



Campus
Sustentável

CAMPUS SUSTENTÁVEL: um modelo de inovação em gestão energética para a América Latina e o Caribe



UNICAMP



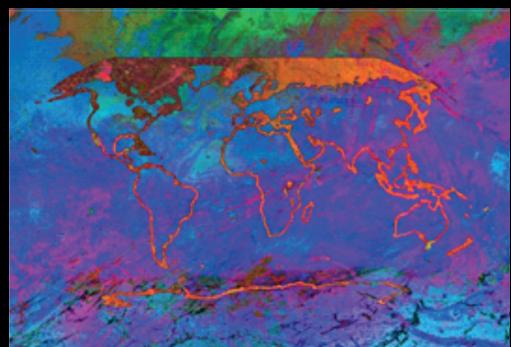
A humanidade enfrenta uma emergência climática sem precedentes. Está cada vez mais claro que o momento exige resposta, determina ação para a mitigação dos efeitos do aquecimento global e preparação para o enfrentamento de eventos extremos.

A transição energética representa um elemento central na necessária resposta, oferecendo soluções para: a produção de energia limpa; a mobilidade de baixo carbono; o uso racional de energia; e a garantia de acesso universal. De modo que abrange na totalidade do 7º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) – Energia Limpa e Acessível, da Agenda 2030 da ONU.

A Unicamp pretende antecipar e acelerar o processo de transição energética em seus campi universitários. Esta meta não tem como objetivo ganhar uma disputa ou trazer um troféu para a Universidade, mas demonstrar para a sociedade, especialmente a latino-americana e caribenha, que é possível fazer novas escolhas, estabelecer projetos e parcerias e aperfeiçoar a gestão, com o objetivo de reduzir as emissões e as omissões institucionais ou pessoais.

Este livro apresenta a trajetória da Unicamp durante os últimos 5 anos em direção a este objetivo. Fica cristalino que o caminho escondido pela Unicamp está ancorado nas parcerias internas e externas, reunindo estudantes, funcionários, professores e gestores, bem como empresas públicas e privadas, organizações sociais e multilaterais, universidades e institutos de pesquisa, órgãos de governo nos níveis municipal, estadual e federal, agências reguladoras e de fomento à pesquisa. Portanto, o livro ilustra que o 17º ODS – Parcerias e Meios de Implementação, é vital para que possamos avançar no alcance das metas estabelecidas pela Agenda 2030.

A leitura do livro também deixará claro ao leitor que a maior meta da Unicamp é que este movimento transborde para fora dos seus campi, atingindo outras universidades públicas e privadas, cidades, estados e países. A Unicamp apenas se apresenta e se oferece aos parceiros e a sociedade como um laboratório vivo para o desenvolvimento e experimentação de soluções inovadoras de transição para as cidades do futuro.



A obra “Changing” da artista Alisa Singer, que ilustra o 6º Relatório Anual do IPCC, resume a angústia da nossa sociedade e nos remete à urgente reflexão:

"Enquanto testemunhamos nosso planeta se transformando ao nosso redor, observamos, ouvimos, medimos ... respondemos."

www.environmentalgraphiti.org - 2021
Alisa Singer.

Luiz Carlos Pereira da Silva

Coordenador do Campus Sustentável – Unicamp.



UNICAMP



Diretoria Executiva de
Planejamento Integrado

Copyright © 2021 Escritório Campus Sustentável - Unicamp
Todos os direitos desta edição reservados à Synergia Editora

Editor Jorge Gama

Editora assistente Isabelle Assumpção

Capa Giovana Sanches Ribeiro, adaptada de Global temperature change 1880-2021.

Diagramação Flávio Meneghesso

Ilustrações Giovana Sanches Ribeiro

Revisão Equipe Synergia

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ
Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

C218

Campus sustentável : um modelo de inovação em gestão energética para a América Latina e o Caribe / coordenadores Luiz Carlos Pereira da Silva et al. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Synergia, 2021.
373 p. ; 16cm x 23cm.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-86214-61-1

1. Recursos energéticos. 2. Eficiência energética. 3. Energia - Fontes alternativas. 4. Política energética. 5. Sustentabilidade. I. Silva, Luiz Carlos Pereira da.

21-74810

CDD 333.7932

CDU 620.91



Livros técnicos, científicos e profissionais

Tel.: (21) 3259-9374 | (21) 97933-6580

www.synergiaeditora.com.br / comercial@synergiaeditora.com.br

Organizadores

Luiz Carlos Pereira da Silva
Danúsia Arantes Ferreira
João Guilherme Ito Cypriano
Pablo de Freitas Hernandez

Giovana Sanches Ribeiro
Francisca Dulcinéia da Cruz Gomes
Dara Signoreti de Freitas Felisardo
Antônio Inácio dos Santos de Paula

Autores

Adriana Botelho Dieguez
Adriana Petito de Almeida Silva
Castro
Aline Eid Galante
Antônio Inácio dos Santos de Paula
Barbara Janet Teruel Mederos
Camila de Freitas Albertin
Carla Kazue Nakao Cavaliero
Daniel Dotta
Danúsia Arantes Ferreira
Diana Estefanía Chérrez Barragán
Edson Tomaz
Eduardo Nunes
Elisabeti de Fátima Teixeira Barbosa
Fernando Cesar Vieira
Flávia Luciane Consoni de Mello
Flávio Tonioli Mariotto
Maria Gabriela Caffarena Celani
Gabriela Marques Romero
Gabrielly Araújo Cordeiro
Glauco Niro

Henrique Cândido de Oliveira
Hugo Soeiro Moreira
João Guilherme Ito Cypriano
João Inácio Yutaka Ota
João Lucas de Souza Silva
João Luiz Jucá
Jorge Yasuoka
José Antônio Dalbem
José Luiz Pereira Brittes
José Tomaz Vieira Pereira
Juan Camilo Lopez Amezquita
Juliana Paula da Silva Ulian
Kaio Vieira dos Santos
Karen Barbosa de Melo
Larissa Silva Grego
Leandro José Cesini Silva
Letícia Thomé Rosa
Lia Farias Pinto
Lindinalva Candido Machado
Lucila Chebel Labaki
Luis Fernando Ugarte Vega

Luís Henrique Tenório Bandória
Luiz Carlos Pereira da Silva
Madson Cortes de Almeida
Marcelo Pereira da Cunha
Marcelo Ferreira Tete
Marcelo Gradella Villalva
Marco Aurelio Pinheiro Lima
Maria Cristina Pereira Matos
Maria Gineusa de Medeiros e Souza
Mariano Francisco Laplane
Milena Pavan Serafim
Moacyr Trindade de Oliveira Andrade
Pablo de Freitas Hernandez
Patricia Nunes da Silva Mariuzzo

Rafael Kotchetkoff Carneiro
Rafael Lino dos Santos
Regina Clelia da C. Mesquita Micaroni
Robert Eduardo Cooper Ordóñez
Rodolfo Dourado Maia Gomes
Rodolfo Quadros
Ruben Hernan Ullon Alcivar
Sergio Valdir Bajay
Silviane Duarte Rodrigues
Talita Meulman Torniziello
Teresa Dib Zambon Atvars
Thalita dos Santos Dalbelo
Ubiratan Francisco Castellano
Vicente José Costa Vale

Agradecimentos

Em primeiro lugar devemos agradecer à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por ter acolhido e promovido articulações de diversos atores para o lançamento da Chamada nº 001/2016: Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior. Além de atentar para a precária gestão de energia em Instituições de Ensino Superior (IES) Federais e Estaduais, com elevado custeio da eletricidade e alto nível de desperdício, seja pela precarização da infraestrutura seja pela carência de ações de reeducação energética das comunidades acadêmicas, a agência também reúne pela primeira vez os programas de Pesquisa e Desenvolvimento e de Eficiência Energética, fomentando a inovação e o aperfeiçoamento dos dois importantes programas do setor elétrico brasileiro. Vale ressaltar que além da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a chamada apoiou projetos de outras 20 instituições.

Em segundo lugar, mas igualmente importante, devemos agradecer à Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Energia), que desde o primeiro momento declarou interesse na chamada e provocou a Unicamp, uma importante e tradicional parceira em projetos de P&D, a preparar e submeter proposta voltada para a melhoria da infraestrutura do Campus Universitário Zeferino Vaz, em Barão Geraldo, para a implantação de geração fotovoltaica, para o desenvolvimento de sistema de gestão de energia e para a estruturação de processos de etiquetagem de edifícios no campus.

Agradecemos a Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) e o Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) pela parceria em responder rapidamente à Chamada nº 001/2016 com uma proposta de projeto excelente. Em conjunto, é importante agradecer a Câmara Técnica de Gestão de Energia (CTGE) e a sua coordenadora, a Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), pelas informações e propostas que subsidiaram a maioria dos subprojetos e as decisões de ações e pesquisa. Sem esquecer a de agradecer a Faculdade de Engenharia Mecânica, pelo desenvolvimento e suporte do projeto de Eficiência Energética, importante para a aprovação de todo o projeto Campus Sustentável - Unicamp.

