

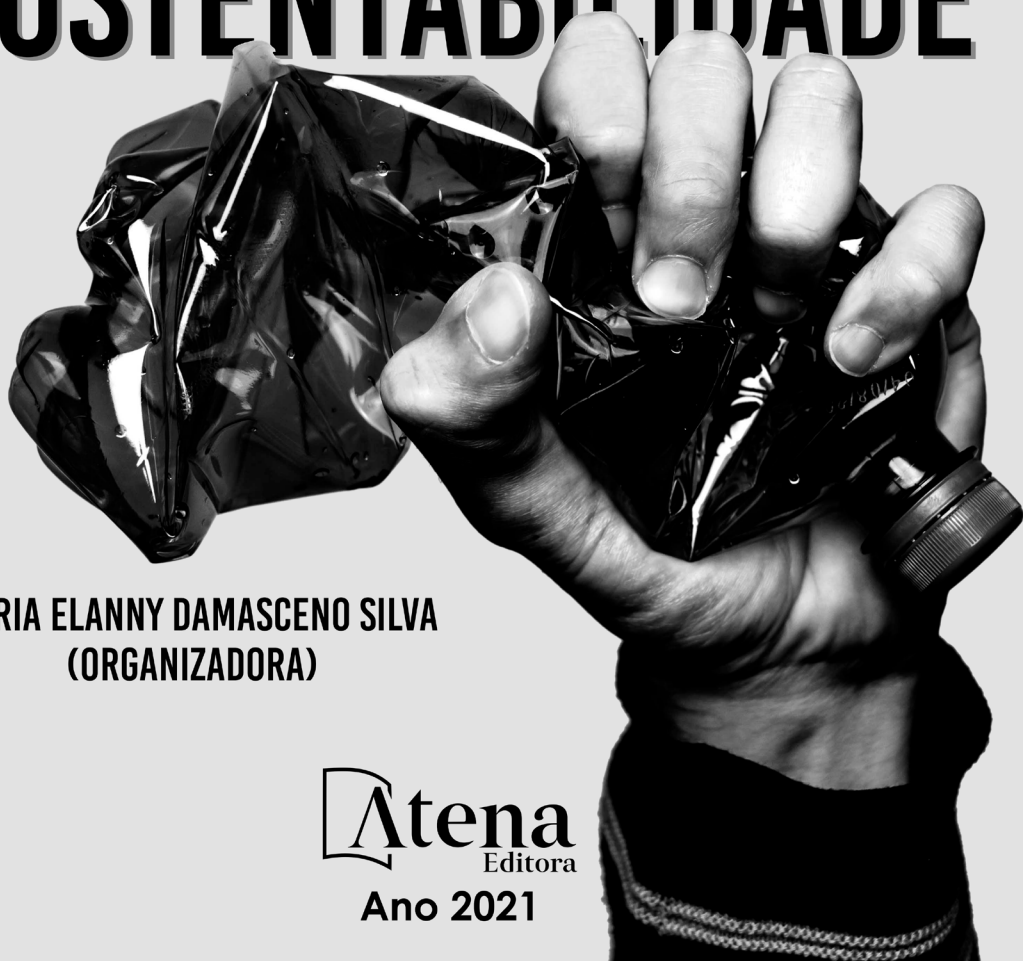
# VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE



MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA  
(ORGANIZADORA)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

# VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE



MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA  
(ORGANIZADORA)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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 Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
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  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Valores, indicadores e ferramentas de sustentabilidade

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Maria Elanny Damasceno Silva

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

V199 Valores, indicadores e ferramentas de sustentabilidade / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-012-1

DOI 10.22533/at.ed.121212704

1. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 363.7

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.

## APRESENTAÇÃO

Quanto vale um conhecimento? É sempre bom lembrar deste frequente questionamento, pois para cada interesse o valor se torna diferente, assim como a consciência individual. Iniciar a apresentação deste e-book com esta breve percepção traz um sentido de partilha dos seletos estudos ecológicos, tanto para os pesquisadores que tornam acessíveis a teoria e prática quanto para os que desejam aprender e aprimorar suas referências científicas, independente de qual seja a Grande Área de Conhecimento.

Nesta obra “*Valores, Indicadores e Ferramentas de Sustentabilidade*” contendo 13 capítulos encontrará trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares, todos com temas em comum: a sustentabilidade ambiental. Ao fortalecer a consciência ecológica nas diversas áreas acadêmicas tem-se uma reorganização do ambiente naturalmente modificado para uma convivência que gera menos impactos poluidores, sendo este o objetivo base desta edição.

A princípio tem-se pesquisas voltadas para a educação ambiental reflexiva, que ocorreram interna e externamente às Instituições de Ensino Superior, assim como em comunidades tradicionais. A produção familiar de populações rurais é avaliada por meio de índice de controle orgânico. Em outra perspectiva, é aplicado um sistema inovador de manejo de frango que promove o empreendedorismo e renda.

Os processos erosivos são discutidos em pesquisas que tratam de queimadas na Mata Atlântica, como também ações erosivas em bacias hidrográficas e outras causas. Além disso, a abordagem da reciclagem de resíduos sólidos e alumínio promove renda para cooperativas e divulgação de estudo aprofundado das matérias primas e secundárias.

Por fim, tem-se um comparativo de patentes brasileiras e estrangeiras de automação sustentável em residências, assim como a publicação do Relatório Técnico Logístico de 2020 do Tribunal Regional do Trabalho da 19ª região.

Boa leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E SIGNIFICATIVA PARA UM MUNDO COMPLEXO**

Thiago Dutra de Camargo  
Karen Cavalcanti Tauceda  
Diogo Onofre Gomes de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.1212127041**

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### **REFLEXÕES SOBRE EDUCAÇÃO E CONVIVÊNCIA COM O MEIO AMBIENTE: EXPERIÊNCIAS AGROECOLÓGICAS DE ESTUDANTES DO IFCE CAMPUS CRATO**

Alaíde Régia Sena Nery de Oliveira  
Djane Alves Victor  
Joseilde Amaro dos Santos  
Ivania Maria de Sousa Carvalho Rafael  
Damiana Vicente da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.1212127042**

### **CAPÍTULO 3..... 31**

#### **VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL NO CAMPUS SÃO CAETANO DO SUL DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA**

Igor Moro Lima  
Luane Pereira Stradiotto  
Vinicius Martins Rex  
Gabriela Sá Leitão de Mello  
André Luiz de Lima Reda

**DOI 10.22533/at.ed.1212127043**

### **CAPÍTULO 4..... 47**

#### **FORMAS DE PRODUÇÃO EM COMUNIDADES TRADICIONAIS NA COSTA AMAZÔNICA BRASILEIRA**

Daniel Gomes de Sousa  
Francisco Pereira de Oliveira  
Raquel Amorim dos Santos  
Giselle da Silva Silva  
Geisa Bruna de Moura Ferreira  
Keila Cristina Redig Pacheco  
Maurício Fernandes Dourado

**DOI 10.22533/at.ed.1212127044**

### **CAPÍTULO 5..... 61**

#### **PROPOSTA DE UM ÍNDICE DE RASTREABILIDADE E CONTROLE SOCIAL DA PRODUÇÃO ORGÂNICA DA AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Miquel Victor Batista Donegá  
Orlanda da Conceição Machado Aguiar  
Lídia Letícia Lima Trindade  
Stephany Farias Cascaes

