

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# Sustentabilidade:

Abordagem científica e  
de inovação tecnológica



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# Sustentabilidade:

Abordagem científica e  
de inovação tecnológica



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Sustentabilidade: abordagem científica e de inovação tecnológica

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade: abordagem científica e de inovação tecnológica / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0436-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.361220208>

1. Sustentabilidade. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 333.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Sustentabilidade: Abordagem Científica e de Inovação Tecnológica” é constituído por oito capítulos que procuraram investigar a relação do homem com a natureza em seus variados aspectos, bem como a influência das ações antrópicas em detrimento tanto dos recursos naturais utilizados, quanto da preservação dos ambientes que passaram por modificações em função da construção de cidades.

O primeiro capítulo apresenta uma analogia didática a ser desenvolvida para o desenvolvimento de uma consciência ambiental e uma maior gestão ambiental dos recursos hídricos destinados ao abastecimento público. Já o capítulo 2 se atentou a apresentar o desenvolvimento tecnológico, bem como a redução dos impactos ambientais a partir do uso de Lâmpadas de Emissor de Diodo (LED). O terceiro capítulo aborda a importância do desenvolvimento de uma matriz pedagógica que se empenhe no desenvolvimento de práticas mais sustentáveis no âmbito de instituições de ensino superior. O capítulo 4 apresenta a ideia de aproveitamento máximo da matéria-prima, bem como a incorporação de materiais recicláveis na composição de peças desenvolvidas no Ateliê do Joca localizado no Rio de Janeiro.

O quinto capítulo se constitui em um relatório anual do Plano de Logística Sustentável (PLS) desenvolvido pelo 19º Tribunal Regional do Trabalho (TRT) que apresentou uma redução de gastos de 39% em relação ao ano de 2020. O capítulo 6 procurou investigar a capacidade de percepção das pessoas em relação a lugares de memória localizados na região central da capital do estado de Santa Catarina. O sétimo capítulo apresenta uma investigação que estabeleceu a importância do marketing e da psicologia social, com o intuito de aperfeiçoar e aumentar o engajamento da sociedade. Por fim, o capítulo 8 apresenta um estudo em que se busca a valorização tecnológica de frutas exóticas (Lichia, Longan e Rambutã) e suas inúmeras propriedades biológicas.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### FORNECIMENTO DISTRIBUÍDO DE ÁGUA: UMA ANALOGIA DIDÁTICA

Zedequias Machado Alves

Lilian de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202081>

### **CAPÍTULO 2..... 6**

#### ASPECTOS TECNOLÓGICOS, AMBIENTAIS E LEGAIS DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Lirio Closs

Eduardo Luan Pilonetto

Maristela Heinen Gehelen

Jacir Favretto

Mari Aurora Favero Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202082>

### **CAPÍTULO 3..... 15**

#### CAMPUS UNIVERSITÁRIO COMO MATRIZ PEDAGÓGICA PARA PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE

Beatriz Martins Arruda

Gislaine Aparecida Moreira

Paula Verônica Antunes Garanito

Kely Carolina Soares

Emília Wanda Rutkowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202083>

### **CAPÍTULO 4..... 17**

#### DESIGN E APROVEITAMENTO MÁXIMO

Joyce Santos Rêgo de Albuquerque

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202084>

### **CAPÍTULO 5..... 19**

#### RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT19 ANO BASE 2021

Emanoel Ferdinando da Rocha Júnior

Flávia Caroline Fonseca Amorim

Thiago Camelo Fonseca

Victor Rezende Dorea

Marcus Paulo Veríssimo de Souza

Flávio Luiz da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202085>

### **CAPÍTULO 6..... 32**

#### PERCEPÇÃO DE LUGARES DA MEMÓRIA URBANA NA REGIÃO CENTRAL DE

FLORIANÓPOLIS: UM RECORTE DE PESQUISA

Denise Ouriques Medeiros

Richard Perassi Luiz de Sousa

Tarcísio Vanzin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202086>

**CAPÍTULO 7..... 46**

SMART CITIES – FATORES CRÍTICOS PARA O ENGAJAMENTO CÍVICO

Carlos A. P. Franchi

Leonardo Moreira Oliveira

Rogério Leitão Nogueira

Carlos Alberto Figueiredo da Silva

André Luis Azevedo Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202087>

**CAPÍTULO 8..... 61**

VALORIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE SUB-PRODUTOS DE FRUTAS EXÓTICAS: NOVO INGREDIENTE FUNCIONAL

Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha

Carla Alexandra Lopes de Andrade de Sousa e Silva

Clémence Maryline Jeannine Ferchal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3612202088>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 83**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 84**

# CAPÍTULO 2

## ASPECTOS TECNOLÓGICOS, AMBIENTAIS E LEGAIS DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Data de aceite: 04/07/2022

Lirio Closs

Eduardo Luan Pilonetto

Maristela Heinen Gehelen

Jacir Favretto

Mari Aurora Favero Reis

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU.