É importante agradecer aos gestores da Unicamp, que em todos os momentos, desde a concepção do campus sustentável apoiaram e dedicaram o esforço necessário e possível para o sucesso do projeto. Também cabe ressaltar que o Campus Sustentável, já recebeu apoio de três diferentes gestões: a gestão José Tadeu Jorge e Alvaro Penteado Crósta (2013-2017), que apoiou e acompanhou a concepção e submissão do projeto ao edital da Aneel; a gestão Marcelo Knobel e Teresa Dib Zambon Atvars (2017-2021) que criou as condições, articulações e integrações internas para viabilizar a execução do projeto; e a gestão Antonio José de Almeida Meirelles e Maria Luiza Moretti (2021-presente), que ratificou o apoio institucional e apresentou caminhos para a expansão das ações do Campus Sustentável, de forma a acelerar a transição energética da Unicamp. Esse relato é importante para demonstrar que a política de sustentabilidade de uma instituição deve ser de longo prazo, ter continuidade e ser voltada para a instituição em si, e não para uma determinada gestão, independente de suas orientações políticas e administrativas.

Em último, mas não menos importante, é preciso agradecer aos nossos estudantes e pesquisadores do Campus Sustentável, que empregaram sua criatividade, motivação, engajamento e competência aos problemas e desafios reais da nossa instituição, ao mesmo tempo em que se formaram como profissionais que assumirão o enorme peso de garantir condições de vida adequada para as futuras gerações. Agradecer aos funcionários da Unicamp que contribuíram com o Campus Sustentável,

que nada têm do estereótipo do funcionário de repartição pública Rodrigueana (Nelson Rodrigues), mas que se dedicam diuturnamente para o aperfeiçoamento dos processos sob sua responsabilidade, muitas vezes limitados por estruturas organizacionais retrogradas e ultrapassadas que permeiam a administração pública brasileira. Agradecemos ainda, sem citar os nomes, pela grande variedade, a todos os órgãos, núcleos, centros e unidades de ensino e pesquisa da UNICAMP que se tornaram parceiros do Campus Sustentável durante os últimos cinco anos, bem como aos diversos parceiros externos que foram se juntando ao projeto: Eletrobras/Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA S. Paulo), Organização Latino-Americana de Energia (Olade), Instituto de Pesquisa e Formação Indígena (Iepé), ELEKTRO, DCIDE, Ministério Público do Trabalho - Procuradoria Regional do Trabalho da 15^a Região (MPT), entre tantas outras empresas de serviços e startups que contribuíram e ainda contribuirão para o sucesso do Campus Sustentável, nosso MUITO OBRIGADO!

Este trabalho foi desenvolvido através do programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico PD-00063-3032/2017 - PA3032: "Desenvolvimento de um modelo de Campus Sustentável na UNICAMP – Laboratório vivo de aplicações de mini geração renovável, eficiência energética, monitoramento e gestão do consumo de energia.", regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em parceria com a empresa CPFL Energia.

Prefácio

Desde o início da gestão da Unicamp no período 2017-2021, era evidente que a gestão da energia era um tema estratégico para o desenvolvimento institucional, pois a dimensão dos recursos dispendidos comprometia as finanças da universidade. A necessidade da gestão eficiente das despesas de utilidade pública (água, energia, saneamento e outros), é comum às universidades latino-americanas, e a urgência em abordá-lo atende à necessidade da sustentabilidade financeira. O alinhamento das estratégias da universidade aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, precisa estar, cada vez mais, permanente pautado, e discussões devem influir no processo de formação dos nossos estudantes. Diretamente vinculado ao tema, a ODS 7 trata especificamente da Energia Limpa e Responsável, e, portanto, da necessidade do uso massivo de fontes renováveis de energia em detrimento das fontes convencionais. Encontrar parceiros e alinhar as expectativas e as estratégias no uso responsável da energia foi, na Unicamp, objeto de intenso trabalho nos últimos anos, e esse livro relata essas experiências, consolidando o projeto “Campus Sustentável – Unicamp: um modelo de inovação na gestão energética para a América Latina”. Relata experiências bem-sucedidas que podem auxiliar outras instituições a vivenciarem oportunidades similares.

O Brasil é um dos poucos países que estabeleceu os chamados Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, nos idos de 1999. Esses Fundos são instrumentos que viabilizam recursos para o financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação e, em particular, o CT-Energia estimula programas e projetos, do qual a Eficiência Energética é um dos programas financiáveis. Todos os projetos devem ser executados em

parcerias com empresas do setor, criando um ecossistema propício ao desenvolvimento a todos os setores atuantes na área. Nessa direção, a alta administração da universidade se aliou aos docentes atuantes em pesquisa e desenvolvimento e à empresas concessionárias da área de energia para viabilizar projetos qualificados de eficiência energética na Unicamp. Dessa estratégia, recursos extraorçamentários puderam ser investidos na Unicamp, viabilizando múltiplos projetos.

Convidamos os leitores a percorrerem o livro *Campus Sustentável: Um Modelo de inovação em gestão energética para a América Latina e o Caribe* que relata as experiências vivenciadas, iniciando na Sessão I por uma análise de contexto geral; a Sessão II analisa a realidade encontrada na Unicamp, que acreditamos ser muito similar à de outras instituições, as transformações decorrentes da execução do projeto e a absoluta necessidade de formação de recursos humanos (em todos os níveis) para a área; a Sessão III descreve alguns dos resultados de projetos específicos; a Sessão IV detalha as estratégias utilizadas pela Unicamp para viabilizar esse e outros projetos, dando governança à gestão eficiente de energia. Ainda nesta seção é apresentada a estreita conexão entre o Campus Sustentável – Unicamp e Hub Internacional para o desenvolvimento sustentável – HIDS Unicamp, um ambicioso projeto para criar um modelo de cidade inteligente no território no qual se insere a Unicamp. Esses resultados, no seu conjunto, agregam valor às atividades universitárias, melhorando a gestão administrativa; desenvolvendo novas competências nos alunos que dela se beneficiam, direta ou indiretamente; qualificaram as interações com setores externos à universidade abrindo novas perspectivas profissionais para os egressos; e no caso específico do HIDS, estão interferindo, positivamente, com o desenvolvimento sustentável no entorno no qual a Unicamp está inserida. Por fim, a Seção V propõe um texto do gênero entrevista, trazendo para o diálogo algumas parcerias importantíssimas para tudo isso que você confere a partir de agora, neste livro.

Teresa Dib Zambon Atvars
Vice-reitora da Unicamp 2017-2021

Lista de Abreviaturas

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
AEM	Avaliação Ecossistêmica do Milênio
AISHE	<i>Assessment Instrumental for Sustainability in Higher Education</i>
AMFORP	<i>American Foreign Power Company</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
API	Application Programming Interface
ARIUSA	<i>Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sostenibilidad y el Ambiente</i>
ASMAE	Administradora de Serviços do Mercado Atacadista de Energia Elétrica
BCCL	Biblioteca Central César Lattes da Unicamp
BEC-SP	Bolsa Eletrônica de Compras do Estado de São Paulo
BEMS	<i>Building Energy Management System</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
BORA	Biblioteca de Obras Raras
BPC	<i>Bus Passenger Counter</i>
CA	Corrente Alternada
CAISM	Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher da Unicamp
CAPE	Subprojeto de Capacitação
CC	Corrente Contínua
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCUEC	Centro de Computação da Unicamp
CECOM	Centro de Saúde da Comunidade da Unicamp
CEEAC	Centro de Excelência em Energia do Acre
CEIP	Centro de Excelência em Iluminação Pública
CEMEQ	Centro para Manutenção de Equipamentos da Unicamp
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEP	Conversores Eletrônicos de Potência
CESAER	<i>Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research</i>

CGU	Coordenadoria Geral da Unicamp
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CNPEM	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Material
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COMPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CONSU	Conselho Universitário da Unicamp
Contratação	Subprojeto de Contratação de Energia Elétrica
COP26	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2021
COPEI	Comissão de Planejamento Estratégico Institucional da Unicamp
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
COS	Centro de Operações e Monitoramento do Sistema Elétrico da Unicamp
COTIL	Colégio Técnico de Limeira
CPFL Paulista	Distribuidora de Energia Elétrica da CPFL
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CPP	Chamada Pública de Projetos
CPQBA	Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas e Biológicas e Agrícolas da Unicamp
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CT-Energia	Fundo Setorial de Energia Elétrica da Finep
CTG	Câmara Técnica de Gestão
CTGE	Câmara Técnica de Gestão de Energia da Unicamp
CTGFF	Câmara Técnica de Gestão de Fauna e Flora da Unicamp
COTUCA	Colégio Técnico de Campinas
DAE	Divisão de Água e Energia da Unicamp
DEA	Diretoria Executiva de Administração da Unicamp
DEDH	Diretoria Executiva de Direitos Humanos da Unicamp
DEPI	Diretoria Executiva de Planejamento Integrado da Unicamp
DM	Divisão de Manutenção da Unicamp
DMA	Divisão de Meio Ambiente da Unicamp
DNAEE	Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica
DOE	<i>United States Department of Energy</i>
DPCT	Departamento de Política Científica e Tecnológica
EAN	Educação Alimentar e Nutricional
EC	Indicador Energia e Mudanças Climáticas UI GreenMetric
ED	Indicador Ensino e Pesquisa UI GreenMetric
EDAT	Escritório de Dados Institucionais e Suporte à Decisão da Unicamp
EEO	Eletroposto de Energia Zero
EETPM	Escola Estadual Dr. Telêmaco Paioli Melges
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ESCO	<i>Energy Services Company</i>
ESFV	Energia Solar Fotovoltaica