João Vitor Ribeiro Gomes Pereira  
Sophia Kathleen da Silva Lopes  
Suzy Cristina Pedroza da Silva  
Márcio Arthur Oliveira de Menezes  
Luiz Antonio Nascimento de Souza  
Cloves Farias Pereira  
Jozane Lima Santiago  
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

**DOI 10.22533/at.ed.1212127045**

**CAPÍTULO 6..... 73**

**FRANGO CAIPIRÃO: UMA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Adilson de Lima Lopes Júnior  
Roberta de Fátima Rodrigues Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.1212127046**

**CAPÍTULO 7..... 87**

**METODOLOGIAS PARA MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS NO BANHADO GRANDE - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ**

Cecilia Balsamo Etchelar  
Rodrigo da Silva Ferraz  
Laurindo Antonio Guasselli

**DOI 10.22533/at.ed.1212127047**

**CAPÍTULO 8..... 104**

**RENATURALIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS NA BACIA DO RIO GRAVATAÍ**

Viviane Carvalho Brenner  
Laurindo Antonio Guasselli

**DOI 10.22533/at.ed.1212127048**

**CAPÍTULO 9..... 118**

**SÉRIE HISTÓRICA DE FOCOS DE QUEIMADAS (PERÍODO DE JAN/2000-SET/2020) NOS PARQUES NACIONAIS DE APARADOS DA SERRA E DA SERRA GERAL E EM SUA ZONA DE AMORTECIMENTO, BIOMA MATA ATLÂNTICA, BRASIL**

Eridiane Lopes da Silva  
Márcia dos Santos Ramos Berreta  
Deonir Geolvane Zimmermann

**DOI 10.22533/at.ed.1212127049**

**CAPÍTULO 10..... 140**

**SUSTENTABILIDADE: OBTENÇÃO DE RENDA ATRAVÉS DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA COOPERATIVA PEREMA COOPERE RECICLA NA CIDADE DE SANTARÉM - PA**

Silvia Patricia Balieiro Cardoso  
Manoel Bentes dos Santos Filho

**DOI 10.22533/at.ed.12121270410**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>147</b>
A RECICLAGEM DO ALUMÍNIO POR CLASSES E SUAS VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DOS PRODUTOS	
Fábio Gatamorta	
Claudomiro Alves	
Bruna Vilas Boas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12121270411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>155</b>
AS PATENTES NO WIPO DAS TECNOLOGIAS REFERENTES A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E SUSTENTABILIDADE	
Rafael Vinicius Nonato	
Daniel Gustavo dos Santos	
Daniela Martins Diniz	
Paulo Henrique de Lima Siqueira	
Paulo Henrique Moreira Silva	
Roziny Gonçalves Andrade Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12121270412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>166</b>
RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT19 ANO BASE 2020	
Emanoel Ferdinando da Rocha Júnior	
Flávia Caroline Fonseca Amorim	
Thiago Camelo Fonseca	
Victor Rezende Dorea	
Marcus Paulo Veríssimo de Souza	
Flávio Luiz da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12121270413</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>179</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>180</b>

# CAPÍTULO 3

## VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL NO CAMPUS SÃO CAETANO DO SUL DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

Data de aceite: 24/04/2021

Data de submissão: 08/02/2021

### Igor Moro Lima

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia Mauá  
<https://orcid.org/0000-0003-3900-4423>

### Luane Pereira Stradiotto

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia Mauá

### Vinicius Martins Rex

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia Mauá  
<https://orcid.org/0000-0002-7422-4168>

### Gabriela Sá Leitão de Mello

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia Mauá

### André Luiz de Lima Reda

Instituto Mauá de Tecnologia, Escola de Engenharia Mauá  
<http://lattes.cnpq.br/5299326878413283>

**RESUMO:** Investiga-se a viabilidade técnico-econômica de um sistema de captação de água pluvial para irrigar o campo de futebol do Campus IMT São Caetano do Sul. Visa-se um projeto sustentável que alivie o atual cenário de carência hídrica e reduza contribuições pluviais à rede de drenagem urbana (causa comum de inundação na região), seguindo as diretrizes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para projetos de sistemas hidráulicos para uso de

águas pluviais. Aproveitam-se a planialtimetria do terreno e a rede de drenagem atuais, mitigando interferências negativas do sistema proposto com outras benfeitorias no Campus. A escolha das partes do Campus mais vantajosas para implantar o sistema incluiu criteriosa inspeção das instalações existentes. Com base na análise estatística de 13 anos de dados pluviométricos e no levantamento de demandas institucionais e buscando uma alternativa econômica sustentável, simularam-se diversas alternativas de volume total de reservatório, cada uma associada a um potencial de atendimento anual pelo sistema proposto. A ferramenta matemático-estatístico-hidrológica usada na análise foi o software Netuno 4.0. Em termos econômicos, avaliaram-se volumes e valores gastos pela Instituição com água potável para irrigação, a economia potencial usando água pluvial, o orçamento para implementar o projeto e o período mínimo para payback do investimento. Resultou uma proposta viável que promoveria economia anual de R\$26.800 em despesas com água potável da rede pública, para um prazo de retorno de cerca de 2 anos e 7 meses. Esta proposta incentiva a uma gestão ambiental consciente da finitude do recurso hídrico, rumo ao futuro sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escassez hídrica; Captação de água pluvial; Economia do recurso hídrico; Abastecimento sustentável; Drenagem ecológica.

## FEASIBILITY OF RAINWATER USE AT THE MAUÁ INSTITUTE OF TECHNOLOGY CAMPUS OF SÃO CAETANO DO SUL, SP, BRAZIL

**ABSTRACT:** The technical economic feasibility of a rainwater collection system to supply soccer field irrigation at the IMT Campus of São Caetano do Sul, SP, Brazil, is investigated. The study aims at proposing a sustainable project to attenuate water shortages and reduce contributions to the urban drainage network after storms (which often flood the region), while following the directions of the Brazilian Association of Technical Standards for rainwater-use hydraulic systems. The Campus planialtimetric, and drainage network characteristics were analysed, aiming at producing a preliminary project and a feasibility study that take best profit from them, while mitigating interference of the proposed system on existing facilities. The choice of the best parts of the Campus for the system to be implemented was based on a thorough inspection of the existing facilities. Based on a 13-year, rainfall-data statistical analysis and a survey of Institutional demands, while aiming at sustainable and economic proposals, alternatives of total reservoir volume were simulated, each one associated with a potential supply throughout the year by the proposed system. For all this analysis, the Neptune 4.0 software was used as a mathematical-statistical-hydrological tool. In economic terms, volumes and costs spent by the Institution on drinking water for irrigation were evaluated, as well as potential savings by using rain water, the budget for project implementation and minimum investment payback period. A feasible alternative resulted that would promote annual savings of R\$ 26.800 on drinking water from public supply, for a return period of approximately 2 years and 7 months. This proposal stimulates an environmental management practice aware of the limitation of water resources, towards a sustainable future.

**KEYWORDS:** Water scarcity; Rainwater collection; Water resource economy Sustainable water supply; Ecological Drainage.

