

A photograph of a business meeting. A man in a dark blue suit and tie is leaning over a silver laptop, looking intently at the screen. To his left, a woman with blonde hair in a grey blazer is looking towards the laptop. To his right, another woman in a dark jacket is partially visible. The background is a blurred office setting with a window and some papers on a wall.

# A Gestão Estratégica na Administração 3

 Editora  
**Atena**

Ano 2018

Atena Editora

# **A Gestão Estratégica na Administração 3**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 A gestão estratégica na administração [recurso eletrônico] /  
Organização Atena Editora. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora,  
2018.  
3.387 kbytes – (Administração; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-11-6

DOI 10.22533/at.ed.116283107

1. Administração. 2. Planejamento estratégico. I. Atena Editora.  
II.Série.

CDD 658.4

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A ASCENSÃO PROFISSIONAL E PESSOAL ATRAVÉS DE UM PROGRAMA DE COACHING	
<i>Thaís Furtado Mendes</i>	
<i>Rafael José Ferreira Inácio</i>	
<i>Lucivone Maria Peres de Castelo Branco</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
A INOVAÇÃO DE PROCESSOS E EFICIÊNCIA PRODUTIVA: O CASO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA EM GOIÁS	
<i>Euclides Fernandes dos Reis</i>	
<i>Sara da Costa Fernandes</i>	
<i>Vagner Rosalem</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DA ADMINISTRAÇÃO: ESTUDO NUMA UNIVERSIDADE DO MEIO OESTE DE SANTA CATARINA	
<i>Silvia Marina Rigo</i>	
<i>Gilberto Medeiros Borges Junior</i>	
<i>Liliane Josefa Orso Pinheiro</i>	
<i>Cristina Keiko Yamaguchi</i>	
<i>Rodrigo Regert</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
ANÁLISE DE CUSTOS DE RECURSOS NATURAIS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE PRODUTOS DE MINERAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ	
<i>Germano de Paula</i>	
<i>Werner Engel</i>	
<i>Rosemeri Magagnin Kochen</i>	
<i>Susã Sequinel de Queiroz</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
CENTRALIDADE E DENSIDADE APLICADA AO CONDOMÍNIO EMPRESARIAL FERROESTE	
<i>Alfredo Mosael Kloster</i>	
<i>Marcos de Castro</i>	
<i>Juliane Sachser Angnes</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>67</b>
COMPARATIVO ENTRE OS PARTIDOS POLITICOS DE 1982 E APÓS A LEI 9504/97, PARA VEREADORES: O CASO DOS SEIS MAIORES COLÉGIOS ELEITORAIS DO PARANÁ	
<i>Augusto Cesare de Campos Soares</i>	
<i>Antonio Marcos Flauzino dos Santos</i>	
<i>Edmilson Aparecido da Silva</i>	
<i>Neuza Corte de Oliveira</i>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>80</b>
DETERMINANTES DA EVASÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS DA UFPI	
<i>Mario Fernandes Lima</i>	
<i>Helder Araujo de Carvalho</i>	
<i>Jefferson Ricardo do Amaral Melo</i>	
<i>Janaína Pereira de Miranda Lima</i>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>91</b>
ENDIVIDAMENTO DAS FAMÍLIAS BRASILEIRAS E PLANEJAMENTO FINANCEIRO: PROPOSTA DE UM PROGRAMA DE CONTROLE ORÇAMENTÁRIO	
<i>Fabricio Pelloso Piurcosky</i>	

*Sheldon William da Silva*  
*Jeferson Vinhas Ferreira*  
*Pedro dos Santos Portugal Junior*  
*Claudio Silva Palmuti*  
*Felipe Flausino de Oliveira*

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES POR LED

*Paulo André Dias Jácome*  
*Breno Felipe Ribeiro Leite*

**CAPÍTULO 10 ..... 124**

GESTÃO DA SAÚDE PÚBLICA PARA IDOSOS – O CASO DO MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS-RJ

*Ione Andrade Loureiro*  
*Maria Cristina Fogliatti de Sinay*  
*Laura Sinay*  
*Iluska Lobo Braga*

**CAPÍTULO 11 ..... 144**

GRAU DE COMPLEXIDADE TECNOLÓGICA DAS ATIVIDADES DE P&D DAS SUBSIDIÁRIAS DE MULTINACIONAIS E OS SETORES DE ATIVIDADE ECONÔMICA

*Roberto Costa Moraes*

**CAPÍTULO 12 ..... 157**

INADIMPLÊNCIA NO SERVIÇO DE INTERNET: UM ESTUDO DE CASO SOBRE AS SUAS CAUSAS EM UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES DE PALMEIRA DAS MISSÕES – RS

*Mariane Daros*  
*Nelson Guilherme Machado Pinto*

**CAPÍTULO 13 ..... 174**

METODOLOGIA ATIVA NO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM PARA O PROCESSO DECISÓRIO

*Adival de Sousa Monteiro*  
*Gabriel Luís da Conceição*  
*Paloma de Lavor Lopes*  
*Sheila Maria de Souza Santos*  
*Waldemar Vicente Júnior*

**CAPÍTULO 14 ..... 188**

MODELOS DE NEGÓCIOS COMO UNIDADE DE ANÁLISE: UM ESTUDO COMPARATIVO

*Bruna Habib Cavazza*  
*Thais Assis de Souza*  
*Luiz Guilherme Rodrigues Antunes*  
*Andréa Aparecida da Costa Mineiro*  
*André Luiz Zambalde*

**CAPÍTULO 15 ..... 208**

O COMPORTAMENTO INDIVIDUAL E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA ORGANIZACIONAL DO HOTEL BAEZA NA CIDADE DE GOIATUBA- GO

*Thaís Furtado Mendes*  
*Everton Sousa Pereira*  
*Lucivone Maria Peres de Castelo Branco*  
*Michelly Cândida Campos*  
*Samylla Aparecida Silva*