ESS	Encargos de Serviços do Sistema
Etiqetagem	Subprojeto de Etiqetagem de Edificações
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCA	Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp
FEA	Faculdade de Engenharia de Alimentos
FEAGRI	Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp
FEC	Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo
FEEC	Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp
FEF	Faculdade de Educação Física da Unicamp
FEM	Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp
FEQ	Faculdade de Engenharia Química
FF	Fator de Forma
FGV Energia	Centro de Estudos de Energia da Fundação Getulio Vargas
Funcamp	Fundação de Desenvolvimento da Unicamp
Furnas	Furnas Centrais Elétricas S/A
GC	Governança Corporativa
GD	Geração Distribuída
GEE	Gases de Efeito Estufa
GenIoT	Gestão Energética Inteligente baseada em <i>IoT</i>
GGA	Grupo Gestor Ambiental da Unicamp
GGR	Grupo Gestor de Resíduos da Unicamp
GGUS	Grupo Gestor Universidade Sustentável da Unicamp
GMU	Ginásio Multidisciplinar da Unicamp
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HC	Hospital de Clínicas da Unicamp
HIDS	Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
IA	Instituto de Artes da Unicamp
IATI	Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação de Pernambuco
IC	Iniciação Científica
IC _{env}	Índice de Consumo da Envoltória da Edificação
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEI	<i>International Energy Initiative</i>
IEPÉ	Instituto de Pesquisa e Formação Indígena
IFCH	Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Unicamp
IG	Instituto de Geociências da Unicamp
IHM	Interface Interativa Homem-máquina
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IOCAP	Instituto de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e PESCOço
IOT	<i>Internet of Things</i> (<i>Internet das Coisas</i>)
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
IQ	Instituto de Química da Unicamp

IS	Indicador Ambiente e Infraestrutura UI GreenMetric
ISCN	<i>International Sustainable Campus Network</i>
ISO 50001	Norma de Gestão de Energia
KDD	<i>Knowledge Discovery in Databases</i>
KRIHS	<i>Korea Research Institute for Human Settlements</i>
kV	Quilovolts
kWh	Quilowatt-hora
LABGesta	Laboratório de Inovação em Gestão Pública da Unicamp
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LoRaWan	<i>Long Range Wan</i>
M&A	Monitoramento e Avaliação
M&V	Medição e Verificação
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MAI	Metodologia da ação interdisciplinar
Merge	<i>Microgrids for Efficient, Reliable and Greener Energy</i>
MME	Desenvolvimento de Microrredes Eficientes, Confiáveis e Sustentáveis
MME	Ministério de Minas e Energia
MPT	Ministério Público do Trabalho
NIPE	Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Unicamp
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OLADE	Organização Latino-americana de Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
ONUBR	Organização das Nações Unidas no Brasil
OpenDSS	Simulador de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAR	Plano de Aplicação de Recursos
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PCHs	Pequenas Centrais Hidroelétricas
PDef	Plano Decenal de Eficiência Energética
PD-Integrado	Plano Diretor Integrado
PEE	Programa de Eficiência Energética da ANEEL
PGA	Programa de Gestão Ambiental da Unicamp
PGRBQR	Programa de Gestão de Resíduos Biológico, Químico e Radioativo da Unicamp
Planes	Planejamento Estratégico da Unicamp
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPP	Parceria Público-Privada
PRDU	Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário da Unicamp
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética da ANEEL
PUC-Campinas	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
PV	<i>Photovoltaic System</i>
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
RCB	Relação Custo-Benefício
Retrofit	Processo de modernização de um equipamento ultrapassado ou fora da norma
RMC	Região Metropolitana de Campinas
ROL	Receita Operacional Líquida
RS	Restaurante da Saturnino da Unicamp
Sanasa	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SAR	Secretaria de Administração Regional da Unicamp, campus Limeira
SCDC	Setor de Comunicação e Divulgação Científica do Escritório Campus Sustentável
SG	<i>Smart Grids</i>
SGA	Sistema de Gestão Ambiental da Unicamp
SIMA	Secretaria de Infraestrutura de Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo
SIN	Sistema Interligado Nacional
SKD	<i>Semi Knocked-Down</i>
STEe	Sustentabilidade, Transição e Eficiência Energética
TE	<i>Time Energy</i>
THE Impact Rankings	<i>Times Higher Education Impact Rankings</i>
THE	<i>Times Higher Education</i>
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TNA	<i>Technology Needs Assessment</i>
TR	Indicador Transportes UI GreenMetric
TR	Termo de Referência
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TWh	Terawatt-hora
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UIGM	Universitas Indonesia GreenMetric
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UniSanta	Universidade Santa Cecília
UPA	Unicamp Portas Abertas
WR	Indicador Água UI GreenMetric
WS	Indicador Resíduo UI GreenMetric
UI GreenMetric	Universitas Indonesia GreenMetric

Sumário

SEÇÃO I – ALIANÇAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

1 UNIVERSIDADES LATINO-AMERICANAS E CARIBE: PANORAMA GERAL

Thalita dos Santos Dalbelo, Daniel Dotta, José Tomaz Vieira Pereira,
Luiz Carlos Pereira da Silva e Pablo de Freitas Hernandez, 3

2 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CENÁRIO BRASILEIRO

Rodolfo Dourado Maia Gomes e Ubiratan Francisco Castellano, 16

3 PANORAMA DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Thalita dos Santos Dalbelo, Aline Eid Galante, Gabriela Marques Romero,
Adriana Botelho Dieguez e Talita Meulman Torniziello, 40

4 CAMPUS SUSTENTÁVEL – UNICAMP: LABORATÓRIO VIVO PARA CIDADES HUMANAS INTELIGENTES

Danúsia Arantes Ferreira, Pablo de Freitas Hernandez, Luiz Carlos Pereira da Silva,
Flávia Luciane Consoni de Mello, Marcelo Ferreira Tete,
João Guilherme Ito Cypriano e Barbara Janet Teruel Mederos, 58

5 ALIANÇAS INTERSETORIAIS E GOVERNANÇA: PROPOSTA DE MODELO PARA O APERFEIÇOAMENTO DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NA UNICAMP

Maria Cristina Pereira Matos, Danúsia Arantes Ferreira, Luiz Carlos Pereira da Silva,
Pablo de Freitas Hernandez e João Guilherme Ito Cypriano, 76

SEÇÃO II – PROJETOS ESTRUTURANTES

6 CENTRO DE OPERAÇÕES E MONITORAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO DA UNICAMP

João Guilherme Ito Cypriano, João Luiz Jucá,
Diana Estefanía Chérrez Barragán e Luiz Carlos Pereira da Silva, 94

7 CONTRATAÇÃO DE ENERGIA E DEMANDA NOS AMBIENTES LIVRE E REGULADO NA UNICAMP

Moacyr Trindade de Oliveira Andrade, Lia Farias Pinto, João Luiz Jucá,
Sergio Valdir Bajay, Vicente José Costa Vale e Leandro José Cesini Silva, 104

8 INSERÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA UNICAMP

João Lucas de Souza Silva, Karen Barbosa de Melo, Rafael Kotchetkoff Carneiro,
Kaio Vieira dos Santos, Fernando Cesar Vieira e Marcelo Gradella Villalva, 124

9 PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (PEE)

Fernando Cesar Vieira, Jorge Yasuoka, João Guilherme Ito Cypriano,
Glauco Niro e José Tomaz Vieira Pereira, 138

10 PROJETO GENI/IOT – SISTEMA PARA SUPORTE À GESTÃO ENERGÉTICA UTILIZANDO IOT (INTERNET OF THINGS – INTERNET DAS COISAS)

Jorge Yasuoka, José Luiz Pereira Brittes, Gabrielly Araújo Cordeiro, Eduardo Nunes,
Robert Eduardo Cooper Ordóñez e Sergio Valdir Bajay, 150

11 DIAGNÓSTICO DE ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DA UNICAMP

Lucila Chebel Labaki, Elisabeti de Fátima Teixeira Barbosa,
Adriana Pettito de Almeida Silva Castro, Larissa Silva Grego,
Camila de Freitas Albertin e Letícia Thomé Rosa, 177

12 CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA PARA A UNICAMP E PARA O MERCADO

João Guilherme Ito Cypriano, Danúzia Arantes Ferreira, Barbara Janet Teruel Mederos,
Hugo Soeiro Moreira e Luiz Carlos Pereira da Silva, 196

SEÇÃO III – PROJETOS CONCEITUAIS

13 PROJETO ÔNIBUS ELÉTRICO - A UNICAMP COMO LABORATÓRIO VIVO PARA ESTUDOS DE MOBILIDADE URBANA

Madson Cortes de Almeida, Luis Fernando Ugarte Vega, Flávio Tonioli Mariotto,
Ruben Hernan Ullon Alcivar, Luís Henrique Tenório Bandória, Henrique Cândido de Oliveira,
Rafael Lino dos Santos e Carla Kazue Nakao Cavaliero, 212

