



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

E57 As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente
[recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente
a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-429-0

DOI 10.22533/at.ed.290192506

1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos
econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique
Ajuz. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CIDADES SUSTENTÁVEIS: PRÁTICAS PARA A RECUPERAÇÃO DAS ÁGUAS	
Aline Pereira Gaspar Karen Niccoli Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.2901925061	
CAPÍTULO 2	14
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM EMPREENDIMENTOS RURAIS: CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO	
Natalia da Rocha Pinto Elfride Anrain Lindner	
DOI 10.22533/at.ed.2901925062	
CAPÍTULO 3	31
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DOMÉSTICA UTILIZANDO PROCESSOS DE FILTRO BIOLÓGICO, FOTOCATÁLISE DE TiO ₂ E ADIÇÃO DE MORINGA	
Maria Marcyara Silva Souza Francisco Wellington Martins da Silva Antônia Mayara dos Santos Mendes Quezia Barboza Rodrigues Juan Carlos Alvarado Alcócer	
DOI 10.22533/at.ed.2901925063	
CAPÍTULO 4	41
DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA UTILIZANDO BOMBA DE ÁGUA COM ENERGIA MOLECULAR E TUBOS DE BOROSSILICATO	
Igor José Langer Luis Eduardo Palomino Bolivar	
DOI 10.22533/at.ed.2901925064	
CAPÍTULO 5	47
CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REVISÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA NOS CAMPOS MADUROS DA BACIA DO RECÔNCAVO	
Thaís Freitas Barbosa Victor Menezes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925065	
CAPÍTULO 6	60
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE QUATRO SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE PONTA GROSSA-PR	
Rafaela Paes de Souza Barbosa Gustavo Forastiere Simoneli Maria Magdalena Ribas Döll Mayra Alves Donato	
DOI 10.22533/at.ed.2901925066	

CAPÍTULO 7	73
VERIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA COSTEIRA DE JACAREPAGUÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Ana Carolina Silva de Oliveira Lima Ana Cláudia Pimentel de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925067	
CAPÍTULO 8	77
POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E TOXICIDADE DE PRODUTOS COMERCIAIS À BASE DE FUMO (<i>NICOTIANA TABACUM</i>) UTILIZADOS EM AGRICULTURA ORGÂNICA	
Magda Regina Santiago Lígia Maria Salvo	
DOI 10.22533/at.ed.2901925068	
CAPÍTULO 9	85
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E GEOTÉCNICA: CARTILHA INFANTIL E O PROJETO GEOPREVENÇÃO	
Carla Vieira Pontes Talita Gantus de Oliveira Vitor Pereira Faro Roberta Bomfim Boszczowski	
DOI 10.22533/at.ed.2901925069	
CAPÍTULO 10	95
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA CAMADA DE COBERTURA NA ESTABILIDADE EM ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Alison de Souza Norberto Rafaella de Moura Medeiros Maria Odete Holanda Mariano	
DOI 10.22533/at.ed.29019250610	
CAPÍTULO 11	104
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) DE UM HOSPITAL MATERNIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Leonardo de Lima Moura Claudio Fernando Mahler	
DOI 10.22533/at.ed.29019250611	
CAPÍTULO 12	117
UM ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE PAPEL PARA UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MANHUAÇU	
Millena Gabriela Gualberto de Souza Nandeyara de Oliveira Costa Glaucio Luciano de Araujo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250612	
CAPÍTULO 13	126
BIOGÁS: O APROVEITAMENTO ENÉRGICO DO GÁS METANO GERADO EM ATERROS SANITÁRIOS	
Daniela Cristiano Rufino	
DOI 10.22533/at.ed.29019250613	

CAPÍTULO 14	138
PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO HIDROLISADO CELULÓSICO DE BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Francieli Fernandes	
Charles Souza da Silva	
Juniele Gonçalves Amador	
Charles Nunes de Lima	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.29019250614	
CAPÍTULO 15	146
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE CANOINHAS-SC	
Bruna Weinhardt da Silveira	
Leila Cardoso	
Olaf Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250615	
CAPÍTULO 16	150
MODELAGEM DE BIORRETORES EM SÉRIE E COM RECICLO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO INDUSTRIAL	
Guilherme Guimaraes Ascendino	
Juan Canellas Bosch Neto	
Laura de Oliveira Martins Torres	
DOI 10.22533/at.ed.29019250616	
CAPÍTULO 17	166
O USO DO HIDROGÊNIO EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	
Gustavo Destefani Picheli	
Luiz Carlos Vieira Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.29019250617	
CAPÍTULO 18	183
ENERGIA SOLAR: PANORAMA BRASILEIRO	
Douglas Mito Cerezoli	
Leonardo Vinhaga	
Camila Ricci	
DOI 10.22533/at.ed.29019250618	
CAPÍTULO 19	195
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
Daniel Marcos de Lima e Silva	
Maísa de Castro Silva	
Marcelo Ferreira Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.29019250619	

CAPÍTULO 20	211
USINAS SOLARES FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DEMANDA DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA REGIÃO NORDESTE	
Jéssica Beatriz Dantas Antonio Ricardo Zaninelli do Nascimento Thayse Farias de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.29019250620	
CAPÍTULO 21	222
CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS	
José Waltrudes Castanheira Pereira Márcio Cataldi	
DOI 10.22533/at.ed.29019250621	
CAPÍTULO 22	238
AVALIAÇÃO ANALÍTICA DAS EFICIÊNCIAS TÉRMICAS E ELÉTRICAS DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO ACOPLADO A UM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA	
Maxwell Sousa Costa Anderson da Silva Rocha Lucas Paglioni Pataro Faria	
DOI 10.22533/at.ed.29019250622	
CAPÍTULO 23	252
ESTUDO DO POTENCIAL EÓLICO NAS REGIÕES NOROESTE E SUL DO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2013 À 2016	
Amanda Souza da Silva Rejane Félix Pereira Umberto Sampaio Madeiro Junior Guilherme Geremias Prata Ivandro de Jesus Moreno de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250623	
CAPÍTULO 24	258
INVESTIGAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E UTILIZAÇÃO DE PAPEL RECICLADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MINAS GERAIS	
Nandeyara de Oliveira Costa Millena Gabriela Gualberto de Souza Glaucio Luciano de Araújo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250624	
CAPÍTULO 25	270
UTILIZAÇÃO DA CINZA RESULTANTE DA INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL	
Olaf Graupmann Susan Hatschbach Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250625	
CAPÍTULO 26	273
PRODUÇÃO DE LUMINÁRIAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE MADEIRA	
Ana Luiza Enders Nunes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250626	