### 1 | INTRODUÇÃO

O atual cenário nacional e internacional do abastecimento sanitário preocupa, principalmente, pela crescente escassez hídrica. O Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê-PDMAT3 (DAEE, 2014) atribui isto, em sua área geográfica de abrangência, à urbanização acelerada e desordenada e à demanda crescente de água por indústrias e agropecuária, causa potencial de poluição hídrica, inundações, esgotamento de reservas naturais e redução da disponibilidade de água em curto ou longo prazos.

Mesmo dispondo de redes de micro drenagem urbana (sarjetas, sarjetões, bocas de lobo, bueiros, dutos, galerias), o escoamento superficial da água pluvial excessivo, pela desordenada ocupação urbana (que reduz a infiltração no solo e acelera o escoamento), acaba sobrecarregando os dutos disponíveis, extravasando com frequência, inundando áreas antes livres deste problema e desperdiçando a água não coletada para uso junto ao local da precipitação (CETESB, 1986). A atual tendência de uso racional da água tem levado a investimentos significantes para mitigar sua escassez e seu custo e ao controle desses problemas nas grandes metrópoles. Uma técnica corrente é aproveitar a água pluvial em residências, indústrias e agricultura (CANHOLI, 2005).



Este trabalho investiga a viabilidade prática de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial no Campus São Caetano do Sul do Instituto Mauá de Tecnologia-IMT para irrigar o campo de futebol e atender outros usos não potáveis, economizando a água que é adequada a usos mais nobres, tais como em bebedouros, banheiros, laboratórios e outros. O trabalho também visa estimular iniciativas futuras de Gestão Ambiental em universidades.

## 2 | OS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL DOS CAMPI UNIVERSITÁRIOS

Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) são regulados por restrições legais, políticas preventivas em prol dos ecossistemas e conscientização da sociedade mundial para o desenvolvimento sustentável. Implantar a consciência ecológica nessa sociedade envolve diversos setores, incluindo a educação (DRUZZIAN; SANTOS, 2006). Os fluxos de matéria e energia num campus universitário, como ilustra a Figura 1, são comparáveis aos de pequenos núcleos urbanos (Bonnet et al., 2005). Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham atividades no dia a dia com base numa infraestrutura de redes de abastecimento de água e energia e de coleta de esgoto e água pluvial, além de vias de acesso. Em virtude disto, os campi geram resíduos sólidos e líquidos, consumindo recursos naturais (CARETO; VERDEIRINHO, 2006).

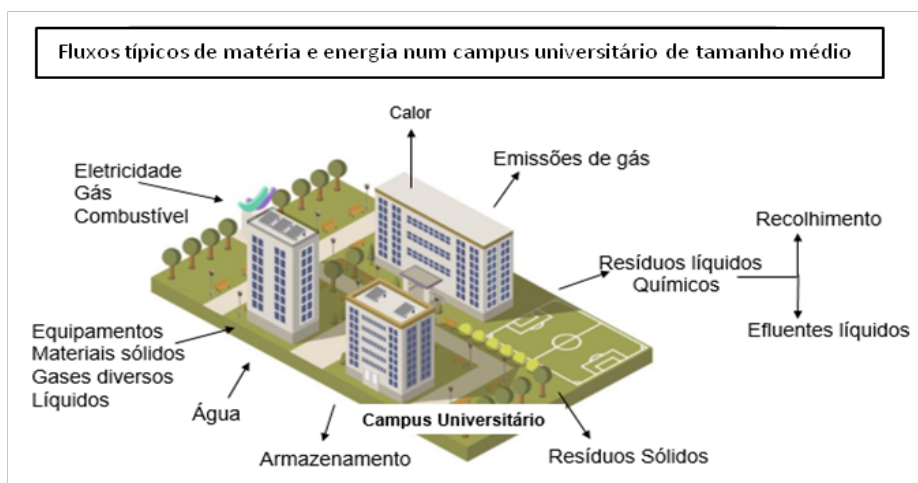


Figura 1: Principais objetos de fluxo num campus universitário.

Fonte: os autores.

Assim, diversas IES buscam planejar uma gestão que minimize impactos ambientais e dê exemplo do cumprimento da respectiva legislação, saindo do campo teórico para o

prático (D'AVIGNON, 1995) e promovendo significativa redução de longo prazo em gastos com energia, água e materiais em geral para obter reconhecimento via certificações por SGA, tais como as da série de normas da “International Organization for Standardization” (Organização Internacional para Padronização), denominadas “normas ISO 14000” – das quais a principal neste âmbito é a ISO 14001: Sistemas da Gestão Ambiental. Requisitos com orientações para uso (ABNT, 2015).

### 3 I SISTEMAS PARA A CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Dada a preocupação atual com o uso racional da água potável, vêm-se empregando novos meios para mitigar os efeitos da escassez e o custo da água potável em grandes centros urbanos. Modernos sistemas de aproveitamento de água pluvial em residências, indústria e agricultura integram conceitos e técnicas atuais (GNADLINGER, 2018).

Sistemas de captação e uso de água pluvial englobam as seguintes etapas: superfície de captação, calhas e tubulações, tratamento da água e reservatórios para amortecer cheias. Este último item é o mais caro do sistema de captação e uso de água pluvial; portanto, deve-se dimensioná-lo com critério. Seu custo pode significar de 50% a 85% do valor total do sistema (TSUTIYA, 2006). Assim, sua escolha influencia diretamente a viabilidade financeira do projeto.

### 4 I COLETADOS DADOS DISPONÍVEIS PARA DIMENSIONAR O ANTEPROJETO

Com o apoio da Gerência de Manutenção e Serviços do IMT (GMS), monitorou-se a irrigação do campo de futebol por um dia, possibilitando medir o “volume real” de água usado por episódio diário de irrigação,  $V_r$ , que deveria durar seis horas/dia quando for preciso irrigar, de modo ideal – mas dificilmente o campo de futebol está livre para irrigação contínua por tanto tempo. No dia do monitoramento (09/05/2018), a irrigação levou cinco horas, gastando 7,5 m<sup>3</sup> em cada um dos dois lados do campo – volume total para cálculos de 15 m<sup>3</sup>.

Com base na informação da GMS de que o custo unitário atual da água potável consumida no Campus São Caetano do IMT é R\$ 37,22/m<sup>3</sup>, pode-se calcular o gasto mensal com irrigação por água potável usando a Eq. 1,

$$G_{ii} = N_i V_r V_m \quad (1)$$

em que  $G_{ii}$  é o custo total esperado num mês que requer irrigação (R\$/mês);  $N_i$  é o número esperado de episódios de irrigação por mês (episódio/mês);  $V_r$  é o volume real gasto por episódio (m<sup>3</sup>/episódio) e  $V_m$  é o custo unitário atual da água potável (R\$ 37,22/m<sup>3</sup>). Para um  $V_r$  de 15 m<sup>3</sup>/episódio e um  $N_i$  de 8 episódios/mês (considerando 2 episódios de irrigação por semana, na terça- e na sexta-feira), chega-se a um custo  $G_{ii}$  de aproximadamente R\$ 4.500,00/mês.

Estimando índices pluviométricos mensais em São Caetano com base em dados do pluviômetro mais próximo ao Campus, o “Bairro Barcelona” (DAEE, 2018), mostrou-se necessário irrigar de abril a setembro (Figura 2) – período estivo em que, segundo a GMS, já se irriga o campo (fora dele, basta a chuva).