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>221</b>
OS EFEITOS DO COMING OUT NA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO	
<i>Giovanna Belfort Moreira</i> <i>Fabiula Meneguete Vides da Silva</i>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>237</b>
PERCEPÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO NATURALEMDR3DS NO SUPORTE AO TRATAMENTO DE TRAUMAS CAUSADOS PELA VIOLÊNCIA	
<i>Rosa Amelita Sá Menezes da Motta</i> <i>Gerson Gomes Cunha</i> <i>Luís Alfredo Vidal de Carvalho</i> <i>Altemar Sales de Oliveira</i> <i>Saulo Barbará de Oliveira</i> <i>Viviane Farias do Nascimento</i>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>250</b>
PRESENTEÍSMO: A SAÚDE OCUPACIONAL, RELAÇÕES E CONDIÇÕES ORGANIZACIONAIS DO TRABALHO, OBSERVANDO A CONTRIBUIÇÃO DE QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO	
<i>Hellen Daici Scariotte</i> <i>Marcos Fabricio Juszczak</i>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>258</b>
QUALIDADE DO ATENDIMENTO NA EMPRESA ALTO PADRÃO LABORATÓRIO	
<i>Lucivone Maria Peres de Castelo Branco</i> <i>Thaís Furtado Mendes</i> <i>Amanda Gabriela Scofoni da Costa</i>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>273</b>
TRABALHO, MAS NÃO TENHO EMPREGO: UM ESTUDO SOBRE O PERFIL DOS VENDEDORES AMBULANTES DA GRANDE VITÓRIA-ES	
<i>Marcelo Loyola Fraga</i> <i>Bruna Pereira Modzelewski</i> <i>Gideão Costa de Oliveira</i> <i>Rafaella Bazoni Rossi</i> <i>Muryan Passamani da Rocha</i>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>285</b>
UMA EXPERIÊNCIA INOVADORA: BLOGS NAS AULAS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	
<i>Rosa Amelita Sá Menezes da Motta</i> <i>Altemar Sales de Oliveira</i> <i>Biancca Scarpeline de Castro</i>	
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	<b>297</b>



## ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES POR *LED*

**Paulo André Dias Jácome**

Universidade Federal Fluminense  
Volta Redonda – Rio de Janeiro

**Breno Felipe Ribeiro Leite**

Universidade Federal Fluminense  
Volta Redonda – Rio de Janeiro

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a aplicação de uma nova tecnologia a fim de possibilitar maior eficiência energética do sistema de iluminação do Campus Aterrado da Universidade Federal Fluminense (UFF). Será realizado estudo de viabilidade técnica e econômica para substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares e seus reatores eletrônicos por lâmpadas tubulares de *LED*. O estudo de viabilidade técnica será desenvolvido com base no cálculo luminotécnico utilizando o método dos lumens, já a viabilidade econômica irá abordar cálculos para determinação da taxa interna de retorno associada ao valor presente líquido e ao tempo de retorno do investimento. O valor da taxa Selic anual, calculada com base nos últimos doze meses, será utilizado como taxa mínima de atratividade. O estudo de viabilidade econômica não é uma ciência exata, logo, este projeto está fundamentado em determinadas condições, por exemplo, a forma com a qual a energia elétrica é consumida na instituição de ensino. Portanto, os resultados obtidos

nesse estudo podem apresentar diferenças caso sejam submetidos a outras condições de contorno. Com base nas premissas do estudo, pode-se obter uma receita mensal de aproximadamente nove mil reais, portanto, um *payback* de onze meses, o que torna o projeto atrativo financeiramente. O resultado do estudo técnico revelou que a utilização de lâmpadas *LED*, em ambiente acadêmico, não altera o quantitativo de luminárias existentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência Energética; Lâmpadas *LED*; Viabilidade Econômica

### 1 | INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um bem essencial para a sociedade. O desenvolvimento industrial e tecnológico de um país pode ser medido pela disponibilidade de seus recursos energéticos e sua capacidade de geração de energia elétrica, porém, a sociedade preocupa-se cada vez mais com os impactos ambientais provocados por essa dependência de geração de energia elétrica. A crise hídrica vivida pelo país nos anos de 2014 e 2015 serviu de alerta para a sociedade, apontando para necessidade de ações imediatas em busca do desenvolvimento da geração de energia elétrica a partir de fontes limpas e renováveis, tais como, as fontes eólicas e solares. Uma das formas de compensar a

falta de geração de energia elétrica no país é incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias e, a produção de equipamentos e produtos mais eficientes que possam contribuir para redução do consumo e demanda da sociedade sem afetar o crescimento econômico nacional.

A eficiência energética não está apenas relacionada à redução do consumo, está relacionada também com a amenização dos impactos ambientais. As políticas voltadas para desenvolvimento da consciência de responsabilidade ambiental e social, aliadas a aplicações em larga escala do conceito de eficiência energética para redução de emissão de produtos poluentes no ambiente, podem reduzir a necessidade do aumento da oferta de energia, evitando assim a construção de novos geradores de energia que irão consumir e deteriorar mais rapidamente de recursos naturais. A energia elétrica é um fator de custo de produção nas indústrias e a eficiência energética é considerada um instrumento para aumento da competitividade. O atual desafio das empresas, baseia-se em adquirir uma maior produtividade em conjunto com a otimização dos processos industriais, para tanto, procura-se a redução de desperdícios com o intuito de melhorar o desempenho econômico (PANESI, 2006).

Estudos voltados para alternativas de geração de energia elétrica têm sido conduzidos por diversos setores, tais como: universidades, pesquisadores e empresas, algumas delas em parceria com o governo e os estudos objetivam garantir atratividade dos investimentos denominados sustentáveis. O trabalho de Jácome (2017) apresenta que o desenvolvimento de novas tecnologias e equipamentos mais eficientes com menor impacto ambiental cria a possibilidade de utilização de lâmpadas com maior rendimento, denominadas lâmpadas de *LED* (*Light Emitting Diode* – Diodo Emissor de Luz).

Portanto, neste trabalho, será realizado um estudo de caso no Campus Aterrado da Universidade Federal Fluminense (UFF). Para tanto, faz-se necessário levantamento da carga instalada, determinação do consumo médio de energia proveniente do sistema de iluminação, custo médio de manutenção das lâmpadas e reatores eletrônicos e, sua comparação com os custos de manutenção das lâmpadas *LED* e sua substituição. A avaliação econômica será realizada a partir da aplicação das seguintes técnicas: taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL) e payback. A taxa SELIC anual será utilizada como taxa mínima de atratividade (TMA).

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os cálculos luminotécnicos e conceitos de engenharia econômica fundamentam o estudo de caso, portanto, esses conceitos irão nortear os cálculos e projeções. No campo da luminotécnica, Niskier (2008) retrata que todo ambiente de trabalho exige certa quantidade de iluminação compatível com a execução das atividades e tarefas a que se destina. A condição do local em termos de iluminação interfere em diversos fatores, tais como: produtividade, qualidade, segurança entre outros. Para tal, faz-se



necessário normatizar os conceitos de iluminação.

Na área da engenharia econômica, a viabilidade financeira de um empreendimento é examinada dentro de um prazo de interesse no qual se deseja saber se o esforço produtivo a ser realizado vale mais do que a simples aplicação dos valores do investimento. Para existir a viabilidade é necessário que, nos instantes verificados, os benefícios resultantes sejam maiores que os custos empregados (HIRSCHFELD, 2000).