**RESUMO:** O diodo emissor de luz (LED) tem se destacado na iluminação pública por apresentar atrativos nos aspectos tecnológicos, ambientais e econômicos, em relação às tecnologias tradicionais. O uso de tecnologias mais limpas, como o LED, no uso da energia gera mudanças nos sistemas de iluminação pública e na sustentabilidade do sistema. Em estudo realizado em 2018 na iluminação pública da cidade de Concórdia, Santa Catarina, onde identificou que a substituição da tecnologia tradicional, por tecnologias LED para solucionar muitos dos problemas. Atualmente a cidade já contempla iluminação com tecnologia LED no centro da cidade, porém ainda há dúvidas sobre os aspectos ambientais e legais do destino dos materiais substituídos no sistema. Esta revisão da literatura tem como objetivo pesquisar os aspectos tecnológicos, ambientais e legais

relacionados à tecnologia LED e descarte de materiais gerados na iluminação pública. No aspecto ambiental, o LED se destaca na eficiência energética, vida útil, possibilidade de controle na intensidade luminosa, proteção do meio ambiente e outros. No aspecto legal, a Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) atribui responsabilidade no gerenciamento de resíduos sólidos perigosos, como as lâmpadas de mercúrio. E, neste caso, a logística reversa se apresenta como principal alternativa. Portanto, mudanças de governança urbana, como na iluminação pública, pode resultar avanços globais nas mudanças climáticas e nas políticas urbanas para atender aos objetivos de desenvolvimento sustentável para atender a Agenda 2030.

**PALAVRAS-CHAVE:** LED; Iluminação Pública; Legislação; Direito Ambiental.

### TECHNOLOGICAL, ENVIRONMENTAL, AND LEGAL ASPECTS OF STREET LIGHTING

**ABSTRACT:** The light-emitting diode (LED) has stood out in public lighting for presenting attractive technological, environmental, and economic aspects, in relation to traditional technologies. The use of cleaner technologies, such as LED, in the use of energy, generates changes in public lighting systems and in the sustainability of the system. In a study carried out in 2018 on public lighting in the city of Concórdia, Santa Catarina, where he identified that the replacement of traditional technology with LED technologies to solve many of the problems. Currently, the city

already includes lighting with LED technology in the city center, but there are still doubts about the environmental and legal aspects of the destination of the materials replaced in the system. This literature review aims to research the technological, environmental, and legal aspects related to LED technology and the disposal of materials generated in public lighting. In the environmental aspect, LED stands out in terms of energy efficiency, useful life, the possibility of controlling light intensity, environmental protection, and others. In the legal aspect, Law No. 12,305, of August 2, 2010 – National Solid Waste Policy (PNRS) assigns responsibility for the management of hazardous solid waste, such as mercury lamps. And, in this case, reverse logistics presents itself as the main alternative. Therefore, changes in urban governance, such as in street lighting, can result in global advances in climate change and urban policies to meet sustainable development goals to meet the 2030 Agenda.

## INTRODUÇÃO

Na iluminação pública a inovação tecnológica do diodo emissor de luz (do inglês Light Emitting Diode - LED) tem se destacado no sistema de iluminação pública devido ao potencial econômico relacionados a eficiência energética. Entre os atrativos, destaca-se a inovação tecnológica, potencial econômico e a ampla ascensão no uso de tecnologias mais limpas de energia, promovendo mudanças nos sistemas de iluminação. O sucesso ou o fracasso desta tecnologia terá consequências energéticas e do carbono a longo prazo, devido a transição global para a redução do carbono para atender a Agenda 2030 (KAMAT; KHOSLA; NARAYANAMURTI, 2020; ONU, 2015).

