco B	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.43	1.72
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco B	72	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.98	2.58
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	264	0	0.00	0.00	0.00
Bloco B	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	264	0	0.00	0.00	0.01
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco B	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco B	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.01	0.04
Bloco B	26	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.70	1.86
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Bloco B	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco B	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Bloco B	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco B	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Bloco C	6	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.05	0.11

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Bloco C	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.65	2.58
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco C	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco C	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.04	0.14
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco C	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.04	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.04	0.14
Bloco C	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.05	0.13
Bloco C	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.18	0.50
Bloco C	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.22	0.60
Bloco C	14	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.25	0.70
Bloco C	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57
Bloco C	9	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.24	0.97
Bloco C	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.03	0.11
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Bloco C	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.18	0.50
Bloco C	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.02	0.07
Bloco C	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07



SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco C	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.03	0.07
Bloco C	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	68	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	1.23	2.43
Bloco C	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86
Bloco C	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Bloco C	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.58	1.60
Bloco C	28	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.51	1.40
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.58	1.60
Bloco C	6	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.08	0.22
Bloco C	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.07	0.19
Bloco C	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.43	1.20
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Bloco C	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco C	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.58	1.60
Bloco C	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco C	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.58	1.60
Bloco C	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco C	48	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	1.30	3.44
Bloco C	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.22	0.60
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.43	1.20
Bloco C	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.58	1.60
Bloco C	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.02	0.07
Bloco C	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,848	528	0.67	0.02	0.07
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco C	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.33	1.29
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco C	56	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	1.52	4.01
Bloco C	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.87	2.29
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	196	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	5.31	21.04
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,848	528	0.67	0.01	0.03
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco C	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco C	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.03	0.11
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco C	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco C	36	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.98	3.87
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco C	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco C	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco C	9	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.12	0.48
Bloco C	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco C	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco C	3	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.03	0.05
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco C	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.07	0.19
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco C	36	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.65	1.71
Bloco C	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco D	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco D	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco D	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco D	56	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	1.52	4.01
Bloco D	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco D	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.10	0.19
Bloco D	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Bloco D	296	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	5.31	14.02
Bloco D	8	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.11	0.29

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco D	32	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.57	2.27
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57
Bloco D	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57
Bloco D	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.14	0.38
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57
Bloco D	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco D	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.22	0.85
Bloco D	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.14	0.28
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.10	0.19
Bloco D	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco D	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.33	1.29
Bloco D	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco D	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.87	2.29
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.43	1.72
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco D	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco D	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco D	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco D	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.14	0.57

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco D	24	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.43	1.71
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco E	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.33	1.29
Bloco E	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco E	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco E	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.65	2.58
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15
Bloco E	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.27	1.07
Bloco E	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.27	1.07
Bloco E	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.27	1.07
Bloco E	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.65	2.58
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.54	2.15



SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.60	2.36
Bloco E	25	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.68	2.68
Bloco E	28	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.76	3.01
Bloco E	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco E	36	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.98	3.87
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco E	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.03	0.11
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	25	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.23	0.45
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.43	1.72



SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Bloco E	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.43	1.20
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Bloco E	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Bloco E	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Bloco E	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.27	0.72
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco E	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco E	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco E	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco E	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco E	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco E	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.07	0.19
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco E	220	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	3.95	15.63
Bloco E	16	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.29	1.14
Bloco E	72	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	1.29	5.12
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco E	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco E	16	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.29	1.14
Bloco E	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Bloco E	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.18	0.36
Bloco E	96	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	1.72	4.55
Bloco E	32	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.57	1.52
Bloco E	32	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.57	1.52
Bloco E	32	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.57	1.52
Bloco E	32	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.57	1.52
Bloco E	32	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.57	1.52
Bloco E	28	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.50	1.99
Bloco E	80	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	1.44	5.68
Bloco E	52	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.93	3.69
Bloco E	108	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	1.94	5.12
Bloco E	108	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	1.94	5.12
Bloco E	108	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	1.94	5.12