## 2.1 Conceitos Luminotécnicos

. Os cálculos luminotécnicos são de grande importância, pois servem para determinar a quantidade de lâmpadas necessárias para iluminação adequada dos ambientes. Os conceitos e definições de luminotécnica seguem para nortear o entendimento e as referências utilizadas em cálculos luminotécnicos.

A candela (cd) é definida como intensidade luminosa, na direção perpendicular, de uma superfície plana de área igual a  $1/600.000 \text{ m}^2$ , de um corpo negro à temperatura de fusão da platina, e sob pressão de 1 atm. (CREDER, 2007). Já o fluxo luminoso é uma grandeza fundamental para definição da lâmpada, sendo definido como o fluxo emitido no interior de um ângulo sólido de um esferorradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 candela, em todas as direções. A unidade de medida é *lúmen* (lm). (MAMEDE FILHO, 2010).

A Iluminância, cuja unidade de medida é o *Lux* (lx), é definida com base em uma superfície plana, de área igual a  $1 \text{ m}^2$ , que recebe na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, uniformemente distribuído. A equação 1 calcula a iluminância com base no fluxo luminoso (NISKIER, 2008).

$$lux = \frac{lúmen}{m^2} \quad (1)$$

A lâmpada mais eficiente será aquela que tiver a maior eficiência luminosa que é calculada pela equação 2.

$$Efic_{lamp} = \frac{lúmens}{watts} \quad (2)$$

## 2.2. Conceitos Econômicos

Para realizar a comparação financeira entre os diferentes tipos de lâmpadas são necessários conhecimentos econômicos que apontem o resultado da viabilidade econômica de um projeto ou pesquisa (SAMANEZ, 2009). A viabilidade econômica e financeira deste projeto será obtida pela análise dos resultados do valor presente líquido (VPL), da taxa interna de retorno (TIR) e do tempo de retorno do investimento

(*payback*). O custo total do investimento será dado pela aquisição das lâmpadas *LED* e mão de obra para substituição, enquanto que a receita será proveniente da economia mensal de energia.

### 2.2.1 Fluxo de Caixa (FC)

Denomina-se fluxo de caixa, o conjunto de entradas e saídas de dinheiro (caixa) ao longo do tempo (PUCCINI, 2011), ou seja, o valor bruto final das entradas e saídas de cada período como representado na figura 1.



Figura 1: Representação do fluxo de caixa ao longo do tempo

Convenções para representação do fluxo de caixa (PUCCINI, 2011)

- Escala horizontal representa o tempo, dividido em períodos descontínuos.
- Os intervalos de tempo são todos iguais;
- Os valores monetários só podem ser colocados no respectivo período, não havendo fluxos entre períodos;
- Saídas de caixas correspondem a pagamentos, representadas por sinal negativo e seta com direção para baixo;
- Entradas de caixas correspondem a recebimentos, representadas por sinal positivo e seta com direção para cima

### 2.2.2. Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR)

Denomina-se valor presente de um fluxo de caixa o valor monetário do ponto zero da escala de tempo, que é equivalente à soma de suas parcelas futuras, descontadas para o ponto zero, com uma determinada taxa de juros (PUCCINI, 2011). O valor presente líquido possui uma equivalência de fluxos de caixas, ligada à taxa de juros (ou taxa de desconto), sendo um processo de avaliação de um investimento descontado seus fluxos de caixas futuros (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2000). Para um projeto, o VPL é dado pelo somatório desses fluxos de caixa descontados a uma taxa de juros subtraindo o investimento inicial, conforme equação 3.

$$VPL = \sum_{n=1}^n \frac{FCn}{(1+i)^n} - II \quad (3)$$

Onde, *VPL* – Valor presente líquido; *II* – Investimento Inicial; *FCn* – Fluxo de Caixa no período *n*; *n* – Período; *i* – Taxa de desconto.

A taxa interna de retorno é a taxa de desconto que faz seu valor presente líquido ser igual a zero (PUCCINI, 2011), isto é, o fluxo de caixa descontado ao valor presente é igual ao investimento inicial no ponto zero.

$$VPL (i_{TIR}) = 0 \quad (4)$$

#### 2.2.4. Tempo de Retorno Descontado ou Payback Descontado

O *payback* descontado é o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial, levando-se em consideração o custo de oportunidade do capital investido (PUCCINI, 2011). Sendo a medida de tempo entre a data inicial do fluxo de caixa e a data futura mais próxima até o valor do investimento inicial ser coberto pela soma dos valores presentes das parcelas dos fluxos de caixa.

A taxa a ser utilizada varia de acordo com o parâmetro de avaliação, podendo utilizar a TMA ou taxa de desconto, resultando no retorno, em tempo, respectivo a cada avaliação. A forma de cálculo do PBD assemelha-se à do VPL, até o fluxo de caixa que torna o VPL positivo, encontrando o tempo em que o investimento inicial é superado pelas entradas de caixa.

#### 2.2.5. Avaliação Econômica

A avaliação econômica se dá pela elaboração do fluxo de caixa, após a contabilização dos gastos no investimento inicial e receitas mensais previstas pela economia no consumo de energia elétrica. Utilizando dos conceitos de VPL e TIR, busca-se mensurar financeiramente a viabilidade do projeto, o qual, a uma determinada taxa de juros desvaloriza o valor do dinheiro no tempo, o que torna possível identificar se o projeto é viável ou não.

O VPL traz ao valor presente um valor futuro, portanto, representa a diferença entre as receitas e os custos de um projeto em valores atuais. A TIR calcula a taxa de desconto que deve ter um fluxo de caixa para que seu VPL se iguale a zero.

A taxa mínima de atratividade (TMA) será a taxa SELIC anual, calculada com base nos últimos 12 meses, então a TIR será utilizada para medir a atratividade do projeto, desta forma: se a TIR for maior que o custo de capital (SELIC) o projeto é viável; ou ainda, se o VPL for maior que zero, o projeto é viável. No caso de um VPL positivo, o PBD representa o tempo de retorno do investimento.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Luminotécnica

De acordo com as normas da ABNT (NBR 5413) cada ambiente requer um determinado nível de iluminância ideal, medido em Lux, estabelecido de acordo com as atividades a serem desenvolvidas. A iluminância é quantificada em baixa, média ou alta. A Tabela 1 apresenta a iluminância necessária para cada tipo de ambiente escolar. Para determinar se a iluminância do local será baixa, média ou alta, deve-se realizar o cálculo que envolve as características da tarefa e do observador, tais como: idade do observador; velocidade e precisão da tarefa e refletância do fundo da tarefa. Os cálculos luminotécnicos são utilizados para determinação do fluxo luminoso, medido em lumens, adequado para cada tipo de ambiente e, a partir da escolha da lâmpada e luminária, obter o quantitativo necessário para o ambiente. Vale ressaltar que os ambientes já possuem luminárias e que o estudo não será baseado em acréscimos ou redução de luminárias, ou seja, serão utilizadas as mesmas luminárias existentes. O método dos lumens irá determinar o nível de iluminamento e o Lux adequado a cada ambiente.