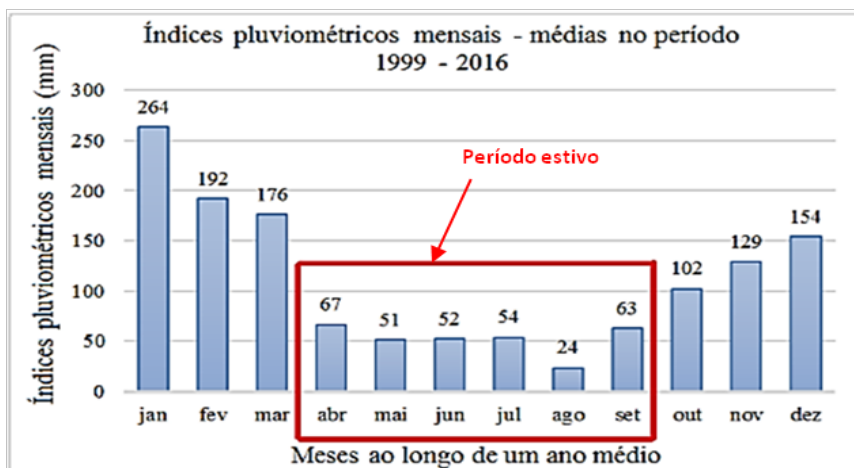


Figura 2: Índices pluviométricos mensais e período estivo em São Caetano do Sul.

Fonte: DAEE (2018).

Com essas informações, a Eq. 2 calcula o volume estimado de água pluvial que atende a necessidade do gramado durante todo um ano, ou seja, durante os 6 meses estivos evidenciados na Figura 2, assim:

$$V_{pa} = \frac{A_i V_{ir} N_i T_{ci}}{1000 \text{ L/m}^3} \quad (2)$$

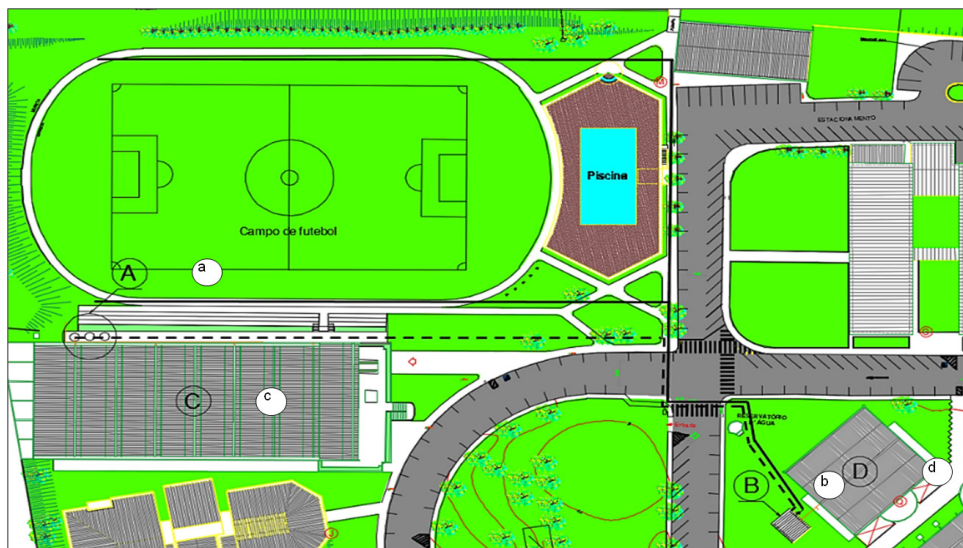
em que  $V_{pa}$  é o volume de água para irrigação estimado *per annum* ( $\text{m}^3/\text{ano}$ );  $A_i$  é a área de gramado a irrigar ( $5400 \text{ m}^2$ );  $V_{ir}$  é o volume real gasto por unidade de área num episódio de irrigação ( $2,78 \text{ L/m}^2/\text{episódio}$ );  $T_{ci}$  o período crítico seco, de 6 meses, sendo  $N_i$  de 8 episódios/mês (dado acima). Resulta um  $V_{pa}$  de  $721 \text{ m}^3/\text{ano}$ , durante 6 meses secos – quase  $120 \text{ m}^3/\text{mês}$ , aproximadamente.

Após análise da planta arquitetônica do Campus e de sua planialtimetria, informadas pela GMS, optou-se por adotar como áreas de captação de chuva os telhados do Centro de Esportes e Atividades Físicas (CEAF) e do Bloco Q (que abriga instalações administrativas e laboratórios computacionais), ficando este último ao lado de um reservatório de  $47\text{m}^3$ , existente e hoje inativo – ver o item ‘b’ da Figura 3 – “Reservatório inferior para a água captada no Bloco Q...”.

## 5.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA

### a) Dimensionamento do reservatório de água pluvial – Método Netuno

O programa computacional Netuno permite dimensionar sistemas para captação de água pluvial a partir de uma base de dados a serem coletados e nele inseridos pelo usuário. “Além disso, o programa permite uma análise econômica para o sistema simulado estimando de forma precisa os custos de projeto, implementação e manutenção” (GHISI, 2018).



**Legenda:** a: Reservatórios intermediários para água captada no telhado do CEAF  
b: Reservatório inferior para água captada no Bloco Q e o excedente dos reservatórios do CEAF  
c: Prédio do CEAF  
d: Bloco Q: --- Tubulação por gravidade — Tubulação de recalque de drenagem

Figura 3: Localização dos componentes do sistema de coleta, reservação e irrigação.

Fonte: acervo do IMT.

Com base na necessidade hídrica apresentada acima e nas alturas pluviométricas diárias medidas de 2004 a 2016 pelo DAEE (2018) em estações próximas ao Campus, estimou-se a área de captação necessária, somando a da cobertura do Bloco Q à da do CEAF (LIMA *et. al.*, 2018). Com os dados de entrada descritos a seguir, testaram-se cenários no programa Netuno, como mostra a Figura 4. Os dados de entrada são: i) alturas pluviométricas totais diárias disponíveis, de 2004 a 2016 (4.836 valores); ii) área de captação de chuva, de 2466 m<sup>2</sup>; iii) demanda de água para complementação hídrica nos meses menos chuvosos (abril a setembro), de 120.000 litros.