É possível encontrar no mercado uma variedade de lâmpadas mais eficientes que reduzem quantidades significativas no consumo de energia ao longo de sua vida útil, porém pouco se sabe sobre a legislação e o impacto destas junto ao meio ambiente (YU; SOO; DOOLAN, 2016). Também, conforme os autores, há variação na depreciação dos lumens ao longo de sua vida útil, quando comparadas às lâmpadas de LED com às de vapor de mercúrio e há diferença significativa no impacto ambiental na fabricação destes dois tipos de lâmpadas. Outro fator que tem contribuído para o uso do LED é a sua certificação compulsória, que impulsiona o processo de qualificação dos produtos mais significativos em relação à segurança, ao consumo e eficiência energética (ROSITO, 2009).

Quanto aos materiais na substituição do sistema, antes de 2014 as lâmpadas queimadas eram descartadas em lixo comum. Pesquisa realizada na Universidade Federal de Uberlândia, onde se preocupa com a preservação do meio ambiente e, ainda, para atender à Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), avalia a gestão de resíduos sólidos e instituiu processos para o descarte adequado desse material (RODRIGUES; VAZQUEZ; MORAIS, 2019).

Em 2018 iniciamos uma pesquisa de coleta de dados para avaliar o sistema de iluminação pública tradicional de Concórdia. O sistema, composto por lâmpadas de vapor de sódio e de vapor de mercúrio, demonstrou apresentar baixa eficiência na conservação da energia, falta de manutenção e problemas na intensidade luminosa (JÚNIOR et al.,

2020). O estudo proporcionou concluir que a substituição da tecnologia tradicional por tecnologias LED poderia solucionar muitos dos problemas identificados.

Em 2020 a prefeitura de Concórdia inicia a fase de substituição das tecnologias, nos logradouros de maior acesso e atualmente a cidade de Concórdia já contempla iluminação com tecnologia LED no centro da cidade. Entretanto, ainda há muitas dúvidas sobre os aspectos ambientais e legais em relação à destinação e/ou utilização dos materiais substituídos pelas luminárias LED (lâmpadas e reatores).

Esse capítulo tem como objetivo pesquisar os aspectos tecnológicos, ambientais e legais relacionados à tecnologia LED e descarte de materiais gerados na iluminação pública. Para atender o objetivo proposto a pesquisa bibliográfica foi realizada nos aspectos tecnológicos, ambientais e legais. O texto será apresentado em quatro seções: (i) A importância da tecnologia LED na iluminação pública; (ii) Aspectos legais relacionados à iluminação pública; (iii) Logística reversa de lâmpadas fluorescentes e (iv) a relação entre iluminação pública e as mudanças climáticas.

## A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA LED NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Os sistemas de iluminação têm sido submetidos à avanços tecnológicos, em especial aqueles relacionados ao emprego da eletrônica nos processos de ignição, acionamento e promoção da eficiência energética, com o emprego dos diodos emissores de luz (LED - light emitting diode), no sistema de iluminação destinado ao ambiente público (RIBEIRO et al., 2012). Com o passar dos anos, pesquisadores e engenheiros foram experimentando diferentes semicondutores com o objetivo de tornar as lâmpadas LEDs mais eficientes. Atualmente são as lâmpadas com maior eficiência energética disponível no mercado, isso ocorre porque transformam quase toda a sua energia em luz, diferentemente das lâmpadas incandescentes que dissipam parte da energia sob a forma de calor.

Quanto à característica física (TEIXEIR; RIVERA; REIFF, 2016): as incandescentes tem seu funcionamento por um filamento aquecido e emite ondas na escala infravermelha (calor); as fluorescentes descarga elétrica no gás (vapor de mercúrio) e emite radiação ultravioleta, que provoca a excitação do fósforo que reveste internamente as lâmpadas; as lâmpada de descarga de gases da baixa e alta pressão (HID), que também utilizam a descarga elétrica para estimular a emissão luminosa pelo gás contido na lâmpada; o LED é um dispositivo semicondutor que emite luz por eletroluminescência, na faixa visível, considerado a quarta geração das tecnologias em iluminação artificial.