CAPÍTULO 27	279
REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL FRESADO EM CAMADAS DE BASE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS FLEXÍVEIS	
<ul style="list-style-type: none"> Marcos Túlio Fernandes Joséberson Miguel da Silva Henrique Lopes Jardim Alaor Afonso Ramos Soares Glaucimar Lima Dutra 	
DOI 10.22533/at.ed.29019250627	
CAPÍTULO 28	289
NOVA PROPOSTA DE ANTENA TÊXTIL COM SUBSTRATO BIODEGRADÁVEL PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO	
<ul style="list-style-type: none"> Matheus Emanuel Tavares Sousa Humberto Dionísio de Andrade Samanta Mesquita de Holanda Idalmir de Souza Queiroz Júnior 	
DOI 10.22533/at.ed.29019250628	
CAPÍTULO 29	296
RISCOS DE INCÊNDIO ASSOCIADOS AO USO DE LÍQUIDOS IÔNICOS EM DIFERENTES PROCESSOS	
<ul style="list-style-type: none"> Milson dos Santos Barbosa Isabela Nascimento Souza Juliana Lisboa Santana Isabelle Maria Duarte Gonzaga Lays Carvalho de Almeida Aline Resende Dória Luma Mirely Souza Brandão Débora da Silva Vilar Priscilla Sayonara de Sousa Brandão 	
DOI 10.22533/at.ed.29019250629	
CAPÍTULO 30	307
CENÁRIO DAS PESQUISAS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE IMPLANTAÇÃO OU DUPLICAÇÃO DE RODOVIAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
<ul style="list-style-type: none"> Zeferino José Alencar Bezerra Emerson Acácio Feitosa Santos João Gomes da Costa Thiago José Matos Rocha Aldenor Feitosa dos Santos Jessé Marques da Silva Júnior Pavão 	
DOI 10.22533/at.ed.29019250630	
CAPÍTULO 31	323
A MECÂNICA DOS AGENTES IMPONDERÁVEIS: UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E MECÂNICA NO ENSINO TÉCNICO	
<ul style="list-style-type: none"> Maria Lia Scalli Fonseca Felipe de Lucas Barbosa José Otavio Baldinato 	
DOI 10.22533/at.ed.29019250631	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	341

ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM

Daniel Marcos de Lima e Silva

Centro Universitário de Patos de Minas
Patos de Minas – Minas Gerais

Maísa de Castro Silva

Centro Universitário de Patos de Minas
Patos de Minas – Minas Gerais

Marcelo Ferreira Rodrigues

Centro Universitário de Patos de Minas
Patos de Minas – Minas Gerais

RESUMO: Esse artigo corresponde ao estudo da eficiência energética do Bloco I do UNIPAM de acordo com as verificações do manual RTQ-C e RAC-C para se adquirir a certificação energética, e posterior fornecimento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), tendo como objetivo medidas que diminuam o consumo de energia, proporcionando retorno para a gestora dos métodos implantados na forma de custo benefício, e formas sustentáveis para melhorias na qualidade de vida. O estudo foi realizado através de visitas *in loco* e pesquisas bibliográficas que deram suporte para a metodologia adotada e os resultados obtidos. Foram obtidos níveis satisfatórios de eficiência em relação ao condicionamento de ar, iluminação e envoltória, mas foram identificados usos desnecessários de energia elétrica gasta com iluminação, bem como a necessidade de

substituição dos dispositivos por outros mais eficientes. Para o sistema de iluminação foi proposto a troca das luminárias convencionais por luminárias LED e a instalação de sensores de presença nos banheiros. Também são propostas campanhas de conscientização de usuários e colaboradores por meio de palestras e cartazes. A implantação de todas as propostas proporcionará uma economia considerável, sendo o consumo mensal médio de 23893,36 KWh e após a implantação das propostas o consumo médio passará a ser de 16346,48, proporcionando uma diminuição para 68,41% do consumo atual. Calculando a viabilidade financeira de implantação das propostas considerando o menor dos orçamentos, o tempo estimado de retorno é de 5,79 meses, ou seja, em seis meses o custo dos investimentos será coberto pela economia proporcionada.

PALAVRAS-CHAVE: economia de energia, eficiência energética, RTQ-C, RAC-C, iluminação, LED.

ABSTRACT: This article corresponds to the study of the energy efficiency of Block I of UNIPAM according to the verifications of the manual RTQ-C and RAC-C for acquiring the energy certification and subsequent supply of the National Energy Conservation Label (ENCE). objective measures to reduce energy consumption, providing a return to the

manager of the methods implemented in the form of cost benefit, and sustainable ways to improve the quality of life. The study was carried out through on-site visits and bibliographical research that supported the methodology adopted and the results obtained. Satisfactory levels of efficiency were obtained in relation to air conditioning, lighting and enveloping, but unnecessary uses of electric energy spent with lighting were identified, as well as the need to replace the devices with more efficient ones. For the lighting system it was proposed the exchange of conventional luminaires by LED luminaires and the installation of presence sensors in the bathrooms. There are also campaigns to raise awareness of users and collaborators through lectures and posters. The implementation of all proposals will provide considerable savings, with the average monthly consumption of 23893,36 KWh and after the implementation of the proposals the average consumption will be 16346.48, giving a reduction to 68.41% of current consumption. Calculating the financial feasibility of implementing proposals considering the lowest budgets, the estimated time of return is 5.79 months, ie in six months the cost of investments will be covered by the provided savings.

KEYWORDS: Energy saving, energy efficiency, RTQ-C, RAC-C, lighting, LED.