Ambiente	Baixo (Lux)	Médio (Lux)	Alto (Lux)
Sala de aula	200	300	500
Sala de desenho	300	500	750
Sala de reuniões	150	200	300
Laboratório (geral)	150	200	300
Auditório (plateia)	150	200	300
Corredores e Escadas (geral)	75	100	150
Fonte: ABNT NBR 5413			

Tabela 1. Iluminância em Lux, por tipo de atividade/ambiente (valores medidos em serviço)

Na figura 2, pode-se observar o luxímetro da marca ICEL, modelo LD-550, utilizado para medir a iluminância de cada ambiente. Assim pode-se verificar se os valores obtidos estavam dentro dos especificados pela NBR 5413. O cálculo luminotécnico realizado em alguns ambientes serve para complementar a medição do luxímetro.



(a)



(b)

Figura 2: (a) Luxímetro Icel, modelo LD-550; (b) Simbologia de captação da fotocélula

#### 3.1.1. Tipos de Lâmpadas

As lâmpadas diferem entre si por suas formas construtivas e seus princípios de funcionamento, portanto, para cada tipo de ambiente e aplicação existem lâmpadas compatíveis. No presente trabalho serão apresentadas algumas características das lâmpadas fluorescentes e lâmpadas *LED*. O Campus Aterrado da UFF possui 60 lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e 3134 de 40W e, neste estudo, será simulada a substituição de todas as lâmpadas por lâmpadas tubulares de *LED* com 8W e 16W, respectivamente.

As lâmpadas fluorescentes são lâmpadas que utilizam a descarga elétrica através de um gás para produzir energia luminosa. As lâmpadas fluorescentes tubulares consistem de um bulbo cilíndrico de vidro, tendo em suas extremidades eletrodos metálicos de tungstênio recobertos de óxidos, esses eletrodos aumentam o poder emissor por onde circula a corrente elétrica. Em seu interior existe vapor de mercúrio ou argônio a baixa pressão e as paredes internas do tubo são pintadas com materiais fluorescentes conhecidos por cristais de fósforo. Para as lâmpadas fluorescentes chamadas de “partida lenta”, é necessária a utilização de um reator eletrônico que é responsável pela formação inicial do arco que permitirá estabelecer um contato direto entre os referidos eletrodos e destina-se a provocar um pulso de tensão a fim de deflagrar a ignição da lâmpada (CREDER, 2007).

As lâmpadas fluorescentes tubulares existentes no Campus universitário medem, 60 cm (20W) e 120 cm (40W) de comprimento. No estudo, essas lâmpadas serão substituídas por lâmpadas *LED* de mesmo tamanho e mesmo encaixe, o que torna possível a utilização das mesmas luminárias. A vida útil das lâmpadas fluorescentes é, em média, de 8.000 horas e sua eficiência luminosa de 67,5 lm/W para lâmpadas de 40W e 50 lm/W para as lâmpadas de 20W. O reator eletrônico possui vida média de 30.000 horas. Cabe ressaltar que lâmpadas *LED* não utilizam reatores eletrônicos, que são exclusivos para lâmpadas fluorescentes.

Por se tratar de um dispositivo de estado sólido, lâmpadas de *LED* não são caracterizadas como incandescentes nem como de descarga. Basicamente, o *LED* é um diodo emissor de luz que é dopado (adição de impurezas para fins eletrônicos) com algum componente específico variando de acordo com a cor que se deseja encontrar. Esta luz é estreita e é produzida pelas interações energéticas do elétron. Tal processo é chamado de eletroluminescência.

A lâmpada tubular *LED* possui forte tendência em revolucionar o mercado de iluminação, pois é de um dispositivo relativamente novo e de excelente eficiência luminosa com valores de 100 lm/W e 87 lm/W para as lâmpadas de 16W e 8W, respectivamente. Sua vida útil pode variar de 15.000 até 75.000 horas. Outra vantagem do *LED* é ser um dispositivo sólido, portanto, não sofre desgaste do conjunto por trepidações ou impactos (GUERRINI, 2008).

### 3.1.2. Cálculo Luminotécnico – Método dos Lúmens

A NBR 5413 determina o mínimo de iluminância necessária para um ambiente de acordo com as condições do local, dos agentes utilizadores e, do tipo de trabalho realizado. Para determinar certo valor mínimo, utiliza-se da luminotécnica, que é a aplicação de cálculos considerando as variáveis de iluminação do ambiente e condições de trabalho, tanto da importância da luz para o mesmo quanto dos agentes utilizadores.

O Método do Cálculo dos Lumens define o fluxo luminoso necessário para um determinado ambiente, através das especificações das variáveis de dimensão, característica da tarefa e observador e características do ambiente (cor de teto, parede e piso), sendo possível calcular e definir quantas luminárias são necessárias para cada um de acordo com os níveis recomendados de iluminância.

A Tabela 2 apresenta o valor do peso referente à característica do local e tarefa do observador, já que a média de idade dos alunos é inferior a 40 anos (peso -1) e; o ato de escrever é uma tarefa que requer grau importante (peso zero) e; a refletância das mesas é superior a 70% (peso -1), tem-se um somatório de -2, logo, a iluminância baixa atende as necessidades.

Características da tarefa e observador	Peso		
	-1	0	1
Idade	Inferior a 40 anos	De 40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo de tarefa	Superior a 70%	De 30% a 70%	Inferior a 30%

Tabela 2. Fatores determinantes da iluminância adequada

Fonte: ABNT NBR 5413

Procedimento:

- Analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 e 1);
- Somar os três valores, algebricamente considerando o sinal;
- O resultado igual a -3 ou -2, utilizar a iluminância mais baixa do grupo;
- O resultado igual a +2 ou +3, utilizar a iluminância mais alta do grupo;
- O resultado igual a -1, 0 ou +1, utilizar a iluminância média do grupo.

#### a) DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE LOCAL

Índice que relaciona as dimensões do recinto, dado pela equação 5:

$$k = \frac{c * l}{h_m * (c + l)} \quad (5)$$



Onde,  $k$ : coeficiente do índice local;  $c$ : comprimento do local;  $l$ : largura do local;  $h_m$ : altura de montagem da luminária em relação ao local de execução da tarefa.