14 PROJETO MERGE: MICRORREDES EFICIENTES, RESILIENTES E SUSTENTÁVEIS

José Antenor Pomilio, João Inácio Yutaka Ota, Juan Camilo Lopez Amezquita,
Danúzia Arantes Ferreira e Rodolfo Quadros, 227

15 A UNICAMP COMO LABORATÓRIO VIVO PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Glauco Niro, Juliana Paula da Silva Ulian, Fernando Cesar Vieira,
João Guilherme Ito Cypriano e Luiz Carlos Pereira da Silva, 241

**16 PROGRAMA INTERDISCIPLINAR DE EXTENSÃO COMUNITÁRIA OLHOS NO FUTURO:
CAMINHOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL (ODS)**

Danúzia Arantes Ferreira, João Guilherme Ito Cipriano,
Luiz Carlos Pereira da Silva e Antônio Inácio dos Santos de Paula, 254

SEÇÃO IV – ECOSISTEMA DE GOVERNANÇA PARA INOVAÇÃO

**17 A GESTÃO ESTRATÉGICA DA UNICAMP: A CRIAÇÃO DO ESCRITÓRIO DE PROJETOS
ESPECIAIS “CAMPUS SUSTENTÁVEL”**

Lindinalva Candido Machado, Silviane Duarte Rodrigues, Luiz Carlos Pereira da
Silva, Milena Pavan Serafim e Teresa Dib Zambon Atvars, 271

**18 GRUPO GESTOR UNIVERSIDADE SUSTENTÁVEL E CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO DE
ENERGIA DA UNICAMP**

Edson Tomaz, Flávia Luciane Consoni de Mello, Maria Gineusa de Medeiros e Souza,
Regina Clelia da Costa Mesquita Micaroni, Carla Kazue Nakao Cavaliero,
José Antônio Dalbem, José Tomaz Vieira Pereira, Luiz Carlos Pereira da Silva, 293

19 O HUB INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – HIDS

Maria Gabriela Caffarena Celani, Marcelo Pereira da Cunha,
Mariano Francisco Laplane, Marco Aurelio Pinheiro Lima,
Patricia Nunes da Silva Mariuzzo e Thalita Dalbelo, 304

SEÇÃO V – PARCERIAS/ENTREVISTAS

Antônio Inácio dos Santos de Paula, 326

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)

Entrevistada – Teresa Atvars, 328

ELETROBRÁS

Entrevistada – Renata Leite Falcão, 332

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ (CPFL)

Entrevistado – Renato Povia, 336

ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA (OLADE)

Entrevistado – Numar Alfonso Blanco Bonilla, 340

ESCOLA ESTADUAL DR. TELÉMACO PAIOLI MELGES

Entrevistado – Mário Ferreira Sarraipa, 342

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL)

Entrevistado – Paulo Luciano De Carvalho, 346

POSFÁCIO, 352



SEÇÃO I

Alianças para o Desenvolvimento
Sustentável

Introdução

Esta seção apresenta uma visão macro estruturante do papel das universidades nas políticas ambientais, em que destaca a sustentabilidade energética e oportuniza reflexões acerca dos cenários da América Latina e do Caribe. É um diálogo que mobiliza as políticas públicas nacionais, defendendo a gestão e a eficiência energética. Ao mesmo instante, demonstra como essas políticas foram aplicadas na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) no formato de Laboratório Vivo de Sustentabilidade Energética, com foco no desenvolvimento de Cidades Humanas Inteligentes.

O primeiro capítulo realiza uma explanação desse panorama mundial e, para isso, considera iniciativas universitárias latino-americanas e caribenhas. Já o capítulo seguinte se apropria dessas reflexões e as reposiciona no cenário brasileiro, problematizando políticas públicas que estimulam ações de gestão e eficiência do uso da eletricidade, por exemplo, a Chamada nº 001/2016 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Para observar a aplicação estratégica *in loco*, o terceiro capítulo destaca o planejamento territorial da Unicamp e demonstra como a se articula o Plano Diretor Integrado (PD-Integrado).

Esse percurso desemboca na corporificação do Laboratório Vivo – Unicamp, detalhado no quarto capítulo. Nele, se concentra a discussão conceitual, metodológica e descritiva, da articulação realizada pelo Campus Sustentável – Unicamp ao construir um modelo para laboratórios vivos. Objetivamente, o Campus Sustentável – Unicamp é colocado como movimento de aplicação dessas políticas, gesto que as torna palpáveis pelo funcionamento dessa estrutura.

Além disso, a concretização do Laboratório Vivo – Unicamp não diz respeito a uma iniciativa isolada da Universidade. Pelo contrário, ele é construído pelas alianças intersetoriais e uma governança, enlaces envolvendo ordens governamentais, institucionais, empresariais, que se encontram a serviço da comunidade acadêmica. Questões estas sobre as quais se debruça o último capítulo desta seção. Então, como se percebe, esta seção realiza um trajeto decrescente, justificando também esta produção teórica.

1

Universidades Latino-Americanas e Caribe: Panorama Geral

Thalita dos Santos Dalbelo

Daniel Dotta

José Tomaz Vieira Pereira

Luiz Carlos Pereira da Silva

Pablo de Freitas Hernandez

Na América Latina e no Caribe, as universidades tornaram-se parte do cenário cultural e político no século XX, apesar de as primeiras universidades terem se estabelecido no continente latino-americano no século XVI (AROCENA e SUTZ, 2005), com a fundação da Universidade de Santo Domingo (1538) na República Dominicana e a Universidade de Michoacán (1539), no México. No entanto, considerando a diversidade e extensão geográfica da América Latina e do Caribe, a relevância e impacto dessas instituições na sociedade variam de acordo com o tempo e região geográfica. No Brasil, o marco fundamental do ensino superior é a fundação da Universidade de São Paulo na década de 1930 (CAMPOS, 1954), apesar de existirem outras universidades no país desde o final do século XVII.

O século XXI foi marcado por uma expansão das instituições de ensino superior e das universidades na América Latina e no Caribe (AVITABILE, 2017). De acordo com Avitabile (2017), no período de 2000-2013, houve um aumento de 21% para 43% de matrículas no ensino superior na população entre 18-24 anos na região. Essa forte expansão também desperta dúvidas sobre a capacidade do sistema universitário latino-americano em prover formação de qualidade aos estudantes bem como a geração de conhecimento novo (AVITABILE, 2017). No entanto, essa preocupação não é restrita ao caso latino-americano pois no início dos anos 2000 surge a primeira iniciativa da proposição de um índice para medir o desempenho das universidades, o ranqueamento mundial *Times Higher Education* (THE), com foco na capacidade das universidades e instituições de ensino superior em gerar conhecimento novo.

Entre as universidades latino-americanas que participam do ranqueamento *World University Rankings* desde 2016, destacam-se as brasileiras e chilenas, que estão nas primeiras posições ao longo do período. Vale ressaltar que nos 4º e 5º posicionamentos existe variação entre Chile, Brasil, Colômbia e México. Ainda assim, os demais países da América-Latina e do Caribe não possuem muita representatividade neste ranqueamento.

Tabela 1.1 Cinco Universidades Latino-Americanas no ranqueamento *World University Rankings* entre 2016 e 2021

World University Rankings	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Universidade de São Paulo	1º	2º	2º	2º	2º	2º
Universidade Estadual de Campinas	2º	1º	1º	3º	3º	3º
Pontificia Universidad Católica de Chile	3º	3º	3º	1º	1º	1º
Universidad de Chile	4º	4º	6º	7º	8º	6º
Universidade Federal do Rio de Janeiro	5º	8º	12º	13º	12º	10º
Universidade dos Andes	10º	5º	8º	9º	11º	13º
Universidade Federal de São Paulo	-	7º	4º	6º	5º	9º
Instituto Tecnológico de Monterrey	8º	6º	5º	5º	4º	4º
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	6º	9º	7º	4º	7º	7º
Universidade Federal de Minas Gerais	7º	11º	9º	8º	5º	5º

A preocupação com o desenvolvimento sustentável passou a ser parte integrante do planejamento das universidades no século XXI, mais enfaticamente após o lançamento dos dezessete "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" (ODS) da *Agenda 2030* da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Essas instituições são multiplicadoras dos conceitos e princípios do desenvolvimento sustentável, sendo que a promoção da sustentabilidade deve extrapolar o ensino e a pesquisa e ter, nos *campi* universitários e suas operações, o locus da implementação (GÓES, 2015). Nesse sentido, se algumas universidades já tinham a preocupação em aplicar a sustentabilidade nas diretrizes de uso e ocupação dos *campi*, a partir de 2015, as associações de universidades sustentáveis passaram a fazer parte das agendas universitárias do mundo todo, inclusive da América Latina e do Caribe. Dentre eles, é preciso citar a *International Sustainable Campus Network* como a mais integradora das associações.