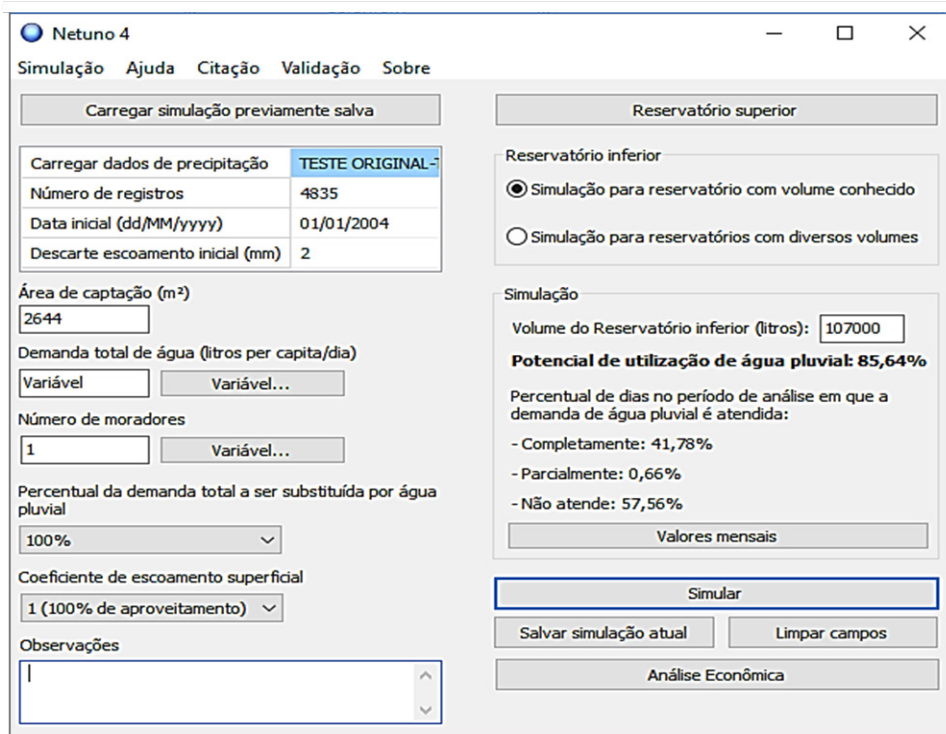


Figura 4: Imagem de tela de cenário simulado pelo programa Netuno.

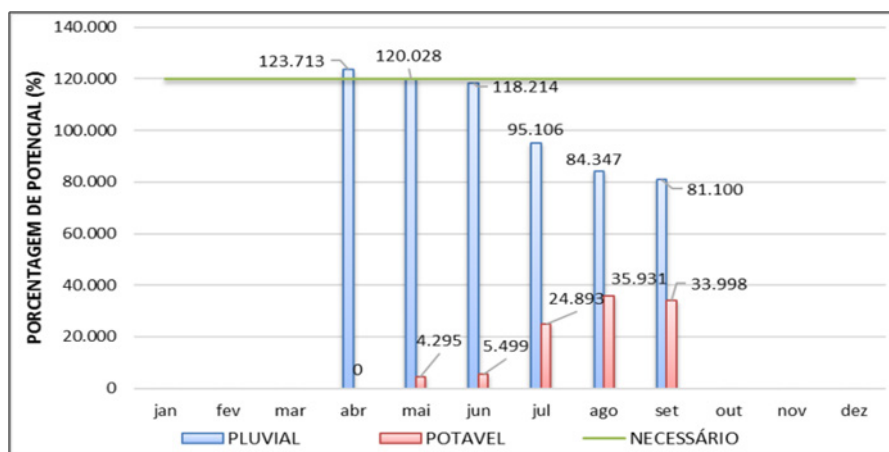


Figura 5: Imagem de tela de gráfico de saída (Netuno): Disponibilidade de água pluvial e consumo complementar de água potável típicos nos seis meses mais secos.

A melhor situação encontrada para uso ótimo do espaço é um reservatório de 107 m³ e potencial para utilizar 85,64% da água captada, requerendo um pequeno volume de água potável para atender a complementação hídrica do campo – só 14,36%. Como já

citado, o IMT já conta com um reservatório de 47.m<sup>3</sup> inativo, que seria usado, juntamente com três reservatórios pré-fabricados de fibra de vidro de 20 m<sup>3</sup> cada, para garantir o volume requerido, de 107 m<sup>3</sup>.

Após estimar o potencial de uso de água pluvial, o programa informou, para o período estivo considerado de seis meses (abril a setembro), os volumes mensais consumidos de ambas as origens – pluvial e potável (Figura 5).

#### **b) Dimensionamento do sistema de coleta e tratamento da água pluvial**

Mantiveram-se, neste anteprojeto, os telhados, calhas e tubos de queda existentes como partes do sistema de coleta de água pluvial e transporte aos reservatórios de acumulação. A tubulação e os acessórios para encaminhar a água aos reservatórios foram dimensionados sob as recomendações e critérios da NBR 10844/1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais (ABNT, 1989).

O filtro autolimpante, a ser acoplado sob cada tubo de queda, é solução suficiente para filtrar a água neste caso. Sua função é reter, a partir do início da chuva, sólidos provenientes do arrasto da água por sobre o telhado, podendo reter restos de galhos, folhas, fezes de animais, etc. – como ilustrado na Figura 6.

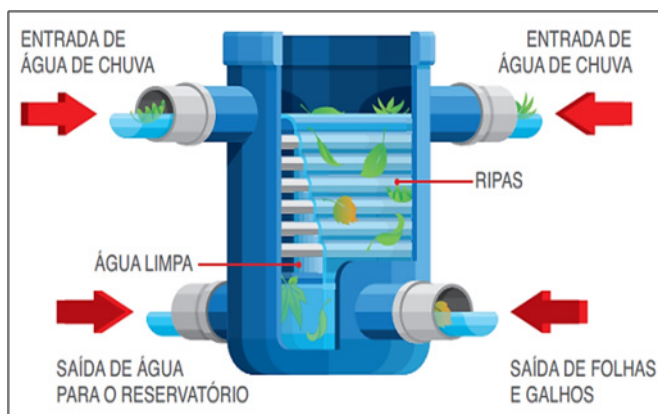


Figura 6: Filtro autolimpante.

Fonte: FEMA (2016).

Considera-se a “primeira leva” da água da chuva (“first flush”) a de pior qualidade, imprópria ao aproveitamento, pois é a que traz a maior concentração de poeira, folhas, insetos e outros dejetos que precisariam ser retidos – por um filtro autolimpante, por exemplo. Aqui, decidiu-se descartar esse volume inicial, que varia com o tamanho do telhado. A NBR 15527:2007 (ABNT, 2007) recomenda descartar 2 mm iniciais da chuva por m<sup>2</sup> de telhado. Adota-se aqui, para tal função, o “reservatório de limpeza automática” (ou

“de descarte”) antes do de armazenamento (FEMA, 2016). A Figura 7 ilustra um sistema de encaminhamento de águas pluviais até o reservatório de armazenamento.

### c) Dimensionamento do sistema de recalque da água pluvial filtrada

Quando o escoamento não ocorre naturalmente, por falta de diferença favorável de altitudes, é necessário um sistema de recalque (PORTO, 2006). Para determinar a bomba necessária, deve-se levantar as características geométricas e exigências hidráulicas do sistema de tubulação requerido. É o caso deste anteprojeto, onde sequer há vantagem topográfica entre a cota do reservatório e o local de irrigação – e, além disto, os aspersores de irrigação requerem altos valores de pressão mínima. Vale ressaltar que não foi preciso projetar trecho de sucção por se ter optado por acoplar a bomba logo à saída do reservatório e bem abaixo do nível d’água mínimo praticado.

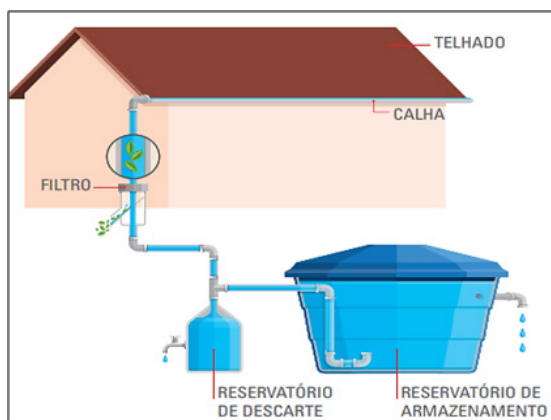


Figura 7: Sistema de aproveitamento de água pluvial (esquemático).