### b) COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO

Para determinar o coeficiente de utilização é preciso utilizar os níveis de refletância dos tetos, paredes e pisos, como apresentado na tabela 3.

Teto	Branco	0,8 (80%)
	Claro	0,7 (70%)
	Médio	0,5 (50%)
Parede/Piso	Claro	0,5 (50%)
	Médio	0,3 (30%)
	Escuro	0,1 (10%)

Tabela 3. Índices de reflexão (refletância)

Fonte: ABNT NBR 5413

### c) FATOR DE DEPRECIÇÃO (OU MANUTENÇÃO)

O fator de depreciação pode ser definido como a razão do iluminamento médio no plano de trabalho, após certo período de uso da iluminação, para o iluminamento médio obtido nas mesmas condições, com a instalação nova. Esse fator leva em consideração o fato de que, com o decorrer do tempo, haverá acumulação de poeira nos aparelhos de iluminação, o teto e as paredes ficarão sujos, e as lâmpadas fornecerão menor quantidade de luz (COTRIM, 2009). Alguns desses problemas podem ser eliminados ou amenizados por meio de manutenção periódica, sendo que, na prática, adotam-se os valores da Tabela 4.

Ambiente	Período de Manutenção		
	2.500 h	5.000 h	7.500 h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Tabela 4. Fator de depreciação

Fonte: Creder, 2007.

### d) FATOR DE UTILIZAÇÃO

O fator de utilização diz respeito ao nível de utilização e distribuição do fluxo luminoso aproveitado no ambiente, sendo um fator de característica da luminária. Portanto, para cada tipo de luminária haverá uma tabela correspondente com seu fator de utilização. A Figura 3 e a Tabela 5 representam a luminária tipo calha e seus valores para o fator de utilização, respectivamente.

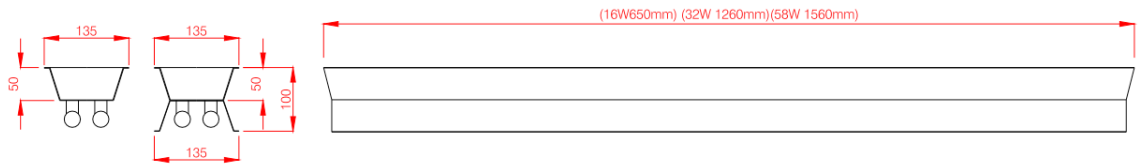


Figura 3: Luminária tipo calha, com corpo em chapa de aço pintada eletrostaticamente, com ou sem refletor facetado em alumínio de alta pureza e refletância.

K	Teto	80			70			50		30	
	Parede	50	50	30	50	50	30	30	10	30	10
	Plano de Trabalho	30	10	10	30	10	30	10	10	10	10
0,60		.38	.36	.30	.37	.36	.31	.29	.25	.29	.25
0,80		.47	.44	.37	.46	.43	.38	.37	.32	.36	.32
1,00		.54	.50	.44	.53	.49	.45	.43	.38	.42	.38
1,25		.61	.56	.50	.59	.55	.52	.48	.44	.48	.44
1,50		.66	.60	.54	.65	.59	.58	.53	.49	.52	.49
2,00		.74	.66	.62	.72	.65	.66	.60	.56	.59	.56
2,50		.80	.70	.66	.78	.70	.72	.64	.61	.63	.60
3,00		.84	.73	.70	.81	.72	.76	.68	.65	.66	.64
4,00		.89	.77	.74	.86	.76	.82	.72	.69	.70	.68
5,00		.92	.79	.76	.89	.78	.85	.74	.72	.73	.71

Tabela 5. Fator de Utilização (u)

Fonte: ABNT NBR 5413

O fluxo luminoso total é calculado pela seguinte equação, considerando o espaço e o nível de iluminação e os fatores de utilização e depreciação das luminárias (equação 6). Com o conhecimento do fluxo luminoso total de um ambiente, é preciso determinar a quantidade de luminárias necessárias para o ambiente, descrito pela equação 7.

$$\Phi = \frac{S * E}{u * d} \quad (6)$$

Onde,  $\Phi$ : fluxo luminoso total, em lumens; S: área do recinto, m<sup>2</sup>; E: Nível de iluminação, em lux; u: Coeficiente de utilização; d: Coeficiente de depreciação.

$$N = \frac{\Phi}{\phi} \quad (7)$$

Onde, N: número de luminárias;  $\Phi$ : fluxo luminoso total;  $\phi$ : fluxo por luminária, em lumens. Conhecido o número total de luminárias, faz-se a comparação com o total existente em cada ambiente analisado para avaliar a viabilidade técnica.

### 3.2. Custo da Energia Elétrica

Para determinar o custo de energia elétrica é necessário realizar o cálculo do consumo e multiplicá-lo pelo respectivo valor, em reais, do quilowatt hora. Portanto, primeiro deve-se calcular a energia elétrica consumida, para tanto, utilizam-se conceitos básicos de eletrodinâmica dados pela equação 8. O consumo é dado pela relação entre potência elétrica utilizada e o tempo de uso dos equipamentos. Já o custo, equação 9, toma-se através do produto entre a energia consumida e o custo do quilowatt hora.

$$E = pot * \Delta t \quad (8)$$

Onde,  $E$  – energia consumida (kWh);  $pot$  – potência (kW);  $\Delta t$  – tempo de uso (h)

$$C_{custo} = E * C_{kWh} \quad (9)$$

Onde,  $C_{custo}$  – custo da energia elétrica (R\$);  $E$  – energia consumida (kWh);  $C_{kWh}$  – custo do kWh (R\$/kWh)

#### 3.2.1. Sistema Tarifário Brasileiro

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de acordo com a classificação das tarifas e tributos da Resolução nº 2.214, determina que as tarifas de energia elétrica sejam divididas em monômias (de baixa tensão) e binômias, que incluem as tarifas horárias Verde e Azul. A tarifa monômia é composta por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa. Já a tarifa binômia é a estrutura tarifária composta por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e a demanda faturável (ANEEL, 2017).

A Universidade Federal Fluminense, Campus Atterrado na cidade de Volta Redonda, encontra-se no grupo tarifário A, nível de tensão A4 e utiliza a Tarifa Verde para cobrança do seu consumo de energia. A demanda contratada é de 370 kW e o consumo é cobrado de forma diferenciada para horário de ponta e horário fora ponta, de acordo com a Figura 4. O valor cobrado pelo consumo de energia elétrica no horário de ponta é de R\$ 1,17935/kWh e no horário fora ponta, R\$ 0,32614/kWh. A demanda de 370 kW representa um custo fixo na conta de energia e seu valor é de R\$ 15,76/kWh, ou seja, R\$ 5.831,20 mensais.