1 | INTRODUÇÃO

Em tempo de mudanças climáticas, aquecimento global e aumento no custo de energia é fundamental que haja uma mudança de paradigma no setor construtivo, para que possamos minimizar o impacto ambiental das obras, visando economia e a conservação dos recursos naturais (QUEIROZ, 2009).

A certificação energética de edifícios é uma tendência mundial, sendo então primordial para o desenvolvimento sustentável e racional dos recursos naturais. No Brasil, o Inmetro e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) introduziram em fevereiro de 2009 o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que estabelece parâmetros para a definição do nível de eficiência dos edifícios e fornece a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Essa iniciativa vem atender à primeira lei de eficiência energética no Brasil, Lei nº 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e que foi regulamentada pelo Decreto nº 4.059, de 19 de outubro de 2001 (BRASIL, 2001a). O referido decreto também criou o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE e, especificamente para edificações, o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País, para propor formas de regulamentar as edificações construídas no Brasil, visando ao uso racional da energia elétrica (BRASIL, 2001).

Por meio desta pesquisa foi analisada a eficiência energética da edificação que corresponde ao Bloco I do Centro Universitário de Patos de Minas, tendo como referências as normas pertinentes e as qualificações RTQ-C e RAC-C, onde foram possíveis identificar usos desnecessários e excessivos de energia elétrica gasta em

iluminação, conforto térmico, e etc.

2 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Por volta de 250 anos atrás nascia a sociedade industrial, proveniente as soluções dos conhecimentos científicos para resolver questões práticas. Em um curto espaço de tempo, esta evolução proporcionou ao ser humano a possibilidade de elevar suas expectativas de vida consideravelmente, fazendo com que a população do planeta seja multiplicada por um fator seis (de acordo com a ONU, estima-se que a população mundial seja mais de sete milhões de habitantes) (AGOPYAN, JOHN, 2014).

Atualmente, a agricultura e pecuária produzem alimentos em qualidade e quantidade suficientes e até além do necessário, proporcionando aos seres humanos uma vida mais confortável do que no passado. Porém, o aumento da expectativa de vida e o crescimento populacional estão levando à diminuição dos recursos naturais, o que ressalta a importância da sustentabilidade em todas as áreas. Assim, uma mudança de paradigma é muito importante para o presente e também o futuro, sendo sempre essencial a busca pela evolução dos processos de configuração do ambiente construído. Também é necessário constantemente analisar a fundo sua dinâmica através de métodos de gestão da construção, da operação e da deposição, com redução do desperdício, otimização dos processos construtivos, e melhoria da eficiência energética.

Portanto, profissões tecnológicas têm um importante papel a desempenhar em termos de economia, pois apenas com o pleno uso do conhecimento as alternativas de produção e consumo sustentáveis e justas são encontradas. A responsabilidade advém, também, do impacto ambiental causado por todas as ações praticadas. Impacto esse que pode ser reduzido com o uso adequado dos recursos, reaproveitamento de resíduos, controle de desperdício e direcionamento produtivo (QUEIROZ, 2009).

3 | OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A sustentabilidade na construção civil possui uma cadeia produtiva complexa, pois envolve setores industriais díspares. Desde os projetos, produção das matérias primas até os processos construtivos. Assim, para que uma edificação seja totalmente sustentável é necessário que os conceitos de sustentabilidade estejam em todas as fases da construção.

A produção dos materiais de construção também é uma fonte de emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, e neste contexto destacam-se o uso de combustível fóssil na fabricação e transporte dos materiais, decomposição do calcário e outros carbonatos durante a calcinação e a extração de madeira nativa para emprego tanto como material como combustível (AGOPYAN; JOHN, 2014).

Quase todos os materiais industrializados passam por processos de calcinação:

cerâmicos, cimento, aço, vidro, alumínio, etc. Na maioria dos processos produtivos, as altas temperaturas são obtidas com o uso de energia fóssil não renovável, como derivados de petróleo e o carvão mineral. Em todos os casos, o combustível utilizado aumenta a concentração de CO₂ na atmosfera. A decomposição do calcário em fornos a altas temperaturas é outra fonte significativa de emissão de CO₂ na indústria da construção civil. Cada tonelada de calcário libera 440 kg de CO₂ e gera apenas 560 kg de material. Materiais indispensáveis para a construção, como cimento, aço e a cal hidratada dependem desse processo produtivo. Dos materiais citados, apenas o cimento, é responsável por aproximadamente 5% das emissões de CO₂. O uso de eletrodos de grafite na produção do aço por arco elétrico e alumínio também é outra fonte de destaque (AGOPYAN; JOHN, 2014).

4 | A HISTÓRIA DA LÂMPADA

As primeiras pesquisas realizadas sobre as fontes de luz de origem elétrica têm mais de 100 anos. Em 1854, tendo como inventor Heinrich Goebel, que construiu e usou pela primeira vez uma lâmpada incandescente. Somente vinte e cinco anos mais tarde iniciou-se a produção de lâmpadas incandescentes em escala industrial, graças a notáveis pesquisas realizadas por Thomas Alva Edison, por volta de 1879 (CAVALIN; CERVELIN, 2011).

Em 1898 Auer von Welsbach conseguiu substituir o filamento de carvão pelo filamento metálico (ósmio), aperfeiçoando com essa inovação a lâmpada. Esse modelo já se assemelha com a lâmpada atual. Em 1913 começaram a serem produzidos os filamentos em espiral, e o filamento de ósmio foi substituído pelo de tungstênio (cujo ponto de fusão é de 3.387°C), que apresenta as melhores condições técnicas para esse fim, elevando muito o rendimento luminoso. Com o objetivo de aumentar a vida útil da lâmpada, foram introduzidos gases no receptáculo das lâmpadas, primeiramente o nitrogênio, depois o argônio e por fim, o criptônio. Em 1910 Claude apresentou a lâmpada com funcionamento à base de gases nobres (argônio, xenônio, criptônio, néon e hélio) e de vapor de sódio. Em 1934 apareceu a primeira lâmpada fluorescente que é muito empregada na indústria, comércio e residências (CAVALIN; CERVELIN, 2011).