Fonte: FEMA (2016).

Como o campo de futebol mede 60 m por 90 m, os aspersores escolhidos têm bocal que irriga num raio de 14,9 m e exige pressão de 2,5 bar (25,5 mca) à vazão de 1,50 m<sup>3</sup>/h – Figura 8 (RAIN BIRD, 2018). Na Figura 9, a parte hachurada mostra a área alcançada pelos aspersores.

Performance Bocais Falcon® 6504					MÉTRICO	
Pressão bar	Bocal	Raio m	Vazão m³/h	Vazão l/s	Prec mm/h	Prec mm/h
2.1	● 4	11.9	0.66	0.18	9	11
	● 6	13.1	0.95	0.27	11	13
2.5	● 4	12.3	0.72	0.20	10	11
	● 6	13.5	1.05	0.29	12	13
	● 8	14.9	1.50	0.42	13	16
	● 10	15.5	1.84	0.51	15	18
	● 12	16.2	2.20	0.61	17	19
	● 14	16.8	2.57	0.71	18	21
	● 16	16.8	2.86	0.79	20	24
	● 18	18.0	3.11	0.86	19	22

Figura 8: Características do aspersor  
 Fonte: Rainbird Falcon 6504 SAM (2018)

Inicialmente, estima-se o valor do diâmetro econômico (a ser usado como primeira aproximação do diâmetro da tubulação de recalque - PORTO, 2016),  $D$ , pela Fórmula de Bresse (com vazão de projeto já conhecida), na Eq.3,

$$D = 1,3 * \sqrt[4]{X} * \sqrt{Q} \quad (3)$$

em que  $Q$  é a vazão recalcada para 4 aspersores e  $X$  é a fração do dia em que a bomba funcionaria, supondo que supriria 15 m³ de irrigação em 2,5 horas.

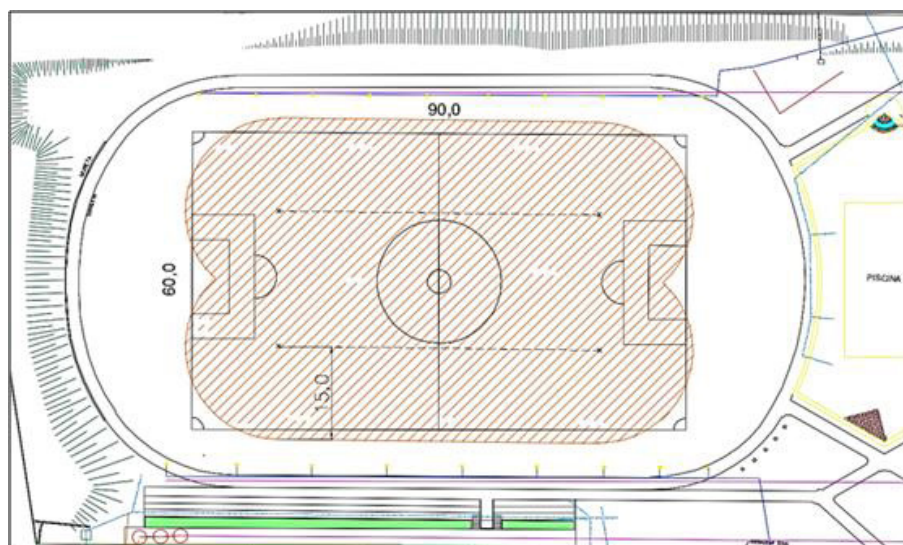


Figura 9: Campo de futebol e áreas que a irrigação atingiria.

Fonte: acervo do IMT.



Considerando, na Eq. 3, que as variáveis abaixo têm os valores a seguir:

$$Q = \frac{1,50 \frac{m^3}{h} / \text{aspersor}}{3600 \text{ s/h}} * 4 \text{ aspersores} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X = \frac{2,5 \text{ horas de funcionamento/dia}}{24 \text{ horas/dia}} = 0,10417$$

obtém-se um diâmetro comercial de  $D = 0,32 \text{ m}$  (TSUTIYA, 2006).

Para a seleção da bomba para o sistema de recalque, considere-se que deverá adicionar ao fluxo uma pressão equivalente à exigida pelos aspersores, somada à compensação da perda de carga ao longo da tubulação. Representa-se esta ideia na Eq. 4, em que  $H_B$  é a carga hidráulica fornecida pela bomba (m),  $p/\gamma$  é a carga de pressão (m) e  $\Delta H_r$ , a perda de carga (m) pelo atrito junto à superfície interna da tubulação ao ocorrer a vazão de projeto (PORTO, 2006).

$$H_B = p/\gamma + \Delta H_r \quad (4)$$

Porto (2006) afirma haver fórmulas práticas alternativas para estimar perda de carga. mas que ao se projetar em vazão máxima de trabalho, como aqui, o escoamento seria turbulento rugoso – podendo-se usar a fórmula de Hazen-Williams (Eq. 5), em que  $L$  é o comprimento da tubulação (m);  $C$  é o coeficiente de condutividade do material (ou coeficiente de Hazen-Williams, adimensional);  $D$  é o diâmetro da tubulação (m) e  $Q$  é a vazão da água ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), assim:

$$\Delta H_r = \frac{10,65 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \quad (5)$$

Tsutiya (2006) informa que, para tubo de PVC, o coeficiente de Hazen-Williams é  $C=135$ . No percurso definido na Figura 3, o comprimento total de recalque é  $L= 387,08 \text{ m}$  e carga de pressão exigida,  $25,5 \text{ m}$  (Figura 8). Ao combinar a Eq. 4 à Eq. 5, resulta a formulação de  $H_B$  em função de  $Q$ , na Eq. 6,

$$H_B = 25,53 + 421.149 * Q^{1,85} \quad (6)$$

Supondo, a princípio, uma vazão necessária de  $0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$ , a carga que resulta da Eq. 6 é  $28,58 \text{ m}$ . Após determinados os valores de  $Q$ ,  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ , e  $H_B$ ,  $28,58 \text{ m}$ , seleciona-se no catálogo KSB Aktiengesellschaft (2014) a bomba que melhor serve no caso: MegaPCK com rotor de  $D= 246$  e  $n= 1750 \text{ rpm}$ , valores superiores mais próximos ao ponto de funcionamento requerido {vazão; carga} estimado nos cálculos hidráulicos.

Constrói-se, daí, o gráfico  $H \times Q$  (Figura 10), com as curvas características que mostram como a perda de carga no sistema e a carga manométrica da bomba variam com a vazão. Nele, determina-se o ponto de funcionamento ideal do conjunto (cruzamento das curvas), a saber:  $Q= 7,84 \text{ m}^3/\text{h}= 0,00218 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $H= 31,02 \text{ m}$ . No ábaco completo da bomba escolhida, no catálogo da KSB (já citado), determina-se que o rendimento nesse ponto é de  $n = 36\%$ .