Entre as tecnologias, o LED se destaca na eficiência energética, vida útil, possibilidade de controle na intensidade luminosa, proteção do meio ambiente e outros. Esta mudança nas tecnologias de iluminação pública tem promovido mudanças nos ambientes urbanos e na sustentabilidade energética. O uso do LED na iluminação pública oportuniza o uso e aplicação de outras tecnologias como o uso da energia solar fotovoltaica

para suprir a demanda de eletricidade para o desenvolvimento sustentável das cidades (BASUMATARY; ANAND, 2018). Ainda, promover cidades inteligentes (IoT), possibilitando que o controle seja realizado por dispositivo de um usuário ou programados para rastrear o nascer e o pôr do sol, ligar ou desligar as luzes e fornecer o nível adequado de iluminação, automaticamente (MYRICK, 2019).

Quanto aos materiais na substituição do sistema, antes de 2014, as lâmpadas queimadas eram descartadas em lixo comum. Pesquisa realizada na Universidade Federal de Uberlândia, voltada à preservação do meio ambiente e, ainda, para atender à Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), avalia à gestão de resíduos sólidos e instituiu processos para o descarte adequado desse material (RODRIGUES; VAZQUEZ; MORAIS, 2019). Na comunidade europeia é definido como resíduo qualquer substância ou objeto descartado (MALINAUSKAITE et al., 2017). Nas próximas seções serão contempladas as temáticas relacionadas aos aspectos legais e ambientais dos resíduos gerados pela iluminação artificial.

## ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS À ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Pesquisas em Direito Ambiental tem contribuído significativamente na opção por materiais, sustentabilidade e direitos aos consumidores no uso de tecnologias ambientais. A Lei nº 12.305/2010 disciplina sobre a coleta, o destino final e o tratamento de resíduos, além de estabelecer diretrizes para reduzir a geração de resíduos e combater o desperdício de material descartado. Com isso, o país passou a contar com uma definição legal em âmbito nacional para resíduos sólidos, isto é, material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede no estado sólido ou semissólido (CESTARI; MARTINS, 2017).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), são gerados, anualmente, no Brasil cerca de 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Do montante coletado, cerca de 58,7% (aproximadamente 42,6 milhões de toneladas) são destinados para aterros sanitários. O restante, cerca de 30 milhões de toneladas, recebe destinação inadequada, uma vez que são encaminhadas para lixões e aterros não controlados, onde não há mecanismos de proteção do meio ambiente.

Algumas tecnologias de iluminação com vapores, como lâmpadas fluorescentes classificadas como resíduos perigosos, devem ter seu destino pós-consumo de forma adequada, como se observa:

Entre as soluções para minimizar os resíduos gerados por tecnologias na iluminação, a logística reversa tem sido uma prática importante. A Logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo. Deste modo é possível por meio dos canais de distribuição reversos, agregar valores de diversas naturezas:

econômico, de prestação de serviços, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros. (LEITE, 2009 apud CESTARI; MARTINS, 2017, p. 119).

Com o advento da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foram instituídas as diretrizes acerca do gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, como é o caso dos resíduos das lâmpadas fluorescentes (BRASIL, 2010). Nela, ficam claramente definidas as regras para implantação dos planos de gerenciamento de resíduos e dos sistemas de logística reversa, além de pontuar as responsabilidades dos geradores e do poder público, objetivando a redução da quantidade de resíduos produzidos seja pela não geração, redução ou reutilização (PULTRINI; SILVA, 2016).

Os conceitos apresentados são similares, nota-se como ponto relevante a busca por alternativas que visem à retroalimentação do sistema produtivo com materiais advindo do processo de logística reversa visando melhorias nas áreas sociais, ambientais e econômicas (CESTARI; MARTINS, 2017). Entretanto, o ciclo logístico do produto não termina quando ele passa das mãos do vendedor para as mãos do consumidor. “A logística de forma objetiva inicia no cliente e termina no cliente” (CESTARI; MARTINS, 2015, p. 127). Deste modo, conforme os autores, no cliente inicia o *start* em toda a cadeia produtiva, resultado em matéria-prima chega à fábrica, passa por todo o processo produtivo e retorna ao cliente.

## LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES

As lâmpadas fluorescentes frequentemente são utilizadas na iluminação pública, principalmente em locais com menor circulação de pessoas. A justificativa está no fato que são mais econômicas que as incandescentes. Com relação à vida útil das lâmpadas fluorescentes compactas, há uma variação de 5.000 a 10.000 horas, de acordo com cada fabricante. Quanto aos materiais, as lâmpadas fluorescentes são compostas basicamente de vidro, pó de fósforo, metal pesado (mercúrio) e base metálica, por latão e alumínio (MELO JÚNIOR et al., 2013).