Na América Latina e no Caribe, a rede Ambientalização Curricular no Ensino Superior, criada em 2000, foi uma das primeiras iniciativas a repensar e propor mudanças curriculares em prol do desenvolvimento sustentável (CARVALHO e SILVA, 2014). Destaca-se também a *Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sostenibilidad y el Ambiente* (ARIUSA), com a missão de criar uma cooperação acadêmica para promoção do desenvolvimento sustentável no ensino superior (SAENZ, 2014).

A compreensão das ações e do estágio de implementação da sustentabilidade nos *campi* universitários e o planejamento das metas de sustentabilidade para as operações de uso e ocupação e para as pesquisas acadêmicas levaram ao levantamento de indicadores de sustentabilidade para *campi* universitários e, consequentemente, a sistemas de ranqueamento de universidades sustentáveis (RAMOS e PIRES, 2013). O *Assessment Instrumental for Sustainability in Higher Education* (AISHE) foi um dos primeiros instrumentos para certificação de instituições universitárias como sustentáveis, criado na Holanda, em 2001 (ROORDA *et al.*, 2009).

Muitas instituições, associações e organizações passaram a criar sistemas de indicadores de universidades sustentáveis com o objetivo de certificá-las e criar um ranqueamento. Alguns deles são mais

específicos de algumas regiões geográficas mundiais e outros, são mais abrangentes. América Latina e Caribe não possuem um sistema específico de certificação de universidades sustentáveis e, por isso, seus países costumam usar a certificação mais internacionalizada e utilizada por universidades a nível mundial. Até 2019, o sistema de ranqueamento de universidades sustentáveis mais usado pelas universidades latino-americanas e caribenhas foi o *Universitas Indonesia GreenMetric*.

O *UI GreenMetric* foi lançado em 2010 com o objetivo de elaborar um sistema de ranqueamento mundial atento aos esforços para redução da pegada de carbono das universidades, auxiliando no combate das mudanças climáticas. Inicialmente, 95 universidades participaram do ranqueamento, sendo que em 2021, o número total de universidades participantes foi de 956. O levantamento e a submissão dos indicadores de sustentabilidade estabelecidos pela plataforma UIGM é feito anualmente e é categorizado em: infraestrutura e ambiente, energia e mudanças climáticas, resíduos, água, transporte e ensino e pesquisa. A instituição reforça a necessidade de atenção dos líderes universitários e das partes interessadas ao combate às mudanças climáticas, à conservação de energia e água, à reciclagem de resíduos e ao transporte verde, atividades que exigem mudança de comportamento a nível global. Cada categoria tem indicadores específicos e pontuação por indicador. Os dados são processados pela Universitas Indonesia, que publica a pontuação e a classificação de cada uma das universidades participantes (UIGM, 2021).

A participação de universidades da América Latina e Caribe no sistema UIGM está aumentando. Em 2021, Brasil, Colômbia, Equador, Costa Rica, Chile, Mexico, Peru, Venezuela, Curaçao, El Salvador, Guatemala, Panama e Argentina participaram desse ranqueamento. Porém, entre as 10 mais pontuadas estão apenas universidades brasileiras e colombianas.

Outro ranqueamento de universidades sustentáveis que está ganhando adesão das latino-americanas e caribenhas é o *THE Impact Rankings*, uma versão do THE voltada para medir o atendimento aos dezessete ODS's. Os indicadores foram elaborados de forma a

promover uma comparação equilibrada entre pesquisa, administração, extensão e ensino. As instituições participantes recebem pontos individuais por cada um dos ODS's atingidos e, para entrar na classificação geral, é necessário apresentar os indicadores para atingir o ODS 17, “Parcerias e meios de implementação dos ODS's”, e para, no mínimo, outros três ODS's. O *THE Impact Rankings* de 2021 é a terceira edição e a classificação geral inclui 1.118 universidades de 94 países.

Tabela 1.2 Comparação entre ranqueamentos de universidades sustentáveis da América Latina e do Caribe para o ano 2021

<i>THE Impact Rankings</i>		<i>UI GreenMetric Rankings</i>	
Latin American Ranking	University	Latin American Ranking	University
1	Universidade de São Paulo	1	Universidade de São Paulo
2	National Autonomous University of Mexico	2	Universidad Autónoma del Occidente
3	Universidade Estadual de Londrina	3	Universidad del Rosario
101-200 (geral)	Universidade Estadual de Maringá	4	Universidade Federal de Lavras
	Universidade Estadual de São Paulo Júlio de Mesquita Filho	5	Fundación Universidad del Norte Barranquilla
	Universidade Federal do Espírito Santo	6	Universidad De Santander
	Universidade de São Paulo	7	Universidade de Campinas
	CES University	8	Universidad Tecnologica de Pereira
	EAFIT University	9	Universidad de Antioquia
	Universidad Pontificia Bolivariana	10	Fundación Universidad del Norte Barranquilla
	Metropolitan Autonomous University	11	Universidad de Caldas
	Monterrey Institute of Technology	12	Universidad de los Andes Colombia

Considerando esse panorama, verifica-se que há espaço para incluir, aumentar a participação bem como melhorar o posicionamento das universidades da América Latina e do Caribe nos sistemas

de ranqueamento de universidades sustentáveis. Nesse livro será apresentada a experiência da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) no desenvolvimento e incorporação de políticas de sustentabilidade na operação de seus *campi* e no ensino, pesquisa e extensão relacionados à sustentabilidade e ao combate às mudanças climáticas. Essa experiência brasileira serve como modelo para outras universidades sobre como incluir políticas de sustentabilidade na governança dos seus *campi*.

A Unicamp fez a primeira submissão ao ranqueamento *UI GreenMetric* em 2019 e, no *THE Impact*, em 2021. No *UI GreenMetric*, a primeira submissão da Unicamp incluiu apenas o campus Zeferino Vaz, localizado no distrito de Barão Geraldo, em Campinas. Para as submissões de 2020 e 2021 foram levantados indicadores para todos os 6 *campi*, ainda que em período da pandemia causada pelo Covid-19.

Os resultados apontaram que, apesar dos diferentes contextos de submissão, a Unicamp melhorou seus indicadores de sustentabilidade nas categorias Ambiente e Infraestrutura, Água, Transportes e Ensino e Pesquisa, sendo que nas demais categorias foram mantidas as pontuações entre 2019 e 2021. A Figura 1.1 indica a pontuação da Unicamp em cada uma das categorias do ranqueamento *UI GreenMetric* para 2019 e 2021 e os pontos totais válidos por categoria. Esse resultado posicionou a Unicamp como 4^a universidade brasileira e 80^a universidade mundial em 2019; 3^a brasileira e na 100^a mundial, em 2020; e 3^a brasileira e 65^a mundial, em 2021.

Quando se analisa o desempenho por categoria, indicado na Figura 1.1, é possível verificar que os diferentes contextos das submissões entre 2019 e 2021 impactaram o resultado de diferentes formas. Na categoria de Infraestrutura e Meio Ambiente, a inclusão dos 6 *campi* fez com que a proporção da área total coberta por mata e por áreas verdes diminuisse, visto que o Campus Zeferino Vaz é o que apresenta essa maior proporção e os demais *campi* possuem baixa proporção nesses indicadores. Em contrapartida, a Unicamp aumentou sua proporção de espaços abertos em relação à área total, bem como sua proporção entre as áreas abertas e a população total dos *campi* e a porcentagem do orçamento universitário aplicada em sustentabilidade, como pode ser visto na Figura 1.2.

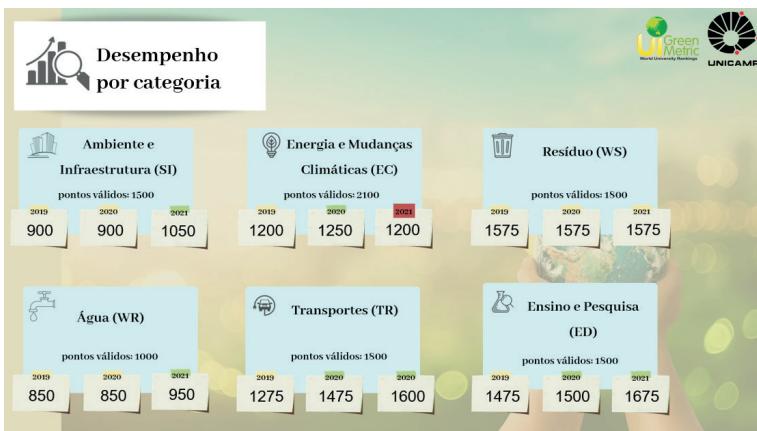


Figura 1.1 Desempenho da Unicamp por categoria do sistema de ranqueamento de universidades sustentáveis UGM para 2019 e 2021.

Fonte: Elaboração própria.



Figura 1.2 Desempenho da Unicamp na Categoria Ambiente e Infraestrutura do UGM para 2021.

Fonte: Elaboração própria.

A categoria Energia e Mudanças Climáticas apresentou aumento de 50 pontos entre 2019 e 2020, porém, em 2021, voltou aos 1200 pontos, conforme consta na Figura 1.1. Enquanto a Unicamp aumentou a porcentagem de uso de equipamentos com eficiência energética e de implementação de edifícios inteligentes, houve redução na proporção entre o total do consumo de energia elétrica e a população dos *campi* e na proporção entre a produção de energia renovável e o uso de energia total, como pode ser visto na Figura 1.3. A Pegada de Carbono da universidade reduziu um pouco devido à redução da quantidade de veículos que circularam pelo campus Zeferino Vaz em 2021 em decorrência da suspensão das atividades letivas presenciais devido à pandemia.