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco E	48	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.86	2.27
Bloco E	20	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.36	0.95
Bloco E	24	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.43	1.14
Bloco E	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.14	0.28
Bloco E	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.14	0.28
Bloco E	12	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.14	0.28
Bloco E	36	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	3,960	792	1.00	0.65	2.56
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco E	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.10	0.19
Bloco E	28	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.33	0.66
Bloco E	36	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.43	0.85
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.07	0.19
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco E	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Bloco F	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Bloco F	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Bloco F	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Bloco F	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Bloco F	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Bloco F	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Bloco F	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco F	34	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.92	3.65
Bloco F	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.87	3.44
Bloco F	42	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	1.14	4.51
Bloco F	11	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.15	0.59
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.60	2.36
Bloco F	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco F	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Bloco F	5	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.07	0.27
Bloco F	5	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.07	0.27
Bloco F	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco F	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,440	792	1.00	0.49	0.70
Bloco F	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco F	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco F	32	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.87	3.44
Bloco F	7	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco F	34	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.31	0.61
Bloco F	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco F	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco F	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco F	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Bloco F	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	3,960	792	1.00	0.01	0.05
Bloco F	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	4	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.06	0.16
Bloco F	52	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.80	2.12
Bloco F	9	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.14	0.37
Bloco F	6	Fluorescente PL 18W	25.16	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.09	0.24
Bloco F	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco F	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco F	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Bloco F	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Centro Tecnológico	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Centro Tecnológico	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Centro Tecnológico	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Centro Tecnológico	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Centro Tecnológico	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Centro Tecnológico	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Centro Tecnológico	14	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.25	0.50
Centro Tecnológico	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Centro Tecnológico	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Centro Tecnológico	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Centro Tecnológico	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco H / I	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.03	0.07
Bloco H / I	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.03	0.07
Centro Tecnológico	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Bloco H / I	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.43	1.20
Bloco H / I	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.14	0.40
Bloco H / I	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Bloco H / I	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco H / I	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Bloco H / I	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.01	0.04
Bloco H / I	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.03	0.07
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco H / I	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	22	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.60	1.57
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Bloco H / I	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	12	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09



SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/Ano	Horas/Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.02	0.05
Couto	44	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.79	2.08
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	4	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.03	0.07
Couto	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Couto	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Couto	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.27	0.72
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.27	0.72
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	38	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	1.03	2.72
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02



SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.22	0.60
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.22	0.60
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.11	0.43
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	9	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,848	528	0.67	0.08	0.23
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,848	528	0.67	0.01	0.03
Couto	2	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,848	528	0.67	0.02	0.05
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,848	528	0.67	0.01	0.03
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.11	0.30
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Couto	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.04	0.09

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.04	0.10
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,848	528	0.67	0.07	0.20
Couto	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.02	0.05
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.33	0.64
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/Ano	Horas/Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.33	0.64
Couto	14	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.25	0.50
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.22	0.86
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Couto	26	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.70	2.79
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.05	0.21
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.16	0.64
Couto	10	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.27	0.72
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Couto	26	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	3,960	792	1.00	0.70	2.79
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/Ano	Horas/Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Couto	3	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.05	0.11
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.29	0.57
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.01	0.04
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	1	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.02	0.05
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.11	0.21
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.10	0.19
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Couto	9	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.16	0.32
Couto	36	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.98	2.58
Couto	36	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.98	2.58
Couto	3	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.05	0.11
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	3	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.05	0.11
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	48	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	1.30	3.44
Couto	36	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.98	2.58
Couto	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.05	0.09
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.43	0.86
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.36	0.72
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	18	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.49	1.29
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.22	0.43
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.14	0.29
Couto	1	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.02	0.04
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	6	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.16	0.43
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	1	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	1,320	528	0.67	0.01	0.02
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.04	0.07
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	1,320	528	0.67	0.07	0.14
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	2	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	1,320	528	0.67	0.02	0.05
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	19	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	0.26	0.68
Couto	5	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.14	0.36
Couto	20	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.54	1.43
Couto	4	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.07	0.19
Couto	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.14	0.38
Couto	8	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.14	0.38
Couto	8	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.22	0.57
Couto	4	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.11	0.29
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	24	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.65	1.72
Couto	16	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.43	1.15
Couto	12	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.33	0.86
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO - LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA ECONOMIA										
Área	Lâmp. Qtde.	Período de Linha de Base Corrigida		Período de Determinação da Economia		Período de Operação			Avaliação da Economia	
		Tipo	Pot. (W)	Tipo	Pot. (W)	Horas/ Ano	Horas/ Ano Ponta	FCP	RDP (kW)	EE (MWh/ano)
Couto	38	Fluorescente tubular 20W	27.69	Tubular Led 10W	9.75	2,640	792	1.00	0.68	1.80
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	2	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.05	0.14
Couto	3	Fluorescente tubular 40W	47.03	Tubular Led 20W	19.92	2,640	792	1.00	0.08	0.21
Estacionam.	464	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	6.30	16.63
Secretaria	267	Fluorescente PL 20W	23.27	Bulbo Led 9,5W	9.69	2,640	792	1.00	3.63	9.57
<b>Total</b>	<b>10,346</b>									
		<b>Consumo de Energia Total (MWh/ano)</b>	<b>1,291</b>	<b>Consumo de Energia Total (MWh/ano)</b>	<b>513</b>				<b>257</b>	<b>778</b>
		<b>Potência Total na Ponta (kW)</b>	<b>430</b>	<b>Potência Total na Ponta (kW)</b>	<b>172</b>					