A partir de então, vários tipos de lâmpadas foram desenvolvidos, e a crescente evolução ainda continua. A busca por maior eficiência energética é o principal motivo das melhorias tecnológicas e a necessidade de economia leva ao desenvolvimento de dispositivos cada vez mais eficientes. Atualmente as lâmpadas incandescentes já estão quase em desuso e até mesmo as fluorescentes estão perdendo espaço para as lâmpadas de LED, sendo que estas últimas além de um consumo de energia relativamente baixo possuem vida útil muito superior.

5 | O LED

Segundo Cavalin e Cervelin (2011), os primeiros estudos sobre o LED foram realizados pelo russo Oleg Losev, na década de 20 do século passado. Como não havia aplicação prática para a época, ficou por muitos anos esquecido. No entanto, que ficou conhecido como o pai do LED foi Nick Holonyak Jr., que em 1962, como funcionário da General Electric, construiu o primeiro LED de uso prático, porém somente na cor vermelha e com baixa intensidade luminosa (1mcd). Posteriormente surgiram os de cor amarela (1960) e verde (1975).

De acordo com o Laboratório de Iluminação do UNICAMP (2016):

O LED é um componente eletrônico semicondutor, ou seja, um diodo emissor de luz (L.E.D = Light Emitter Diode), mesma tecnologia utilizada nos chips dos computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz. Tal transformação é diferente da encontrada nas lâmpadas convencionais que utilizam filamentos metálicos, radiação ultravioleta e descarga de gases, dentre outras. Nos LEDs, a transformação de energia elétrica em luz é feita na matéria, sendo, por isso, chamada de Estado sólido (Solid State).

De acordo com o Laboratório de Iluminação do UNICAMP (2016), os benefícios do uso dos LEDs: maior vida útil; custos de manutenção reduzidos; eficiência; resistência a impactos e vibrações; controle dinâmico da cor; acionamento instantâneo; controle de intensidade variável; cores vivas e saturadas sem filtros; luz direta, aumento da eficiência do sistema; ecologicamente correto; ausência de ultravioleta; ausência de infravermelho; possuem a possibilidade de acendimento e apagamento rápidos possibilitando o efeito “flash”.

6 | O USO DOS EDIFÍCIOS

De acordo com Agopyan e John (2014), estima-se que em nível global, o uso dos edifícios seja responsável por 25% das emissões de CO₂. As emissões podem ser diretas, como a queima de combustíveis fósseis para fins de condicionamento ambiental, aquecimento de água; e indiretas, que são associadas à eletricidade utilizada que é produzida por concessionárias de distribuição. A matriz energética utilizada para a geração de eletricidade é determinante das emissões indiretas associadas ao consumo de eletricidade e apresenta ampla variação. No caso da eletricidade, a construção civil contribui nos aspectos relativos à iluminação, ventilação, aquecimento elétrico ambiental e de água, e ar condicionado. Os potenciais de consumo de cada setor dependem muito das características regionais.

Dentre outras fontes de emissões de gases de efeito estufa na construção civil, incluem-se as emissões de metano associadas à decomposição de matéria orgânica como a madeira, as emissões de compostos orgânicos voláteis de tintas, revestimentos (massa corrida e acrílica, grafiatos, texturas, etc.) adesivos, asfalto e outros materiais de construção, e as emissões associadas aos fluidos de refrigeração e extintores.

7 | GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

A geração industrial de energia elétrica pode ser realizada por meio do uso da energia potencial da água (geração hidrelétrica) ou utilizando a energia potencial dos combustíveis (geração termoelétrica). No Brasil, pelo fato de ser um país com imenso potencial hidráulico, cerca de 74,7% da energia gerada ocorre por meio das hidrelétricas. As termoelétricas existentes no país, 21,5% são termoelétricas convencionais, que utilizam combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral, etc.) e combustíveis não fósseis (madeira, bagaço de cana, etc.), e 2,1% são nucleares (urânio enriquecido) (CREDER, 2012).

A energia elétrica é medida por instrumentos que se chamam quilowatt-hora-metro, que são dispositivos integradores, que somam a potência consumida ao longo do tempo. O princípio de seu funcionamento é o mesmo de um motor de indução, ou seja, os campos gerados pelas bobinas de corrente e de potencial induzem correntes em um disco, provocando a sua rotação. Solidário com o disco existe um eixo em conexão com uma rosca sem-fim, que provoca a rotação dos registradores, os quais fornecerão a leitura (CREDER, 2012).

8 | CLIMA, VENTILAÇÃO E ILUMINAÇÃO NATURAL

O clima é um fator de peso no projeto e na habitação do homem, sendo ele variável e permanente no tempo, sendo composto por fatores estatísticos (posição geográfica e relevo) e fatores dinâmicos (temperatura, umidade, movimento do ar e radiação), (MASCARÓ, 1985).

Logo, em breve análise, percebe-se que o clima pode ser ou não favorável à construção civil, interligado a sustentabilidade com eficiência no uso e construção. Não tardia é sua importância na geração de energia, visto que a população consumista-egotadora, usufrui descontroladamente dessa fonte, o clima nos favorece em vários âmbitos de energias sustentáveis e autossuficientes, utilizando-se de recursos naturais e por vezes inesgotáveis, como vento e sol, (MASCARÓ, 1985).

Os fatores climáticos estão em união, temperatura, umidade, movimento do ar, radiação, e todos afetam o desempenho térmico do edifício.

Segundo Mascaró (1985), a taxa de ganhos ou perdas de calor do edifício depende de um conjunto de fatores, como: diferença de temperatura interior e exterior, sendo este, vinculado às características do material e da cor das superfícies; localização, orientação; características do entorno natural e construído; ação do vento; localização estratégica dos equipamentos.

Tal qual Mascaró, (1985, p. 22) aconselha-se orientar o edifício na direção do vento dominante favorável e, sempre que possível, nas latitudes maiores, fazê-lo favoravelmente em relação à carga térmica recebida no período quente. Sua forma deve ser definida em função da orientação disponível, minimizando a carga térmica

ganha e o consumo de energia operante, (MASCARÓ, 1985).