Figura 1.3 Desempenho da Unicamp na Categoria Energia e Mudanças Climáticas do UIGM para 2021.

Fonte: Elaboração própria.

O desempenho da Unicamp na categoria Resíduos manteve exatamente o mesmo entre 2019 e 2021, conforme indica a Figura 1.4. Nesta categoria, a universidade pontua os valores máximos nos cinco primeiros indicadores porque a Unicamp possui um sistema de gestão de resíduos implementado desde a década de 1990 e que tem passado por processos constantes de atualização que envolvem resíduos comuns, recicláveis, perigosos e, inclusive, resíduos da construção. Apenas no WS6 a pontuação é baixa, pois o tratamento do esgoto dos *campi* é feito nas estações de tratamento de esgoto das concessionárias municipais e que ainda não possuem reaproveitamento de água e de lodo.

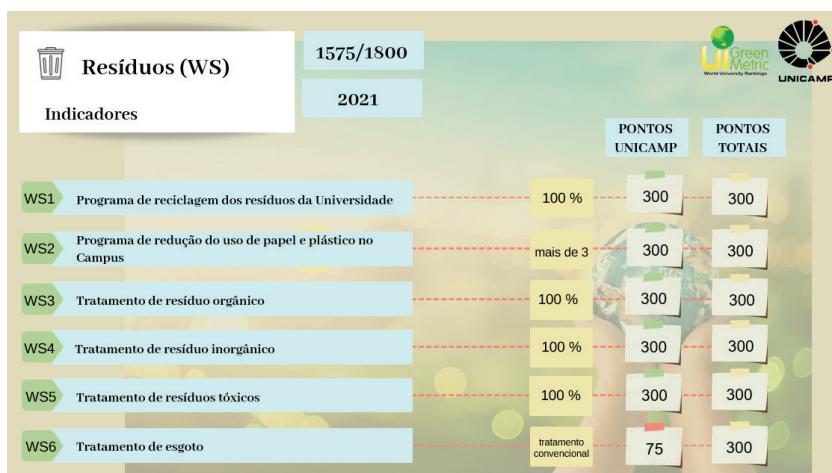


Figura 1.4 Desempenho da Unicamp na Categoria Resíduos do UGM para 2021.

Fonte: Elaboração própria.

Na categoria Água, a Unicamp também está bem pontuada, conforme mostra a Figura 1.5. No Brasil, as diferentes canalizações e destinações entre água de drenagem urbana e esgoto resultam em um sistema mais sustentável de conservação de água. Esse fato somado aos programas existentes de gerenciamento de recursos hídricos, fazem com que o indicador WR1 tenha a maior pontuação possível. Além disso, o Projeto Estratégico de Gestão de Água, da Divisão de Água e Energia dos *campi*,

resultou em economia financeira, redução e eficiência do consumo e fez com que o indicador de dispositivos economizadores de água também alcançasse a maior pontuação. Como toda a água consumida é tratada, também foi possível obter a maior pontuação neste indicador. O único indicador desta categoria que a Unicamp está com pontuação baixa é o de reaproveitamento de água, pois, apesar de existir reaproveitamento de água da superfície das lagoas de retenção e de alguns laboratórios fazerem o reaproveitamento de água de osmose reversa, a universidade ainda não possui dispositivos de coleta, armazenamento, tratamento e reuso de água de chuva de coberturas.

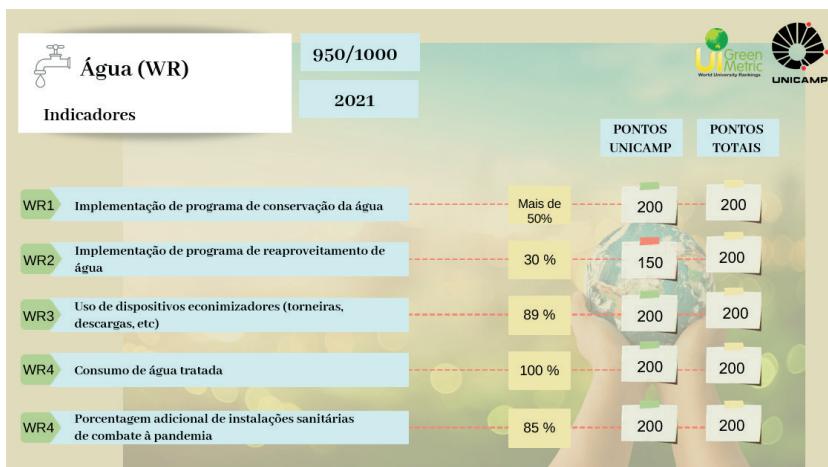


Figura 1.5 Desempenho da Unicamp na Categoria Água do UGM para 2021.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se trata da categoria Transportes, a Unicamp ainda precisa colocar em prática a sustentabilidade. As políticas existentes são direcionadas para a mobilidade ativa e o incentivo ao uso de veículos com baixa emissão de carbono, mas não foram implementadas. Apesar de existirem ações voltadas para o incentivo ao uso de transporte coletivo, como os circulares internos, o ônibus elétrico, o circular Moradia e os ônibus fretados, os tantos estacionamentos não comportam a

demandas de veículos motorizados particulares nos *campi*. A grande diferença no indicador da proporção entre os veículos e a população entre 2019 e 2021 ocorreu devido a pandemia, com redução na quantidade de pessoas presenciais na universidade.

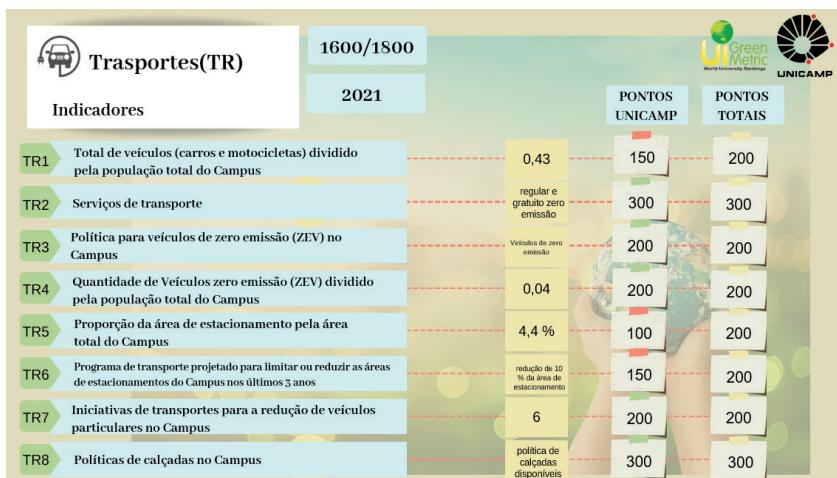


Figura 1.6 Desempenho da Unicamp na Categoria Transporte do UGM para 2021.

Fonte: Elaboração própria.

Para finalizar a análise do desempenho da Unicamp nas submissões ao *UI GreenMetric*, a categoria Ensino e Pesquisa é a única que se vincula diretamente às atividades acadêmicas e não operacionais da universidade. A Figura 1.7 mostra os indicadores dessa categoria, em que é possível observar a melhoria na proporção das disciplinas sobre sustentabilidade oferecidas em 2021. Também houve aumento na relação entre o fundo para pesquisas em sustentabilidade e o total de fundo para pesquisa. Ainda com esses aumentos, os indicadores ED1 e ED2 estão abaixo da pontuação total e ainda é preciso incentivo e ações voltadas para melhoria. Apesar de a Unicamp ter alcançado a máxima pontuação nos demais indicadores, ainda é possível melhorar nos eventos relacionados à sustentabilidade, na quantidade de organizações estudantis que estão diretamente relacionadas à sustentabilidade, bem como nos

projetos comunitários sustentáveis e na quantidade de Startups vinculadas à sustentabilidade.

A evolução do desempenho da Unicamp no sistema de ranqueamento de universidades sustentáveis *UI GreenMetric* demonstrou as ações que estão sendo realizadas para melhoria da sustentabilidade em seus *campi*. Mas, ainda existem muitos pontos a serem melhorados. Nas categorias em que há destaque da universidade, é possível identificar que existem modelos de gestão que podem ser seguidos e replicados em outras universidades que também buscam a sustentabilidade e, nas categorias em que é possível melhorar, os projetos sustentáveis surgem como laboratórios vivos que unem academia e operação, teste e validação e participação de toda a comunidade em prol da sustentabilidade na Unicamp.