TARIFA DE MÉDIA TENSÃO - ESTUTURA HOROSSAZONAL VERDE												
Nível de Tensão	Demanda R\$/kW			Consumo R\$/MWh						Demanda de Ultrapassagem R\$/kW		
	TUSD + TE	TUSD	TE	Ponta			Fora Ponta			TUSD + TE	TUSD	TE
				TUSD + TE	TUSD	TE	TUSD + TE	TUSD	TE			
A3a (30 a 44kV)	15,76	15,76	0	1.179,35	790,61	388,74	326,14	71,38	254,76	31,52	31,52	0
<b>A4 (2,3 a 25kV)</b>	<b>15,76</b>	<b>15,76</b>	<b>0</b>	<b>1.179,35</b>	<b>790,61</b>	<b>388,74</b>	<b>326,14</b>	<b>71,38</b>	<b>254,76</b>	<b>31,52</b>	<b>31,52</b>	<b>0</b>
AS (Subterrâneo)	12,50	12,50	0	2.004,72	1.615,98	388,74	372,48	117,72	254,76	25,00	25,00	0

Figura 4. Tabela de preços para tarifação em média tensão, em destaque, nível de tensão A4(Acesso em: jul/2017).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Empresas buscam a melhoria de seus processos, visando redução dos custos de produção, aumento da segurança e produtividade, combinados com o menor valor do produto final, além de praticarem a política ambiental adequada. Neste estudo de caso será proposta a substituição total das lâmpadas fluorescentes tubulares por lâmpadas *LED* tubulares em uma instituição de ensino superior (IES).

Com o auxílio de um luxímetro foram registradas as iluminâncias de duas salas de aula, cada uma contendo 12 lâmpadas e medindo 10m x 8m com 40 carteiras de braço, a sala 106-A contendo lâmpadas *LED* e a sala 105-A com lâmpadas fluorescentes. Os valores registrados pelo luxímetro foram de 250 lux, portanto, mesma iluminância para as duas salas. No entanto, cabe ressaltar que as lâmpadas *LED* não apresentaram sinais de baixa luminosidade, enquanto as lâmpadas fluorescentes apresentaram diferenças em suas luminosidades, seja por falhas no reator ou desgaste da própria lâmpada.

O estudo técnico é realizado com base em cálculos luminotécnicos, onde o resultado encontrado relaciona a quantidade do fluxo luminoso calculado com o existente em cada ambiente. O estudo econômico será realizado obtendo-se o investimento para substituição das lâmpadas e calculando-se a viabilidade a partir da receita obtida entre a diferença de consumo de energia elétrica das lâmpadas. Vale ressaltar que as lâmpadas *LED* possuem mesmo encaixe das fluorescentes, logo, não há necessidade de troca de luminária.

### 4.1 Lâmpadas Tubulares Led

As lâmpadas *LED* utilizadas no estudo estão destacadas na Figura 5, as lâmpadas de 8W substituem as de 20W fluorescentes e, as lâmpadas de 16W, as de 40W.

Potência	Cor	Fluxo Lum	I.R.C.	Vida	Tensão
8W	6500K	690 lm	70	15.000h	127V
8W	6500K	690 lm	70	15.000h	220V
9W	4000K	810 lm	80	30.000h	90-240V
9W	6500K	810 lm	80	30.000h	90-240V
12W	4000K	1200 lm	80	40.000h	90-240V
12W	6500K	1320 lm	80	40.000h	90-240V
16W	6500K	1390 lm	70	15.000h	127V

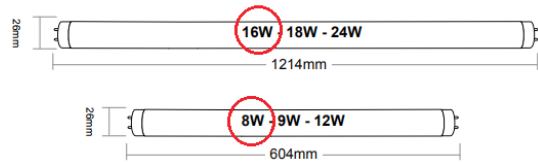


Figura 5. Catálogo Tashibra. Brasilux Ltda. Encano do Norte, Santa Catarina, Brasil, 2016.

As medições realizadas com luxímetro apresentaram resultados muito próximos, ou seja, uma sala de aula para 40 alunos com 12 lâmpadas fluorescentes (sala 105 do bloco A) e outra sala de aula idêntica que possui lâmpadas *LED* (sala 106 do bloco A) obtiveram resultado de, aproximadamente, 250 Lux de iluminância. Então, já que 250 Lux estão entre os níveis baixo e médio de iluminância, dentro do preconizado em norma técnica, este valor servirá de referência para os cálculos luminotécnicos e análise de viabilidade técnica do projeto. Na Figura 6 pode-se observar a iluminação da sala de aula com lâmpadas *LED* e sua medição, enquanto, na Figura 7 está a imagem da sala de aula com lâmpadas fluorescentes e sua medição.



(a)



(b)

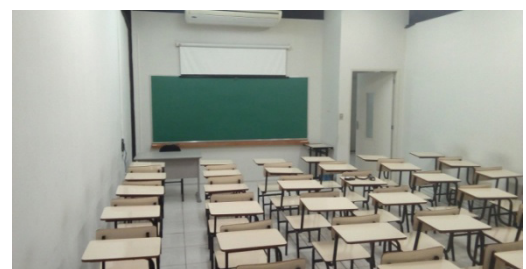


(c)

Figura 6. (a; b) Sala de aula 106-A com 06 luminárias e 12 lâmpadas tubulares LED de 16W cada; (c) medição realizada



(a)



(b)



(c)

Figura 7: (a; b) Sala de aula 105-A com 06 luminárias e 12 lâmpadas fluorescentes de 40W cada; (c) Medição realizada

Os cálculos luminotécnicos consideraram uma iluminância de nível baixo, valor medido para as lâmpadas fluorescentes e *LED*.

#### 4.2. Viabilidade Técnica

A Tabela 6 apresenta o resultado do cálculo luminotécnico realizado através do método dos lumens para cada ambiente descrito. O fator de utilização é calculado com base no índice local e refletância de cada ambiente, para tanto, foi utilizada a refletância 853 e os resultados retirados da Tabela 5. O fator de depreciação utilizado foi de 0,91 (ambiente limpo a cada 5000 horas), então, calcula-se o fluxo luminoso necessário para cada ambiente. A última coluna da Tabela 6 apresenta a relação entre o quantitativo de lâmpadas necessárias, a partir do resultado do cálculo luminotécnico, e o total de lâmpadas existentes.