O mercúrio é um metal que apresenta um elevado índice de toxicidade, porém é o principal componente responsável por seu funcionamento. O problema destas lâmpadas está nos resíduos, “(...) enquanto estiver intacta, não oferece nenhum risco ambiental aos meios físico, biológico e antrópico, porém, ao ser rompida, o mercúrio existente em seu interior se libera sob a forma de vapor podendo ser inalado por quem manuseia o resíduo” (RODRIGUES; VAZQUEZ; MORAIS, 2019, p. 802). Essa substância pode contaminar o solo, lençóis freáticos e cursos d’água, além de ser bioacumulativa, ou seja, se acumula ao longo das cadeias alimentares, podendo acarretar significantes danos aos seres humanos (MELO JÚNIOR et al., 2013).

Os esforços globais para minimizar o teor nocivo do mercúrio, além dos diversos estudos que priorizam práticas sustentáveis, capazes de atender aos requisitos mínimos de prevenção e cuidados especiais para minimizar os efeitos provenientes de sua contaminação. Diversas são as pesquisas que comprovam a problemática e reivindicam uma solução. É indispensável à busca por mecanismo que visem tornar os cidadãos cientes do problema em questão, por meio da difusão de conhecimentos, incentivo de ações práticas de soluções possíveis (RAMOS et al., 2016).

A grande quantidade de lâmpadas no mercado advindas, principalmente, por importações da China e não há pesquisas conclusivas sobre a quantidade de lâmpadas comercializadas (MOURÃO; SATOSHI MIYAMARUEO, 2012). Estudos elaborados por especialistas em contaminação ambiental por mercúrio, foram usados como subsídio pelo Conselho de Governo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP/PNUMA), com evidências suficientes e significativas dos impactos globais que o mercúrio e seus compostos podem acarretar a saúde e meio ambiente (RAMOS et al., 2016). De conformidade com os autores, se faz necessárias ações mundiais, nacionais, regionais e locais, indicando que cada país estabeleça metas e adote medidas de redução e eliminação das fontes antropogênicas de mercúrio.

Para toda a problemática apresentada, a logística reversa de lâmpadas fluorescente apresenta-se como a principal alternativa, porém pouco desenvolvida e estruturada. O cenário causa grandes preocupações principalmente na área ambiental, no que tange ao descarte de lâmpadas fluorescentes, tendo em vista que as mesmas são classificadas como resíduos perigosos, por apresentar o mercúrio, altamente tóxico, em sua composição e acarretar na contaminação do solo e da água (MOURÃO; SATOSHI MIYAMARUEO, 2012). Felizmente, o Brasil tem tecnologia disponível na área de reciclagem de lâmpadas fluorescentes, com casos concretos da utilização de subprodutos advindos do processo reverso em outras cadeias produtivas. O que falta para a destinação adequada dessas lâmpadas é justamente o que a Política Nacional de Resíduos Sólidos institui como instrumento da responsabilidade compartilhada dos produtos, qual seja, a adoção da Logística Reversa.

## **A RELAÇÃO ENTRE ILUMINAÇÃO PÚBLICA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Os efeitos causados pelo aquecimento global são cada vez mais perceptíveis por ondas de calor, derretimento de geleiras, aumento do nível dos oceanos e poluição são decorrentes da emissão de gases do efeito estufa. Os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), previstos para a agenda de 2030, prevê “(...) tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos” (ODS 13). Se pretende, “(...) até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética” (ODS 7.3). Uma das possibilidades na iluminação artificial está no uso das lâmpadas LED, devido ao baixo consumo de energia, possibilitando poupar

quantidades preciosas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos gases responsáveis por mudanças no clima.

A iluminação representa uma parcela importante neste processo. De acordo com a IEA (Agência Internacional de Energia), a luz artificial por energia elétrica consome 19% de toda a produção global de eletricidade. A energia despendida pela iluminação é igualmente pesada na emissão de gases: todo ano lança 1900 Mt de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o equivalente a 70% do que é expelido pelos carros de passeio de todo o mundo. O cientista ganhador do Nobel, Shuji Nakamura, defende a propagação da iluminação LED como alternativa. “Para evitarmos o aquecimento global, temos de reduzir o consumo de energia drasticamente, mas, no campo da eletricidade, hoje, a única opção são os LEDs”, afirmou durante uma palestra em abril realizada em Macau. (FOX LUX, [s.d.]).