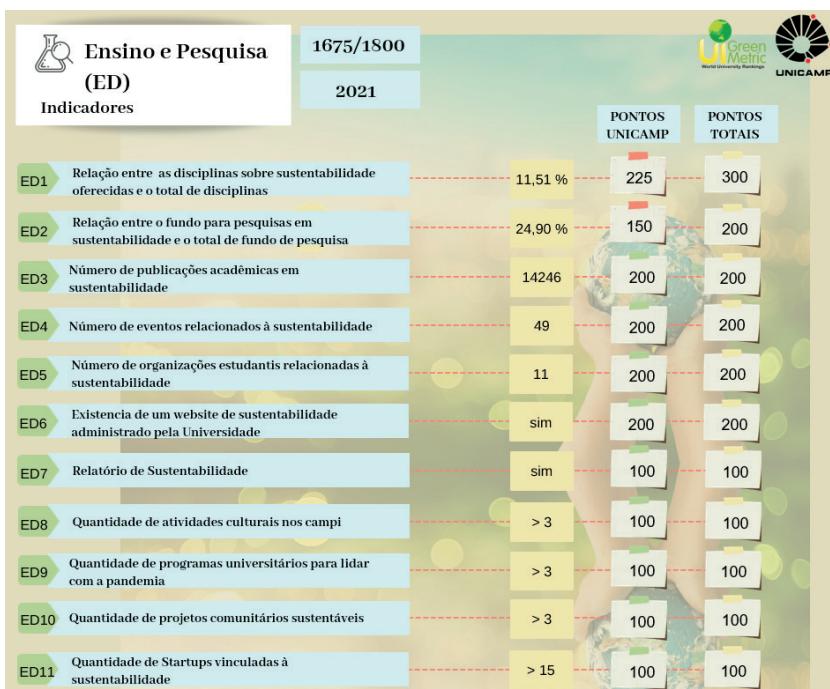


Figura 1.7 Desempenho da Unicamp na Categoria Ensino e Pesquisa do UGIM para 2021.

Fonte: Elaboração própria.

A Unicamp vem juntando esforços para estabelecer políticas e ações estratégicas voltadas à sustentabilidade. Não apenas focadas na melhoria dos indicadores ou do melhor posicionamento no ranqueamento de universidades sustentáveis, mas, principalmente, esforços em diminuir o impacto ambiental negativo das operações, em melhorar a pegada de carbono, em reduzir as emissões de gases de efeito estufa, em aplicar e testar soluções em sustentabilidade nos *campi* e em ser exemplo de sustentabilidade para os estudantes e futuros tomadores de decisões.

Referências

- AROCENA, Rodrigo; SUTZ, Judith. Latin American Universities: from Revolution to an uncertain transition. *Journal of Higher Education*, vol. 50, 2005. Disponível em: <chrome-extension://efaid-nbmnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fcontent%2Fpdf%2F10.1007%2Fs10734-004-6367-8.pdf&clen=214920&chunk=true>
- AVITABILE, Ciro. The Rapid Expansion of Higher Education in the New Century. In: FERREYRA et al. *At a Crossroads: Higher Education in Latin America and the Caribbean*. World Bank Group. Washington D.C., 2017. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/271781495774058113/pdf/114771-PUB-PUBLIC-PUBDATE5-2-17.pdf>
- CAMPOS, Enerto S. *História da Universidade de São Paulo*. Editora da USP. São Paulo, 1954.
- GOES, Heloisa C. A. *Análise Comparativa de Instrumentos para Avaliação da Sustentabilidade em Universidades Visando uma Proposta para o Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.
- ONU. Organização das Nações Unidas. *Transformando Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wpcontent/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>
- RAMOS T; PIRES S. M. Sustainability Assessment: The Role of Indicators. In: CAEIRO, S. et al. *Sustainability Assessment Tools in Higher Education*. Springer International Publishing, 2013.
- ROORDA, N., RAMMEL, C., WAARA, S. e FRA Paleo U. *AISHE 2.0 Manual: Assessment Instrument for Sustainability in Higher Education*. Edition 2.0. Second draft, 2009. Disponível em: <https://www.box.net/s/0dglhugzyyza4kkfb83>
- SAENZ, O. Panorama de la Sustentabilidad en las Universidades de América Latina Y el Caribe||, In: RUSCHEINSKY A. et al. *Ambientalização nas Instituições de Educação Superior no Brasil: Caminhos Trilhados, Desafios e Possibilidades*. EESC/USP. São Carlos, Brasil, 2014.
- THE Impact Rankings. *Impact Rankings 2021*. Disponível em: https://www.timeshighereducation.com/impactrankings#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/undefined
- UI GreenMetric. *UI GreenMetric World University Rankings: background of the ranking*. 2021. Disponível em: <https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>

2

Políticas Públicas para Gestão e Eficiência Energética no Cenário Brasileiro¹

Rodolfo Dourado Maia Gomes
Ubiratan Francisco Castellano

2.1 Introdução

Fazer nossas atividades do dia a dia e profissionais com eficiência é algo que parece bastante óbvio para muita gente. Fabricar um mesmo produto ou prover um mesmo serviço gastando menos material, água e energia traz uma lógica econômica clara, não é mesmo? Pois produziria a mesma “coisa” com menos ou conseguiria produzir mais dessa “coisa” com os mesmos recursos. Traz também uma lógica ambiental evidente para muita gente ciente da redução dos impactos ambientais locais e globais das atividades humanas com o uso eficiente dos recursos materiais.

¹ As visões expressas aqui são pessoais e não devem ser atribuídas ao International Energy Initiative (IEI Brasil), no qual o autor é diretor executivo.

Na prática isso não é tão lógico assim e as coisas não acontecem espontaneamente dessa forma. Embora não caiba aqui trazer esses motivos², é aí onde entra a importância do papel das políticas públicas, que possuem o objetivo último de tornar “espontâneas” as ações de eficiência energética.

Neste capítulo fazemos uma rápida análise crítica das políticas públicas em eficiência energética existentes no Brasil, pois uma análise mais detalhada foi feita em outros trabalhos como será mostrado mais adiante. Mas também queremos ir mais além disso.

Queremos trazer a questão de que a política pública desconectada ou pouco associada com os objetivos de desenvolvimento do país a restringe como tal. Isso se aplica para o caso da energia, na qual a eficiência energética é uma de suas componentes intercomunicantes.

O Projeto Campus Sustentável – Unicamp, ao ter os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como seus norteadores, traz essa oportunidade de olhar o papel da energia como um instrumento necessário para atingir diversos destes objetivos relacionados à equidade, à erradicação da pobreza, à saúde, à educação e ao desenvolvimento econômico para citar alguns deles além dos suspeitos de sempre (energia em si mesma – ODS 7, e aquecimento global – ODS 13) dentro do seu espaço territorial de atuação. Nada mais alvissareiro, e ao mesmo tempo desafiador, para fazer isso do que em uma universidade que possui recursos humanos nas mais diversas áreas do conhecimento, inclusive naquelas que muitas pessoas podem não ver relação alguma com a energia.

² Para quem quiser entender melhor para o caso da eficiência energética, ver Jochem *et al.* (2000, p. 200), Crossley *et al.* (2000, p. 37) e Thollander *et al.* (2010). Para quem quer entrar ainda mais a fundo nesse entendimento, ver o trabalho de Cristina Cattaneo (2019), que sistematiza o conhecimento sobre as barreiras para a eficiência energética trazendo com ênfase o papel fundamental das ciências comportamentais para uma área ainda dominada pelas ciências exatas e econômica neoclássica. Esta primeira, para buscar explicar o comportamento individual, de grupos e cultural, vai beber nas fontes da psicologia, antropologia e sociologia, por exemplo. Não somos seres racionais, sinto muito ter de dizer isso. Somos racionais e irracionais, tudo junto e misturado.

É com essa visão mais ampla que gostaríamos de trazer como um convite para reflexão e debate que o projeto que é foco deste livro suscitou em nós quando convidados a escrever este capítulo.

2.2 O que é Eficiência Energética?

Todo uso da energia envolve perdas energéticas. Por exemplo, quando uma lâmpada, uma geladeira, um aspirador de pó e um motor de carro esquentam com o uso, significa que uma parte da eletricidade ou do combustível se perde na forma de calor e a outra é efetivamente utilizada para fazê-los funcionar (iluminar, refrigerar, aspirar, transportar). Assim, utilizar equipamentos mais eficientes significa equipamentos que perdem menos energia no processo de conversão da eletricidade ou do combustível nos *serviços energéticos* que desejamos: iluminação, refrigeração, aspiração e transporte. Os *serviços energéticos* são também conhecidos como *usos finais de energia*.

Portanto, a eficiência energética é conseguir realizar o mesmo *serviço energético*, como iluminação, refrigeração de alimentos e de vacinas, climatização, movimentar mercadorias e pessoas de um lugar a outro, utilizando menos energia para o realizar. Alternativamente, é realizar mais do mesmo *serviço energético* utilizando a mesma quantidade de energia: trafegar distâncias maiores e maior iluminação com a mesma energia, por exemplo.

É importante destacar que ser mais eficiente energeticamente não se limita apenas às tecnologias, mas também a mudanças em processos (por exemplo, recuperação de calor de efluentes), hábitos de consumo (por exemplo, banhos mais curtos, não colocar alimentos quentes na geladeira) e substituição de energéticos (por exemplo, trocar um chuveiro elétrico por um a gás).