Lembrando que a vegetação, a topografia e a massa construída auxiliam na intensidade dos ventos, mudando assim seu desempenho. Uma característica relevante do Bloco I e seu entorno, é que sua arborização favorece o controle a radiação solar direta, suavizando assim a temperatura do ar.

“Os impactos da urbanização na ventilação urbana, inevitáveis nos climas quente-úmidos, podem ser otimizados por meio da altura relativa, forma e distância entre os edifícios, reduzindo os consumos de energia” (MASCARÓ, 1985, p. 33).

Diante do exposto conclui-se que uma alternativa cabível e adequada para as duas fases climáticas está no bom planejamento do projeto, o adequando às necessidades do edifício.

Sérgio Rocha (2012, p. 30) cita que telhados verdes oferecem uma estratégia inteligente e de alto impacto para amenizar a aridez e os efeitos das mudanças do clima nas cidades modernas. Inúmeras cidades reconhecem esses serviços e oferecem incentivos fiscais e reduções de impostos, sinalizando mudanças de rumo no planejamento e na reestruturação da infraestrutura urbana.

Ventilação natural é um procedimento que permite a movimentação do ar no interior das edificações, e que não utiliza energia elétrica ou mecânica para sua realização.

Fanger *et al* (1987) afirmam que para promover um ambiente confortável, é essencial um melhor entendimento das respostas do corpo humano ao movimento de ar, para poder desenvolver uma distribuição adequada da ventilação nos ambientes. A ventilação não traz apenas conforto, ela também pode promover desconforto, como com resfriamento indesejado em alguma parte do corpo humano. É comum esse desconforto em ambientes com ar condicionado como carros, ônibus e aviões, e essa sensação muitas vezes faz com que as pessoas interrompam a ventilação ou até aumentem a temperatura nos equipamentos de condicionamento de ar, o que não melhora as condições de conforto.

Mascaró (1985, p. 71) conclui que a localização relativa dos prédios – levando em consideração a medida máxima, comprimento, largura, altura e sua orientação em relação à direção do vento – será de fundamental importância para ventilação natural.

A visão humana evoluiu ao longo de milhões de anos usando a luz natural – uma combinação de luz solar direta e luz difusa do céu – e por esse motivo apresenta maior facilidade de se adaptar a ela. A luz natural é uma fonte luminosa de espectro completo, por isso é usada como referência na comparação com as fontes artificiais. Também é considerada a melhor fonte de luz para a fidelidade na reprodução das cores, (ROBBINS, 1986).

A luz natural pode fornecer parte ou toda a iluminação para a execução de tarefas visuais, mas também pode causar desconforto visual e térmico, pois ela varia em nível e composição espectral de acordo com o tempo. Assim se deve fornecer um controle adequado da luz, com persianas ou trises, de tal forma que a luz solar não atinja

diretamente os trabalhadores e/ou as superfícies no interior do campo de visão (NBR ISO CIE 8995-1/2013).

Sistemas de acionamento automático de iluminação como sensores de presença e temporizadores são alternativas eficientes de se evitar o consumo desnecessário de energia elétrica e também o desgaste natural do uso dos equipamentos.

Vale ressaltar que uma boa visualização de uma tarefa tem impacto direto sobre o tempo necessário para fazê-la, e assim uma boa iluminação influencia diretamente na produtividade, e também na segurança.

9 | RTQ-C: REGULAMENTO TÉCNICO DE QUALIDADE

Trata-se de uma apresentação do Processo de Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética de Edificações, que analisa o desempenho energético de um edifício, para concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE - atendendo ao Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, (RTQ-C, 2013).

A razão de etiquetar edificações é informar o nível de eficiência energética das edificações, diminuir o consumo de energia, aprimorar o conforto térmico, incentivar as inovações tecnológicas e garantir edificações energeticamente mais eficientes. Para se obter a etiqueta, deve-se seguir dois métodos: o método prescritivo e o método de simulação, (RTQ-C, 2013).

O método prescritivo utiliza equações para o cálculo de eficiência energética da edificação. No método de simulação, que utiliza modelagem computacional para tal classificação, a utilização de um dos desses dois métodos resultará na obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Esta que poderá ser adquirida em duas fases, uma durante a fase de projeto, onde as decisões mais importantes da edificação são tomadas; a outra, após a edificação construída, (RTQ-C, 2013).

Após a conclusão da obra, deve-se solicitar a ENCE de Edificação Construída. Esta etiqueta somente pode ser solicitada depois de concedido o alvará de conclusão da obra ou comprovada às ligações definitivas para fornecimento de energia elétrica e gás combustível pelas respectivas concessionárias, (RTQ-C).

Para se alcançar nível A, é necessário que 100% da demanda sejam atendidas pelos seguintes sistemas:

- Sistema de aquecimento solar;
- Aquecedores de gás do tipo instantâneo;
- Sistema de aquecimento de água por bomba de calor;
- Caldeiras de gás.

Segundo RTQ-C (2013), iniciativas que aumentem a eficiência energética da edificação podem aumentar em até um ponto ou um nível a classificação final da edificação. Essas iniciativas são chamadas de bonificações e podem ser:

- Racionalização de água;
- Sistemas e Fontes Renováveis de Energia;
- Sistema de Cogeração e Inovações Técnicas ou Sistemas;
- Elevadores que atingem nível A.

Os usuários também têm participação decisiva no uso de edifícios eficientes através de seus hábitos, podendo reduzir de forma significativa o consumo de energia, contribuindo para o aumento da eficiência das edificações e redução de desperdícios. Assim, conclui-se que todos os envolvidos na concepção e utilização dos edifícios e seus sistemas podem contribuir para criar e manter edificações energeticamente eficientes.

Um edifício eficiente com usuários ineficientes pode tornar-se um edifício ineficiente. Da mesma forma, edifícios ineficientes podem aumentar consideravelmente sua eficiência se houver empenho de seus usuários (Manual de Aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C, 2016).

Os aspectos envolvidos na qualificação RTQ-C são: Envoltória, Iluminação e Condicionamento de ar.