As cidades e as áreas urbanas são reconhecidas como ambientes estratégicos para a ação contra as mudanças climáticas (CASTÁN BROTO, 2017). Nos processos e mudanças de governança urbana, como a iluminação pública, podem resultar em avanços globais nas mudanças climáticas e nas políticas urbanas. Estudo (CARUZZO; NOGUEIRA, 2015) foi realizado para propor metodologia para avaliar os impactos da variabilidade climática mensal por mesorregiões brasileiras no consumo de energia na iluminação pública por lâmpadas mais eficientes. Os resultados consideram que a redução da insolação amplia a demanda de energia e devido à dimensão do sistema nacional, há necessidade de investir em maiores índices de economia de energia por ponto de iluminação pública.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No término dessa revisão, que foi realizada com objetivo de pesquisar os aspectos tecnológicos, ambientais e legais relacionados à tecnologia LED e descarte de materiais gerados na iluminação pública, algumas considerações devem ser destacadas. Primeiramente, sobre a importância da tecnologia LED na iluminação pública, a literatura mostra que o uso do LED na iluminação artificial nos aspectos econômicos, proporciona aumento na eficiência energética e na vida útil das lâmpadas. No contexto ambiental, pode substituir tecnologias com materiais contaminantes (como é o caso do mercúrio), por materiais com menor impacto ambiental na produção e destinação.

Quanto à destinação dos materiais substituídos (lâmpadas e reatores), há possibilidade de descarte em local seguro, de conformidade com a legislação vigente. Reciclagem com separação dos materiais e reutilização para este fim (logística reversa) ou para outros processos produtivos. Reuso ou doação das lâmpadas e reatores para outros locais que faça uso destes equipamentos, com o objetivo de utilizar toda a vida útil da tecnologia substituída.

Por último, quanto aos aspectos da sustentabilidade foram encontradas poucas pesquisas que relacionam a iluminação pública por LED com o ODS 13, relacionado às

ações relacionadas às mudanças climáticas, que poderia ser contemplada por crédito de carbono. O uso da iluminação pública ocorre em período noturno, algumas das energias renováveis não estão em produção neste período ou podem não estar em produção. Neste caso é provável que parte da energia necessária para abastecer a iluminação pública tem origem em sistemas de produção de energia não renováveis. Portanto, estudos sobre o crédito de carbono na iluminação pública podem ser aspecto motivador para novos processos de substituição de tecnologias tradicionais por LED.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** Brasília-DF, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 17 jun. 2022

CARUZZO, A.; NOGUEIRA, L. A. H. Avaliação da eficiência energética na iluminação pública: proposta de modelagem considerando a variabilidade climática. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 4, p. 1399–1425, 15 dez. 2015.

CASTÁN BROTO, V. Urban Governance and the Politics of Climate change. **World Development**, v. 93, p. 1–15, maio 2017.

CESTARI, W.; MARTINS, C. H. Logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo Estudo de caso: Sistema de armazenagem em uma instituição de ensino. **Reget / Ufsm**, v. 19, n. 3, p. 124–135, 2015.

CESTARI, W.; MARTINS, C. H. Logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo. Estudo de caso : Sistema de armazenagem em uma instituição de ensino. **Revista Eletrônica Conhecimento Interativo**, v. 11, n. 1, p. 114–132, 2017.

FOXLUX. **Lâmpadas LED podem ajudar a conter o aquecimento global**. Disponível em: <<https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/lampadas-led-podem-ajudar-a-conter-o-aquecimento-global/>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

JÚNIOR, C. S. et al. **Eficiência elétrica na sustentabilidade da iluminação pública em Concórdia SC**. VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. **Anais...Palhoça - SC: UFSC/VIRTUHAB/UNISUL/LAQUE**, 2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1dXIm3rzy5sX5UBIgmVi1MxvKQEkCmUK8/view>>. Acesso em: 15 maio. 2020

KAMAT, A. S.; KHOSLA, R.; NARAYANAMURTI, V. Illuminating homes with LEDs in India: Rapid market creation towards low-carbon technology transition in a developing country. **Energy Research and Social Science**, v. 66, n. March, p. 101488, 2020.

MELO JÚNIOR, T. A. et al. ESTUDO DE CASO: COLETA E LOGÍSTICA REVERSA PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES NO MUNICÍPIO DE FRANCA, SP. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 10, n. 10, p. 2091–2101, 7 abr. 2013.