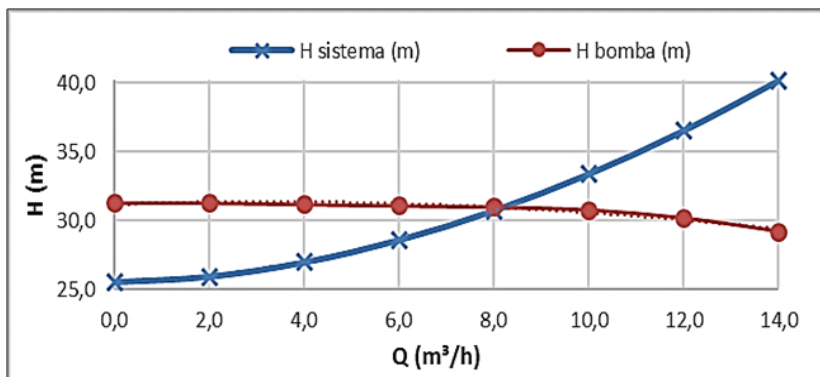


Figura 10: Curvas características do sistema de recalque e da bomba.

A Eq. 7 (PORTO, 2016) fornece a potência requerida para peso específico da água,  $\gamma$ , de 9.790 N/m<sup>3</sup> e um rendimento  $\eta$  da bomba igual a 36%, assim,

$$Pot = (\gamma * Q * H_B) / \eta \quad (7)$$

resultando, no ponto de funcionamento, uma potência requerida de 1.840 W.

## 6 | ORÇAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TRATAMENTO, RESERVAÇÃO E RECALQUE

O Quadro 1 resume o orçamento, com os custos estimados pelo programa Netuno, para implantar o sistema proposto para irrigação do campo de futebol.

CEAF e Bloco Q		DESCRIÇÃO DE COMPONENTE	QUANTIDADE	UNIDADE	UNITÁRIO	TOTAL
Coleta, reserva e tratamento	Coleta de água da chuva e caminhamento por tubulações	Tubulação de queda PVC 5"	35	m	R\$ 9,00	R\$ 315,00
		Tubulação horizontal PVC 5"	250,81	m	R\$ 9,00	R\$ 2.257,29
		Calha de PVC 0,15m	244	m	R\$ 21,45	R\$ 5.233,80
	Filtros e acessórios	Cabeceira para calha pluvial 0,15m	4	pç	R\$ 17,89	R\$ 71,56
		Bocal 0,15m	5	pç	R\$ 37,90	R\$ 189,50
		Acoplamento 0,15m	5	pç	R\$ 10,59	R\$ 52,95
		Vedação para calha pluvial 0,15m	122	pç	R\$ 22,90	R\$ 2.793,80
		Grade de calha para retenção prévia alumínio 0,15m	244	m	R\$ 36,30	R\$ 8.857,20
		Abraçadeira PVC para tubo de queda 5"	10	pç	R\$ 3,40	R\$ 34,00
		Filtro autolimpante PVC 5"	4	pç	R\$ 73,90	R\$ 295,60
		Registro gaveta latão forjado 5"	3	pç	R\$ 450,00	R\$ 1.350,00
		Tê PVC 5"	3	pç	R\$ 22,29	R\$ 66,87
	Joelho 90º PVC 5"	6	pç	R\$ 8,28	R\$ 49,68	
	First Flush (descarte da primeira água de chuva)	Reservatório de descarte CEAF 2,1m³	1	unid	R\$ 946,90	R\$ 946,90
		Reservatório de descarte bloco Q, 0,6m³	1	unid	R\$ 248,00	R\$ 248,00
		Torneira metálica de bóia p/ caixa d'água 2"	2	pç	R\$ 200,28	R\$ 400,56
		Válvula de pé com crivo de bronze 2"	2	pç	R\$ 80,29	R\$ 160,58
	Reservatório	Reservatório com câmara de inspeção 20m³	3	unid	R\$ 8.123,54	R\$ 24.370,62
		Manutenção reservatório com câmara de inspeção 47m³	1	unid	R\$ -	R\$ -
		Tratamento biológico com cloro	0,0214	kg/mês	R\$ 18,21	R\$ 0,39
Recalque e irrigação	Bomba	Bomba (booster hidráulico)	1	unid	R\$ 2.022,00	R\$ 2.022,00
		Sistema de controle de acionamento da bomba	1	unid	R\$ 322,05	R\$ 322,05
		Válvula de pé com crivo de bronze 50mm	2	pç	R\$ 80,29	R\$ 160,58
	Irrigação	Bomba em funcionamento	36,75	kWh/mês	R\$ 0,27	R\$ 9,95
		Tubulação de recalque PVC 50mm	607,23	m	R\$ 9,00	R\$ 5.465,07
		Joelho 45º PVC 50mm	1	pç	R\$ 7,17	R\$ 7,17
		Joelho 90º PVC 50mm	5	pç	R\$ 8,28	R\$ 41,40
Total fixo					R\$ 55.712,18	
Média do total variável /mês					R\$ 10,34	

Quadro 1: Orçamento do anteprojeto – custos. Imagem de tela de planilha de cálculo.

O Campus gasta hoje cerca de R\$ 27.000,00/ano com água potável para irrigação. Este anteprojeto estima que tal gasto passaria a R\$ 4.000,00/ano – estimados para suprir apenas a parte do volume requerido que não se poderia prover somente com os reservatórios e áreas de captação nele propostos. A economia potencial de água potável relativa ao gasto atual com irrigação seria 93%. A redução no gasto do Campus com água potável resultaria 3% do atual.

A análise de viabilidade do sistema proposto estimou o custo fixo inicial de R\$ 60.903,97 e, para o gasto variável mensal, u'a média anual de R\$.10,13/mês (LIMA *et al.*, 2018). Uma representação global anual do *payback* de investimento pode ser vista na Figura 14, donde se deduz que, após cerca de 2 anos e 7 meses, atinge-se um saldo positivo. Poder-se-ia considerar tal valor como o “lucro da Instituição” com a implantação do sistema proposto neste anteprojeto.

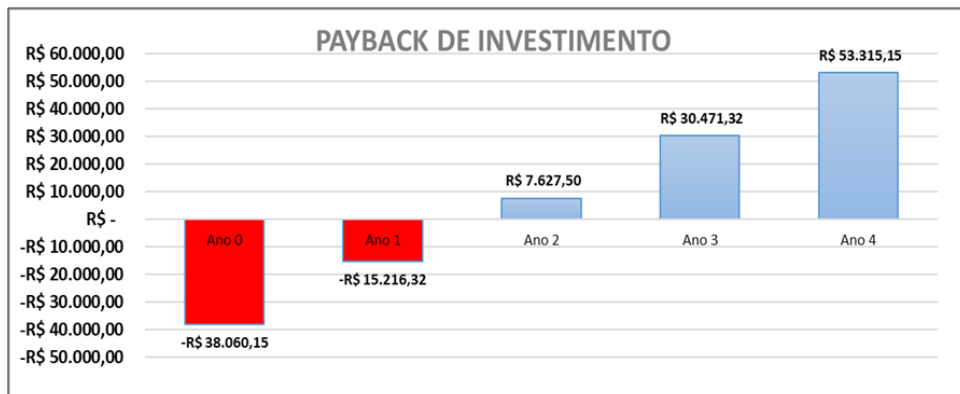


Figura 11: Acompanhamento do payback do investimento.

## 7 | COMENTÁRIOS FINAIS

Este estudo atingiu seus objetivos, mostrando a viabilidade de substituir parcialmente água potável por pluvial na matriz de abastecimento do Campus. A iniciativa traz subsídios para inspirar decisões na implantação de Sistemas de Gestão Ambiental. Pode-se aperfeiçoar a ideia para este próprio campus, com vantagens para ele e seu entorno, que sofre graves inundações e carência de água potável, gerando ações da IES para o desenvolvimento sustentável.