De acordo com Lamberts, *et. al*, (2013) a classificação da envoltória é feita através da determinação de um conjunto de índices referentes às características do edifício. Componentes opacos e dispositivos de iluminação zenital são definidos em pré-requisitos, enquanto as aberturas verticais são avaliadas através de equações. Como parte da avaliação no que se refere à envoltória, tem-se: cobertura, fachada e aberturas, volume, área de piso e orientação das fachadas.

A eficiência da iluminação é determinada calculando a densidade de potência instalada pela iluminação interna, de acordo com as diferentes atividades exercidas pelos usuários de cada ambiente. A determinação da iluminação adequada para cada atividade é feita com base na ABNT NBR ISO CIE 8995-1/2013. Desta forma, é calculada a potência instalada de iluminação, a iluminância de projeto e a iluminância gerada pelo sistema para determinação da eficiência. Quanto menor a potência utilizada, menor o consumo de energia e mais eficiente é o sistema. Esse item deve ser avaliado por ambiente, pois podem ter diferentes usos, portanto diferentes necessidades de iluminação, (LAMBERTS, *et. al*, 2013).

Segundo Lamberts, *et. al*, (2013) quanto ao condicionamento de ar, sua eficiência leva em consideração:

- Sistemas individuais: consultas dos níveis de eficiência dos aparelhos instalados na edificação, já classificados pelo INMETRO;
- Sistemas de condicionamento de ar centrais (não classificados pelo INMETRO): prescrições definidas no regulamento. Depende da verificação de um número que requisitos.

O RTQ-C apresenta os critérios para classificação completa do nível de eficiência energética do edifício através de classificações parciais da envoltória, do

sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar. Uma equação pondera estes sistemas através de pesos estabelecidos no regulamento e permite somar à pontuação final bonificações que podem ser adquiridas com inovações tecnológicas, uso de energias renováveis, cogeração ou com a racionalização no consumo de água, (BRASIL, 2009).

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é obtida através de avaliação dos requisitos contidos no RTQ-C para o edifício usando o método descrito no RAC-C. O caráter voluntário do RTQ-C visa preparar o mercado construtivo, de forma gradativa, a assimilar a metodologia de classificação e obtenção da etiqueta. A metodologia de classificação está presente no texto do Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ-C) do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Público, enquanto a metodologia de obtenção da etiqueta refere-se aos procedimentos para avaliação junto ao INMETRO, e está presente no Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C), (LAMBERTS, *et. al.*, 2013).

Diante de tanta informação e urgência na análise do comportamento do edifício e a precisão da sua regularização, foram debatidas no Encontro Nacional de Normalização Ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Ambiental em Edificações (CHICHERCHIO; FROTA; LAMBERTS, 1991) que deu princípio as normas vigentes ABNT NBR 15220 (2005) e ABNT NBR 15575 (2008).

A partir da publicação da NBR 15220 (2005) houve uma padronização inicial na definição das características construtivas necessárias no sentido de fomentar a melhoria do desempenho térmico das edificações brasileiras, já que foram definidos parâmetros para distintos contextos brasileiros caracterizados por diferentes zonas bioclimáticas, (CUNHA, 2009).

No Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas é bastante significativo, correspondendo a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país. Em contrapartida, o potencial de economia de energia desse setor também é expressivo, uma vez que edificações novas construídas de acordo com os padrões instituídos pela Etiquetagem PBE Edifica podem obter uma economia de até 50%, já as edificações existentes que sofrerem grandes reformas, uma economia de até 30% (PROCEL, 2016).

10 | METODOLOGIA

O estudo foi realizado na cidade de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais, situada nas coordenadas geográficas 18°34'44" latitude Sul, 46°31'05" longitude Oeste, com altitude de 832 metros, no Bloco I do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Para atingir os objetivos propostos, primeiramente foram desenvolvidas pesquisas

bibliográficas na busca por referências, estudos de caso e métodos para proceder com toda a análise e cálculos necessários. Foram feitos o levantamento dos dispositivos instalados, seus respectivos consumos e os tempos de uso, o levantamento dos dados da edificação referente à envoltória, iluminação e condicionamento de ar através de visitas *in loco* e projetos disponibilizados pelo professor Marcelo Ferreira Rodrigues. Foram quantificados os equipamentos utilizados, e, após a obtenção de todas as informações necessárias, foram feitos os cálculos de acordo com o Manual de Aplicação RTQ-C.

Foi verificado se as condições de iluminação e condicionamento de ar para a edificação se adequa às necessidades de uso e ocupação de cada ambiente e aos parâmetros estabelecidos pelas qualificações RTQ-C e RAC-C.

Na aplicação do método prescritivo, três sistemas avaliativos foram levados em consideração, sendo a envoltória que representa 30% da avaliação final, o sistema de iluminação que desempenha 30% da nota e o sistema de condicionamento de ar que equivale a 40% do total da classificação da edificação.

Antes de analisar esses sistemas, foram feitas diversas verificações que envolvem o edifício e são definições indispensáveis para esta avaliação em estudo.

11 | RESULTADOS

Com base nos dados coletados, foram feitas análises e obtidos diversos resultados, os quais são descritos a seguir.

Foram propostas intervenções, tais como:

- A substituição de todas as lâmpadas fluorescentes por LED;
- A instalação de sensores de presença;
- A elaboração de campanhas de conscientização de usuários e colaboradores para um uso racional, onde os mesmos ficam responsáveis em não utilizar os dispositivos de iluminação e ar condicionado desnecessariamente.

Para chegar no nível de classificação geral no edifício são atribuídos pesos a cada item avaliado de acordo com o RTQ-C, então utilizou-se os equivalentes numéricos também prescritos no RTQ-C de acordo com o nível atingido em cada item avaliado, o que consta no quadro 1:

Item Avaliado:	Equivalente numérico	Peso atribuído
Envoltória	1,00 (nível E)	30%
Sistema de Iluminação	4,00 (nível B)	30%
Sistema de condicionamento de ar	5,00 (nível A)	40%

Quadro 1 - Equivalente numéricos e peso atribuído a cada componente avaliado

Fonte: Manual RTQ-C (2016).