Ambiente	(Lux)	Fator Utilização	Fluxo (Lumens)	Nº de lâmpadas necessárias / existentes
Sala de aula	200	0,61	14124	10 / 12
Sala de professores	150	0,66	9790	08 / 12
Sala de aula grande	200	0,74	24116	16 / 24
Auditório (plateia)	150	0,84	74568	48 / 112
Corredores e Escadas (geral)	150	0,54	40598	26 / 40

Tabela 6. Cálculo luminotécnico para cada ambiente

Fonte: Elaborada pelos autores

É possível observar que em todos os ambientes analisados a quantidade calculada está sempre abaixo da quantidade de lâmpadas existentes, portanto, o estudo técnico apresenta viabilidade, ou seja, pode-se propor a troca das lâmpadas com a certeza de que a luminosidade será mantida ou melhorada em relação à existente.

#### 4.3. Viabilidade Econômica

O cálculo para análise da viabilidade econômica leva em consideração o investimento como sendo o custo de cada lâmpada somado ao valor da mão de obra



para substituição. Já a receita é proveniente da diferença entre o consumo de energia elétrica dos dois tipos de lâmpadas, para tanto, considerou-se o tempo de utilização dos ambientes para cada pavimento dos blocos A, B e C. Observa-se na Figura 8 a imagem dos blocos A, B e C (esquerda para direita) do Campus Aterrado da UFF.



Figura 8. Prédios do Campus Aterrado da UFF em Volta Redonda/RJ.

Para o período de 1 ano foram considerados dois intervalos, ambos com 5 meses de aulas e 1 mês de recesso, consecutivamente. Uma semana completa do intervalo de aulas e outra do intervalo de recesso foram utilizadas como amostras representativas.

Para determinação da receita mensal, obteve-se um coeficiente que relaciona os dias do mês com a semana, por exemplo, um mês com 30 dias possui coeficiente 4,27, já um mês com 31 dias terá coeficiente 4,42. Esses são multiplicados pela receita semanal, obtendo-se assim a receita mensal para elaboração do fluxo de caixa descontado.

#### 4.3.1. Investimento Inicial

O investimento total será dado pelo custo das lâmpadas, a partir de consulta a preços de mercado, somados ao custo da mão de obra para devida substituição. De acordo com EMOP (2012) e da tabela orçamentária de abril de 2017, obteve-se o valor da mão de obra do electricista e do servente por hora trabalhada. Para determinação do custo da mão de obra foi adotado o valor para um tempo de 30 minutos para substituição das lâmpadas em cada luminária. As Tabelas 7 e 8 apresentam os valores para os custos das lâmpadas e mão de obra respectivamente. O investimento total é de R\$ 92.765,39 (noventa e dois mil setecentos e sessenta e cinco reais e trinta e nove centavos).

Produto	Quantidade (un)	Custo(R\$/un)	Custo Total
Lâmpada tubular LED 8W 6500K 127V	60	R\$ 15,90	R\$ 826,80
Lâmpada tubular LED 16W 6500K BIV	3134	R\$ 21,90	R\$68.766,00
	<b>3194</b>	-	<b>R\$ 69.592,80</b>

Tabela 7. Cotação das lâmpadas LED

Fonte: Elaborada pelos autores

Discriminação	UN.	Quantidade (h)	Custo (R\$/h)	%*	Custo Total
---------------	-----	----------------	---------------	----	-------------

Eletricista	h	798,5	16,35	1,03	R\$ 13.447,14
Servente	h	798,5	11,83	1,03	R\$ 9.729,64

Tabela 8. Preços EMOP (Empresa de Obras Públicas)

Fonte: Elaborada pelos autores (\*3% do valor do HH referente ao desgaste de material)

#### 4.3.2. Demanda Contratada

A demanda contratada na tarifa de energia horossazonal verde é de 370 kW. A demanda representa um custo fixo na conta de energia da UFF, portanto, não terá influência nos cálculos da avaliação econômica. A demanda está relacionada à quantidade de carga instalada, logo, para trabalhos futuros, pode-se estudar a possibilidade de redução da demanda contratada devido ao investimento em lâmpadas *LED*, visto que, a carga total instalada da UFF será reduzida.

#### 4.3.3. Receita

A receita mensal é calculada com base na semana amostral que representa consumo da energia elétrica proveniente da utilização do sistema de iluminação interna dos blocos em uma semana. Para levantamento do consumo de energia semanal analisou-se o mapa de salas de aula e dependências da instituição, assim como os horários de funcionamento de biblioteca e restaurante. Um tempo de utilização média foi adotada para as áreas de circulação. O somatório de todas as horas de funcionamento do sistema de iluminação, para cada ambiente, é multiplicado pelo valor do kWh, fornecendo assim, a receita semanal para cada bloco e andares.

A diferença entre o consumo de energia de lâmpadas *LED* e fluorescentes será a receita semanal do projeto. Duas tabelas representam a receita semanal, são elas: a tabela 9 que representa o consumo de energia em período em aula dos dois tipos de lâmpadas em cada bloco; a tabela 10 representa o consumo em período em recesso. A economia é dada pela diferença do consumo das lâmpadas por bloco e a tabela 11 apresenta o somatório das economias (receitas).

Os consumos em horário de ponta e fora de ponta, em kwh, são multiplicados pelos valores de R\$ 1,17935 e R\$ 0,32614, respectivamente, de acordo com a figura 4 que apresenta o valor das tarifas.

Lâmpada/bloco	Consumo ponta (kwh)	Consumo Fponta (kwh)	Consumo (R\$)	Economia
Fluorescente A	520	2414	1.400,56	R\$ 840,21
LED A	208	966	560,35	
Fluorescente B	472	2311	1.310,36	R\$ 786,11
LED B	189	924	524,25	
Fluorescente C	354	1893	1.034,87	R\$ 620,51
LED C	142	757	414,36	

Tabela 9. Consumo de energia em período em aula, tipo de lâmpada por bloco

Lâmpada/bloco	Consumo ponta (kwh)	Consumo Fponta (kwh)	Consumo (R\$)	Economia
Fluorescente A	381	1822	1.043,56	R\$ 626,54
LED A	152	729	417,02	
Fluorescente B	126	711	380,48	R\$ 227,38
LED B	51	285	153,10	
Fluorescente C	256	1547	806,45	R\$ 484,28
LED C	102	619	322,17	

Tabela 10. Consumo de energia em período em recesso, tipo de lâmpada por bloco

	Receita semanal total (R\$)
Período em aula	R\$ 2.246,83
Período em recesso	R\$ 1.338,20

Tabela 11. Receita semanal do Campus

O somatório das receitas semanais dos blocos é multiplicado por um *Fator mês*, assim, determina-se a receita mensal do período analisado. O *Fator mês* é calculado pela equação 10 e seus pesos, em resumo, são 4,42, 4,27 e 3,99 para os meses com números de dias 31, 30 e 28, respectivamente.

$$Fator_{mês} = \frac{ndiasdomês}{ndiasdoano} * nsemanaano \quad (10)$$

Os períodos de aula foram representados entre janeiro a maio e julho a novembro e, os de recesso pelos meses junho e dezembro. As receitas mensais são apresentadas no fluxo de caixa descontado da Figura 9.