MOURÃO, R. F.; SATOSHI MIYAMARUEO, E. Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes. **InterfacEHS**, v. 7, n. 2012, p. 94–112, 2012.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods7/>>. Acesso em: 5 jul. 2020.

PULTRINI, M. H. O.; SILVA, S. R. C. M. DA. A realidade do gerenciamento de resíduos de lâmpadas que contenham mercúrio no setor de comércio de materiais elétricos no município de Cuiabá/MT. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 2, p. 74–80, 23 nov. 2016.

RAMOS, P. L. F. et al. Impacto ambiental do mercúrio em lâmpadas fluorescentes descartadas no Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto (Nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 4, p. 61, 2016.

RIBEIRO, A. C. C. et al. O Emprego Da Tecnologia Led Na Iluminação Pública. **E-Xacta**, v. 5, n. 1, p. 111–132, 2012.

RODRIGUES, S. DE F.; VAZQUEZ, G. H.; MORAIS, J. DA S. Substituição de lâmpadas fluorescentes por light emitting diode (LED) em uma instituição de ensino: preocupação ambiental, energética e econômica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 4, p. 799–808, ago. 2019.

ROSITO, L. H. Desenvolvimento da Iluminação Pública no Brasil - Capítulo 1: As origens da iluminação pública no Brasil. In: **O Setor Elétrico**. [s.l.: s.n.]. p. 30–35.

TEIXEIR, I.; RIVERA, R.; REIFF, L. O. **Tecnologias da Informação e Comunicação - Iluminação LED: sai Edison, entram Haitz e Moore - benefícios e oportunidades para o país** **Tecnologias da Informação e Comunicação BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9576>>.

YU, Z. Y.; SOO, V. K.; DOOLAN, M. The Effect of Consumer Behaviour on the Life Cycle Assessment of Energy Efficient Lighting Technologies. **Procedia CIRP**, v. 40, p. 185–190, 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ações socioambientais 25, 28

Água 1, 2, 3, 4, 10, 11, 20, 21, 27, 28, 53, 69, 70, 73

Aproveitamento otimizado 17

Ateliê 17

Atividades biológicas 61, 64, 72

### C

Campus sustentável 16

Coleta seletiva 25, 28

Copos descartáveis 20

### D

Descarte 6, 7, 8, 9, 11, 12, 17, 29, 30

Desenvolvimento sustentável 6, 9, 11, 13, 15, 16, 30

Design 17, 18

Diodo Emissor de Luz (LED) 6, 7

Distribuidora de Recursos Hídricos (DRH) 1

### E

Eficiência energética 6, 7, 8, 11, 12, 13

Energia elétrica 12, 21, 27

Engajamento 35, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 57, 58

Extensão universitária 16

### F

Fitoquímicos 62, 72, 74

Florianópolis 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 44

Frutas exóticas 61, 63, 69, 75

### G

Garrafas 17

Gerenciamento de resíduos 6, 10, 14

Gestão ambiental 14, 15, 16

Gestão de programas 46

## H

História pessoal 32

Holística 17

## I

Iluminação pública 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 37

Inovação tecnológica 7

## L

Lençol freático 1

Lichia (*Litchi chinensis*) 61, 64

Logística reversa 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 21

Longan (*Dimocarpus longan*) 62, 66

Lúdico 5

## M

Marketing 16, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 63

Memória urbana 32, 33, 34, 35, 44

Mudanças climáticas 6, 8, 11, 12, 13

## P

Plano de logística sustentável (PLS) 19

Poço artesiano 1, 2

Psicologia social 46, 49, 51, 57

## R

Rambutã (*Nephelium lappaceum*) 67

Reaproveitamento 17, 21, 64, 68

Recursos energéticos 1

Recursos hídricos 1, 2, 4

Recursos naturais 1

Resíduos recicláveis 17

## S

Saberes ambientais 16

Sustentabilidade 1, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 25, 30, 31, 49, 62, 75

Sustentável 6, 9, 11, 13, 15, 16, 17, 19, 30, 31, 56, 62, 70

## T

Teoria da complexidade 47

## U

Universidades 15

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Sustentabilidade:

Abordagem científica e  
de inovação tecnológica



 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Sustentabilidade:

Abordagem científica e  
de inovação tecnológica



 **Atena**  
Editora  
Ano 2022