Por fim, através da equação de Pontuação Total (PT) determinou-se a classificação geral do edifício quanto à sua eficiência energética. O valor obtido para $PT = 3,726$ indica que a edificação se enquadra no nível B segundo a tabela de classificação geral presente no manual.

Esses resultados proporcionam análise geral da eficiência energética, o que possibilita ao UNIPAM solicitar futuramente a avaliação de conformidade juntamente ao PROCEL EDIFICA, de maneira a obter recursos que proporcionem a melhoria da eficiência nos pontos críticos desta edificação e, posteriormente requerer o Selo PROCEL para edificações.

12 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que uma significativa redução no consumo de energia da edificação em estudo pode ser proporcionada pelas propostas feitas por este trabalho. O desenvolvimento das campanhas de conscientização propostas, como palestras ministradas na instituição, as quais tratarão do assunto em questão, visto que é um tema atual e de grande importância para a sociedade como um todo. Outra alternativa relacionada às campanhas de conscientização é a afixação de cartazes em pontos estratégicos onde ocorrem os consumos desnecessários e excessivos. Assim, a economia de energia deve ser um assunto debatido e estudado não só como rentabilidade, mas também como conscientização em relação ao uso dos recursos naturais e crescimento sustentável.

Na análise das plantas em projetos no AutoCAD, nota-se que o executado está em harmonia com o projetado, estando sempre em processos de melhorias contínuas e significativas para o Bloco I e a instituição em geral.

A implantação de todas as propostas de mudanças proporcionará uma economia considerável, sendo o consumo mensal atual médio de 23893,36 KWh e após a implantação das propostas o consumo médio passará a ser de 16346,48 KWh, proporcionando uma diminuição para 68,41% do consumo atual.

Foi calculado a viabilidade financeira de implantação das propostas, sendo que considerando o orçamento menor, o tempo estimado de retorno é de 5,79 meses, ou seja, em seis meses o custo dos dispositivos será coberto pela economia proporcionada.

Diante do exposto conclui-se que a classificação geral do edifício é nível B. A necessidade de intervenção em busca de melhorias deste caso torna-se facultativo, visto que para atingir um nível melhor de eficiência, ou seja, nível A seria necessário a implantação de uma série de projetos mais específicos financeiramente inviáveis e com incertezas quanto ao resultado final.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M.. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. 2. reed. São Paulo: Blucher, 2014. 141 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro, 2008.
- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. **Daylighting em Arquitetura: um livro de referência europeu**. Londres: James & James, 1993. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Integra%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20Natural%20e%20Artificial%20-%20M%C3%A9todos%20e%20Guia%20Pr%C3%A1tico%20Para%20Projeto%20Luminot%C3%A9cnico.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2016.
- BOWER, J. – **Compreender Ventilação: Como conceber, seleccionar , e instalar sistemas de ventilação residenciais** - The Healtly House Institute, 1995. Disponível em < <http://pgquimica.sites.ufms.br/wp-content/blogs.dir/117/files/2015/01/A-ventila%C3%A7%C3%A3o-natural-como-estrat%C3%A9gia-visando-proporcionar-conforto-t%C3%A9rmico-e-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-no-ambiente-interno-do-RU-UFMS-2004.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2016.
- BRASIL. **Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001a. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%C2%BA4.059-2001.html>>. Acesso em: 14 mar. 2016.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)**. Portaria 163, de 08 de junho de 2009. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Rio de Janeiro, 2009a. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001462.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2016.
- BRASIL. **Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia. Brasília, 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 14 mar. 2016.
- CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais: Conforme Norma NBR 5410/2004**. 21. ed. São Paulo: Érica, 2011. 422 p.
- CHICHIERCHIO, L. C.; FROTA, A. B. Proposta para Abordagem e Organização do Estudo sobre Normalização Ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Térmico em Edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE NORMALIZAÇÃO LIGADA AO USO RACIONAL DE ENERGIA E AO CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES, 1., 1991, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 1991. p. 17- 25.
- CONNECT PARTS. **Sensores e receptores**. Disponível em: <<http://www.connectparts.com.br/alarmes-e-seguranca/seguranca-residencial/sensores-e-receptores>>. Acesso em: 25 set. 2016.
- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 428 p.
- DA CUNHA, Eduardo; FRITSCH, Rodrigo. **Verificação da formação de mofo e bolor em superfícies interiores de paredes exteriores situadas na zona bioclimática 3 de acordo com a NBR 15220 e NBR 15575**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2009, Natal, RN. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/acervos/resumo/page/80/codigo_biblio/88182/cod/1>. Acesso em: 14 mar. 2016.

FANGER, P.O.; *et.al.* - **Air Turbulence and Sansation of Draught. Energia e Construção**, 12 (1988) 21-39. Disponível em: <<http://pgquimica.sites.ufms.br/wp-content/blogs.dir/117/files/2015/01/A-ventila%C3%A7%C3%A3o-natural-como-estrat%C3%A9gia-visando-proporcionar-conforto-t%C3%A9rmico-e-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-no-ambiente-interno-do-RU-UFMS-2004.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

FREITAS, Warlos, 2011. NBR 15.575 Norma deve mudar a construção civil brasileira. Disponível em: <<http://usimak.blogspot.com.br/2011/10/nbr-15575-norma-deve-mudar-construcao.html> >. Acesso em: 14 mar. 2016.

ISO 7730 - Ambientes térmicos moderados - Determinação dos índices de PMV e PPD e especificação das condições de conforto térmico. Padrão internacional - Referência número ISO 7730-1994(E). Disponível em: <<http://pgquimica.sites.ufms.br/wp-content/blogs.dir/117/files/2015/01/A-ventila%C3%A7%C3%A3o-natural-como-estrat%C3%A9gia-visando-proporcionar-conforto-t%C3%A9rmico-e-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-no-ambiente-interno-do-RU-UFMS-2004.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

LAMBERTS, Roberto; CARLO; et. al. **Manual para aplicação do RTQ-C, 2013**. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manualv02_1.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

MARCAP ENGENHARIA - **Lâmpadas de LED unem economia à sustentabilidade, 2012**. Disponível em: <<http://marcap.com.br/blog/?p=398>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

LINSE – **Laboratório de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações (2016)**. Disponível em: <<http://linse-ufpel.com.br/>> Acesso em: 25 mar. 2016.