#### 4.3.4. Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa total do projeto, contendo os valores de entrada (investimento inicial) e os valores de saída (receitas) está representado na Figura 9. A TMA utilizada será a taxa SELIC anual, calculada com base nos últimos 12 meses (julho/2016 a junho/2017) (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2017). A TMA acumulada é de 12,89436% a.a.

Para utilização da taxa anual no desconto dos períodos mensais, efetua-se o seguinte cálculo de taxas equivalentes, de anual para mensal:

$$\sqrt[12]{(1 + 0,1289436)} - 1 = 0,0101581 \quad (11)$$

Isto é, a taxa mensal equivalente para os descontos nos fluxos de caixa é de 1,01581% a.m.

A seguir, o fluxo de caixa para o projeto considerando 12 meses, com seus respectivos valores, e os resultados da TIR, VPL e PBD para o projeto.

TIR:	2,633%					
VPL:	R\$	9.491,13				
TMA:	1,01581% a.m.					
PB:	0,88 ano (s)					
	0	1	2	3	4	5
Caixa		-R\$ 93.707,71	-R\$ 84.627,73	-R\$ 76.431,47	-R\$ 67.176,00	-R\$ 58.166,96
Receita		R\$ 9.930,99	R\$ 8.964,85	R\$ 9.930,99	R\$ 9.593,96	R\$ 9.930,99
Lâmpadas	-R\$ 69.588,60					
MdO Eletricista	-R\$ 13.447,14					
MdO Servente	-R\$ 9.729,65					
Fluxo de Caixa	-R\$ 92.765,39	-R\$ 83.776,72	-R\$ 75.662,88	-R\$ 66.500,48	-R\$ 57.582,04	-R\$ 48.235,97
	6	7	8	9	10	11
	-R\$ 48.725,96	-R\$ 43.448,77	-R\$ 33.858,25	-R\$ 24.170,32	-R\$ 14.724,42	-R\$ 4.842,13
	R\$ 5.714,11	R\$ 9.930,99	R\$ 9.930,99	R\$ 9.593,96	R\$ 9.930,99	R\$ 9.593,96
	-R\$ 43.011,85	-R\$ 33.517,78	-R\$ 23.927,26	-R\$ 14.576,36	-R\$ 4.793,44	R\$ 4.751,84
						R\$ 10.714,95

Figura 9. Fluxo de caixa do projeto

## 5 | CONCLUSÃO

A partir da análise técnica que apresentou viabilidade e da análise econômica representada pelo fluxo de caixa da Figura 9, conclui-se que é viável a substituição das lâmpadas fluorescentes e seus reatores eletrônicos por lâmpadas *LED*. O tempo de retorno do investimento é inferior a um ano, aproximadamente onze meses, o que torna o projeto muito atrativo.

O resultado da TIR 2,633% ao mês, bem superior a TMA de 1,01581%, demonstra que o projeto é viável. Caso não haja recurso financeiro para o investimento total e a substituição completa das lâmpadas, deve-se optar pela substituição parcial, ou seja, quando as lâmpadas fluorescentes apresentarem redução em seu fluxo luminoso ou, quando os reatores pararem de funcionar. Cabe ressaltar que os reatores não devem ser substituídos mesmo que as lâmpadas fluorescentes ainda possuam bom fluxo luminoso, o procedimento deve ser a substituição das lâmpadas e o armazenamento, em estoque, das lâmpadas fluorescentes. O alto custo do reator inviabiliza a sua substituição.

A redução da carga instalada proveniente da substituição total das lâmpadas é de aproximadamente 44,6 kW, tal redução pode ser alvo de análise num estudo futuro para avaliação da demanda contratada, já que as concessionárias só concedem reduções de demanda após seis meses da solicitação.

Devido aos avanços e disseminação da tecnologia e, conseqüentemente, aumento da concorrência, os custos para aquisição de lâmpadas *LED* estão cada vez menores, a diferença de preço entre os tipos de lâmpadas torna, em alguns casos, necessária a substituição dos sistemas de iluminação por *LED*. Vale ressaltar que a redução da carga instalada auxilia na proteção e preservação do meio ambiente, pois com a menor demanda energética as usinas geradoras podem diminuir o ritmo de produção de energia.

Os custos com a manutenção e a depreciação das lâmpadas *LED* não foram considerados neste estudo já que possuem 15.000 horas de vida útil contra 8.000 horas das fluorescentes, vale lembrar que as lâmpadas *LED* não possuem reator eletrônico que é um componente de custo elevado e também requer manutenção. Portanto, a substituição total irá proporcionar menor custo de manutenção do sistema de iluminação e o valor gerado pela economia poderá servir para melhoria das condições estudo e trabalho da comunidade acadêmica.

## CITAÇÕES

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Iluminância de interiores**: NBR 5413:1992.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Resolução homologatória n.2214**, 2017.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

EMOP – Empresa de Obras Públicas. **Sistema EMOP de Custos Unitários - Catálogo de Referência**. 13ed. Rio de Janeiro, 2012.

GUERRINI, Délio Pereira. **Iluminação**. São Paulo: [s.n.], 2008.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

JÁCOME, Paulo André Dias et al. **Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica para Substituição de Lâmpadas em Galpão Industrial**. Anais do Congresso de Administração, Sociedade e Inovação - CASI 2016. 4627-4646 Juiz de Fora (MG) UFJF, 2017. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/casi/37033>>

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Receita Federal – Taxa de Juros SELIC**. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/taxa-de-juros-selic>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações elétricas**: (de acordo com a NBR 5410:2004). 5. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.

PANESI, André R. Quinteros. **Fundamentos de eficiência energética: industrial, comercial e residencial**. São Paulo: Ensino Profissional, 2006.

PUCCINI, Abelardo de Lima. **Matemática Financeira Objetiva e Aplicada**. 9ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ROSS, Stephen A., WESTERFIELD, Randolph W., JORDAN, Bradford D., **Princípio de Administração Financeira**. 2. ed. São Paulo, Atlas, 2000.

SAMANEZ, Carlos Patrício. **Engenharia econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-11-6