Durante o desenvolvimento do estudo, surgiram ideias para pesquisa futura neste campus e em geral, representadas pelas seguintes sugestões:

- a) Captação de água pluvial para uso em bacias e vasos sanitários;
- b) Captação de água pluvial para a lavagem de pisos e locais de uso comum;
- c) Captação da água de chuva precipitada sobre telhados de outros edifícios;
- d) Replicação desta solução para edifícios de área ampla, em geral;
- e) Adoção de alternativas sustentáveis, como a proposta a esta IES, tornando-se referências no assunto nos âmbitos nacional e internacional.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os funcionários do Instituto Mauá de Tecnologia que com eles contribuíram para o sucesso desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1989. NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2007. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2015. NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro: ABNT.

Bonnet, J. F.; Devel, C.; Faucher, P.; Roturier, J.. 2002. Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bordeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration. *Journal of Cleaner Production*, v.10, pp.13-24. Disponível em: <<https://www.science-direct.com/science/article/pii/S095965260100018X>>. Acesso em: 10 out. 2019.

Canholi, A. P.. 2005. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo, SP: Oficina de Textos. 302p.

Careto, H.; Vendeirinho, R.. 2003. Sistemas de Gestão Ambiental em Universidades: Caso do Instituto Superior Técnico de Portugal. 2003. Relatório Final de Curso (Licenciatura), Curso de Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico de Portugal, Lisboa. Disponível em: <[http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LEAMB/LEAmb%20TFC%20site%20v1/2002-2003/HCareto\\_RVendeirinho%20artigo.pdf](http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LEAMB/LEAmb%20TFC%20site%20v1/2002-2003/HCareto_RVendeirinho%20artigo.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2018.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. 1986. Drenagem urbana: manual de projeto. 3.ed. São Paulo, SP: CETESB/ASCETESB. 452p.

D'Avignon, A.. 1995. Normas Ambientais ISO 14000 – Como podem Influenciar sua Empresa. Rio de Janeiro, RJ: CNI.

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE. 2014. PDMAT 3 - Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê. Relat.12. Resumo Executivo. São Paulo, SP: Consórcio COBRAPE-Engecorps-Maubertec. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B8iXiltOr15aZk1PempOYmNndzg/view>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE. 2018. Banco de Dados Hidrológicos Pluviométricos do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

Druzzian, E. T. V.; Santos, R. C.. 2006. Sistema de gerenciamento ambiental (SGA): buscando uma resposta para os resíduos de laboratórios das instituições de ensino médio e profissionalizante. *Revista Liberato*, Rio Grande do Sul, v.7, pp.40-44.

Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2016. Aproveitamento de Água Pluvial, conceitos e informações gerais. Belo Horizonte, MG: FEMA. 43p. Disponível em: <[http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO\\_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA\\_AGUA\\_DA\\_CHUVA\\_INTRANET.pdf](http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2018.

Ghisi, E.; Cordova, M. M.. 2014. Netuno 4 – Manual do Usuário. Florianópolis, SC: UFSC, Departamento de Engenharia Civil, LabEEE. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/Manual-Netuno-4\\_Junho2014.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/Manual-Netuno-4_Junho2014.pdf)> Acesso em: 25 mar. 2018.

Gnadlinger, J.. 2018. Colheita de água de chuva em áreas rurais. Palestra proferida no 2º Fórum Mundial da Água. Haia, Holanda, 16-22 mar. 2000. Disponível em: <<https://irpaa.org/colheita/indexb.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

KSB Aktiengesellschaft. 2014. Ficha técnica – Folheto de curvas características 60 Hz. Frankenthal: KSB. 150p.

Lima, I. M.; Stradiotto, L. P.; Rex, V. M.. 2018. Captação e Uso de Águas Pluviais no Instituto Mauá de Tecnologia – Campus SCS. 2018. 113p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Curso de Engenharia Civil – Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2018.

Porto, R. M.. 2006. Hidráulica básica. 4.ed. São Carlos, SP: EESC-USP. 540p.

Rain Bird.2018. Catálogo de produtos de irrigação. Disponível em: <[https:// www.rainbird.com.br/upload/catalogofinal\\_virtual.pdf](https://www.rainbird.com.br/upload/catalogofinal_virtual.pdf)>. Acesso em 20 mai. 2018.

Tsutiya, M. T.. 2006. Abastecimento de Água. 4.ed. São Paulo, SP: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 643p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agricultura familiar 17, 20, 26, 29, 47, 50, 52, 53, 56, 58, 61, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 84, 85

Água potável 31, 34, 37, 43, 44

### B

Bioengenharia 89, 100, 101, 104, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 116

### C

Campo de futebol 31, 33, 34, 39, 40, 42

Casas inteligentes 157, 158, 160

Ciclo de vida dos produtos 147

Coleta 13, 25, 26, 33, 34, 36, 38, 52, 60, 78, 100, 140, 142, 143, 173, 175, 178

Copos descartáveis 167

Criação de frango caipirão 73, 74, 75, 82, 84

Crise socioambiental 1, 2, 3, 5, 13

Custos da produção 75, 82

### D

Dados pluviométricos 31

Destruição da natureza 1, 2, 11

### E

Ecossistemas campestres 118, 119, 123, 133, 135

Escoamento da água 104

Espectrometria de emissão atômica 150

Estudantes 12, 16, 17, 28

Ex-estudantes 16

### F

Funções sistêmicas e ecológicas 106

### G

Gestão do empreendimento 73

### H

Hortifrutigranjeiros 73, 77, 82, 83

## I

Imagens satelitais 87, 91, 94

Internet das coisas 156, 157, 164

Inundações urbanas 104, 111

Irrigação 31, 34, 35, 36, 39, 40, 42, 43, 46, 88, 156, 159

## L

Legislação Federal 120

Logística reversa 140, 168

## M

Mapeamento 87, 89, 91, 93, 94, 97, 100, 101, 126, 136

Matéria-prima secundária 140

Meio rural 16, 19, 76

## O

Ordem sanitárias 173, 174

Origem do produto 61, 64

## P

Pedidos de patentes 155, 157, 163

Perfis topográficos 87, 99

Perspectiva crítica 1

Pesca artesanal 47, 50, 51, 52

Plano de manejo integrado do fogo 118, 119, 124, 135

Problemáticas socioambientais 1, 2, 4, 6, 8, 11, 13

Produção da farinha 47, 52, 53, 54

Produção do alumínio 147

Projeto rede de negócios sustentáveis Urupadí 62

## Q

Qualidade alimentar 62, 65, 67

Qualidade de vida 10, 19, 82, 84, 140, 146, 156, 158, 159, 171, 176

## R

Recuperação da área 87, 96, 100



## S

Sistemas de produção 47, 48, 49, 73, 74, 76, 79, 81, 83, 84, 85

Sucatas 147, 148, 153

## T

Tecnologias de automação 155, 160

Teoria e prática 7, 16, 22, 23, 27

## U

Unidades de conservação de proteção integral 118, 123


## V


Vassouras pet's 140

Vegetais frescos 61, 64, 71

# VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE

 [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)

# VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE

 [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)

 **Atena**  
Editora

Ano 2021