MANUAL DE APLICAÇÃO DOS REGULAMENTOS: **RTQ-C e RAC-C (2016)**. Disponível em: <<http://pga.pgr.mp.br/documentos/guia-4> > . Acesso em: 21 de maio 2016.

MARCAP ENGENHARIA, 2012. **Lâmpadas de LED unem economia à sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.starledluminarias.com.br/2016/02/lampadas-de-led-unem-economia-a-sustentabilidade/>>. Acesso em: 21 maio 2016.

MASCARÓ, Lúcia R. **Energia na Edificação** – estratégia para minimizar seu consumo. 1985. 136 f.

MATTEDE, Henrique, 2016. **A NBR 5413** – Iluminância de Interiores. Disponível em: <<http://www.mundodaeletrica.com.br/a-nbr-5413-iluminancia-de-interiores/> >. Acesso em: 14 mar. 2016.

MECATRÔNICA ATUAL. **Sistema de controle na usina de Itaipu**. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/955-sistema-de-controle-na-usina-de-itaipu>>. Acesso em: 21 maio 2016.

MEDEIROS, Heloisa, 2011. **Evolução Verde - Revista Técnica**. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/182/artigo285933-1.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

NETO, Carlos Boabaid, 2009. Área técnica de refrigeração e condicionamento de ar - transferência de calor (TCL). Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/e/ee/TCL_Vol_II_-_Isolamento_Termico.pdf >. Acesso em: abr. 2016.

NEW BUILDINGS INSTITUTE, INC – NBI. **Advanced Lighting guidelines - EDIFÍCIOS NOVOS INSTITUTE, INC - NBI . orientações Avançadas de Iluminação, 2003**. Disponível em: <http://www.newbuildings.org/downloads/ALG_2003.pdf >. Acesso em: 02 mai. 2016.

ONUBR. **Nações Unidas no Brasil**. População Mundial. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>>. Acesso em: 24 maio 2016.

PLANETA SUSTENTÁVEL, 2016. Disponível em: < <http://planetasustentavel.abril.com.br/pops/comparacao-lampadas.shtml> />. Acesso em: 24 maio 2016.

PÉREZ-LOMBARD, L. *et al.* A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. **Energy and Buildings**, - **A revisão dos conceitos de benchmarking , classificação e rotulagem no âmbito da construção de sistemas de certificação energética.** *Energia e Edifícios*, Oxford, v. 41, p. 272-278, 2009.

POGERE, A. **Estudo de Átrios Como Elementos Condutores de Iluminação Natural**, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Integra%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20Natural%20e%20Artificial%20-%20M%C3%A9todos%20e%20Guia%20Pr%C3%A1tico%20Para%20Projeto%20Luminot%C3%A9cnico.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2016.

PROCEL, **Procel Info**. Edificações. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04}>> Acesso em: 20 mar. 2016.

PROCEL, **Procel Info**. Selo PROCEL. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632}>> Acesso em: 19 mar. 2016.

PROCELINFO. **A tendência da eficiência energética.** PROCELINFO, 2010. Disponível em:< <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>>. Acesso em: 03 maio 2016.

RAMOS, Greice; LAMBERTS, Roberto. **Relatório Técnico Do Método De Avaliação Do Sistema De Iluminação Do RTQ-C.** Disponível em: <<http://pga.pgr.mpf.mp.br/documentos/guia-4>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

RIBEIRO, André. **Sensor de Presença, Focélula e Temporizador, 2013.** Disponível em: < <http://dicasdeandreribeiro.blogspot.com.br/2013/11/sensor-de-presenca-fotocelula-e.html> > . Acesso em 28 ago. 2016.

ROBBINS, C. L. **Daylighting: Desing and Analysis** – Projeto e Análise. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1986. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Integra%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20Natural%20e%20Artificial%20-%20M%C3%A9todos%20e%20Guia%20Pr%C3%A1tico%20Para%20Projeto%20Luminot%C3%A9cnico.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

ROCHA, Sérgio. Telhados Verdes. *In*: SOUZA, Josiane. (Coord.). **Sustentabilidade nas obras e nos projetos: questões práticas para profissionais e empresas.** São Paulo: Pini, 2012. P. 30.

Sustentabilidade nas obras e nos projetos: questões práticas para profissionais e empresas. São Paulo: Pini, 2012. 107 p.

TOLEDO, E. –**Ventilação natural das habitações**, Edufal, 1999. Disponível em: < ytbvmkhttp://pgquimica.sites.ufms.br/wp-content/blogs.dir/117/files/2015/01/A-ventila%C3%A7%C3%A3o-natural-como-estrat%C3%A9gia-visando-proporcionar-conforto-t%C3%A9rmico-e-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-no-ambiente-interno-do-RU-UFMS-2004.pdf > . Acesso em: 02 de maio 2016.

QUEIROZ, Gilson. **Sustentabilidade e Eficiência Energética no Ambiente Construído** - Belo Horizonte, 2009. Disponível em <<http://www.creamg.org.br/publicacoes/Cartilha/Sustentabilidade%20e%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20no%20Ambiente%20Constru%C3%ADdo.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

UNICAMP. **Laboratório de Iluminação.** O LED. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>>. Acesso em: 22 maio 2016.

VIANNA, N. E GONÇALVES, J. **Iluminação e arquitetura**, São Paulo: Geros, 2001. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Integra%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20Natural%20e%20Artificial%20-%20M%C3%A9todos%20e%20Guia%20Pr%C3%A1tico%20Para%20Projeto%20Luminot%C3%A9cnico.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2016.

VIEIRA, Jeann. **Evolução da sustentabilidade na construção civil e dos sistemas de certificação** – SustentArqui, 2014. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/evolucao-da-sustentabilidade-na-construcao-civil-e-dos-sistemas-de-certificacao/>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-429-0