E por fim, a eficiência energética é um *recurso energético*, mesmo que invisível a nossos olhos e aos medidores, tal como o petróleo, a energia solar, a biomassa, o carvão, a energia eólica e a hidráulica. Quanto mais cara a energia, mais se torna economicamente viável a

exploração das “reservas” de eficiência energética localizadas em “campos” mais difíceis, tal como ocorre com os campos de petróleo cada vez mais explorados em águas profundas. Especificamente, a eficiência energética é o que hoje se chama de um *recurso energético distribuído*, por estar no próprio local ou próximo ao uso final da energia³. Outros recursos energéticos distribuídos são a geração distribuída, o gerenciamento da demanda e o armazenamento de energia.

2.3 Expandindo a Lente da Eficiência Energética

Falamos acima de eficiência energética em equipamentos para ilustrar o significado dela. Porém, ela não se resume apenas a equipamentos, mas a arquitetura de prédios e a cidades inteiras (!). É com essa lente mais ampliada que se apreende toda extensão de seu conceito.

A eficiência energética na arquitetura pode ser encontrada quando uma edificação (casa, edifício, galpões etc.) é projetada e construída de forma a oferecer conforto ambiental (térmico, visual e acústico) com baixo consumo de energia. Por exemplo, uma casa cuja temperatura é amena ao longo de todas as estações do ano, requerendo menor ou até nenhum uso de ventilador ou de ar-condicionado; ou que se aproveita de forma mais inteligente da iluminação do Sol para não depender tanto da iluminação artificial (lâmpadas), ao contrário de tantas casas que a gente conhece que é muito quente no verão e muito fria no inverno⁴.

A eficiência energética nas cidades é um atributo inerente ao conjunto do ambiente construído da cidade que representa o potencial de possibilitar conforto ambiental às pessoas com baixo consumo de energia. Para ficar menos abstrato, as cidades com suas edificações, ruas pavimentadas e menos cobertura vegetal concentram muito calor absorvido

³ Para maiores informações, vide a publicação “Recursos Energéticos Distribuídos”, da FGV Energia, de maio de 2016, disponível neste link: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/16628> (acesso em 18 de agosto de 2017).

⁴ Para saber mais, recomendamos o ótimo livro de Lamberts, Dutra e Pereira (2014). E outros livros correlatos em <https://labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>.

da radiação solar e produzem muito calor através dos veículos que ali circulam, criando o que se chama de “ilhas de calor”, fazendo com que essas áreas sejam mais quentes do que áreas periféricas, como zonas rurais. Quando a cidade é projetada sem levar em conta estratégias que amenizem esse fenômeno da ilha de calor, as temperaturas mais altas fazem com que se gaste mais eletricidade e combustíveis para refrigerar alimentos e climatizar residências e os passageiros de veículos, por exemplo. É aí que entra o papel de um bom planejamento urbano⁵.

Note, portanto, que equipamentos, edificações e a cidade influenciam-se um ao outro, criando um sistema “tecnosocioeconômico” urbano que determina as escolhas tecnológicas e essas tecnologias impactam usuários e o conjunto do espaço urbano e seus usuários. Isso ilustra a importância de um olhar mais ampliado da eficiência energética na conformação da reprodução da vida material e dos estilos de vida e de desenvolvimento.

Por fim, o aquecimento global exacerba esses efeitos na micro (equipamentos), meso (edificação) e larga escala (espaço urbano), o que mostra o tamanho do desafio⁶.

2.4 Expandindo o Alcance da Eficiência Energética

Vimos que a ampliação da lente da eficiência energética permitiu apreender toda extensão de seu *conceito*. Aqui abordaremos o alcance possível de seus *objetivos*.

Eficiência energética para quê? Muitos responderão a essa pergunta, e com toda razão, que é para reduzir a conta de eletricidade, de gás ou de combustível. Embora esse seja um benefício por si só fundamental, inclusive em um país desigual e com problemas sociais,

⁵ Para saber mais, recomendamos o livro de Marta Romero (2013).

⁶ Tal desafio imposto pelas mudanças climáticas, no contexto latino-americano e caribenho, se expressa no trabalho da pesquisadora argentina Jorgelina Hardoy e Gustavo Pandiella (2009), bastante atual, enquanto Fallmann e Emeis (2020) buscam dar algumas respostas à integração das mudanças climáticas ao projeto arquitetônico e de planejamento urbano.

ambientais e econômicos estruturais como o nosso, os benefícios motivadores da eficiência energética não se limitam exclusivamente a isso, seja sob a perspectiva privada ou pública.

Muitas vezes as decisões de se promover ou investir em eficiência energética são motivadas por outros objetivos. Podemos citar alguns exemplos ventilados por aí:

- Reduzir os impactos sociais e ambientais da expansão de novas usinas e linhas de transmissão;
- Reduzir as emissões de poluentes locais (poluição do ar) e de efeito global (gases de efeito estufa);
- Segurança energética;
- Reduzir custos de produção visando aumentar a competitividade agrícola e industrial;
- Melhorar a infraestrutura e a operação do próprio sistema elétrico;
- Gerar empregos;
- Gerar novos tipos de negócios seja através dos modelos convencionais ou de modelos inovadores em novas bases como o da economia solidária e cooperativismo;
- Induzir a inovação, seja através de licenciamentos de tecnologia estrangeira ou do desenvolvimento científico e tecnológico local;

Os exemplos acima são apenas alguns. A Agência Internacional de Energia (2014) publicou uma lista dos múltiplos benefícios da eficiência energética (Figura 2.1) baseando-se em ampla revisão da literatura das evidências existentes. Há ainda outros, como equidade de gênero e raça, por exemplo, que veremos mais adiante.

Ter essa percepção dos motivos das decisões de se investir em eficiência energética é importante para orientar tanto as políticas públicas em suas estratégias e metas como direcionar os distintos segmentos de mercado em suas ações empresariais, de marketing e de informação.

Mas não basta apenas ter essa percepção dos motivos, como se eles fossem apenas ou uma lista de boas intenções ou uma lista de benefícios que um certo senso comum se encarrega de acreditar que irão ocorrer naturalmente, apesar das melhores intenções. Por duas razões.

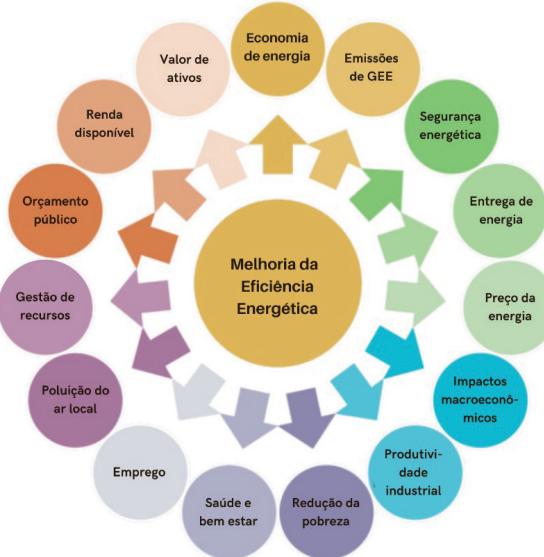


Figura 2.1 Múltiplos benefícios da eficiência energética.

Fonte: IEA (2014).

A primeira é de que tais motivos ou intenções devem ser os próprios resultados e objetivos das políticas públicas de eficiência energética, especificamente *desenhadas* para atingir tais fins. Além de desenhadas, essas políticas públicas precisam ser *monitoradas* e *avaliadas* para saber se estão entregando os resultados e impactos esperados, os quais por sua vez precisam ser *mensuráveis*. Essa rotina, quando feita adequadamente, permite se ter um ciclo virtuoso de aprendizados, ajustes e evidências do que funciona e não funciona, seja em termos da própria política pública, seja em termos do processo⁷.

⁷ Essa distinção entre a política pública em si e o processo no qual ela é executada é importante para se evitar “jogar o bebê fora da banheira junto com a água suja do banho”, pois

A política pública da eficiência energética, uma vez definidos seus resultados e impactos, precisa ser elaborada de maneira integradamente segmentada para dar conta das múltiplas realidades e contextos, e não de forma universalista. Caso contrário ela vai atingir mais algumas parcelas da população e de setores do que outras.

A segunda razão é, na verdade, uma condicionante fundamental: a necessidade de se ter clareza suficiente, através de um diagnóstico preciso e rigoroso, dos limites do alcance da eficiência energética (tecnologia) como solução para os problemas (ou objetivos) que se quer resolver (ou atingir) dentro do contexto brasileiro. Trataremos desse ponto quando tratarmos do *conceito de espaço tecnológico* como instrumento de planejamento.

Mas antes trazemos uma breve análise da eficiência energética no Brasil, que pouco trata de sua conexão com os grandes desafios nacionais.

2.5 Eficiência Energética no Brasil: Breve Análise Crítica

O Brasil é muito bom em criar mecanismos e programas de eficiência energética, a maioria dos quais criados a partir da década de 1980 do século anterior, frutos da crise do petróleo, e outros mais recentes frutos da crise energética de 2001. Alguns são bem conhecidos da população, como o Selo Procel e as etiquetas com faixas “coloridas” do Inmetro (Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE) que encontramos afixadas em diversos eletrodomésticos, em fogões, chuveiros a gás e, mais recentemente, em veículos de passeio e em edificações.

Outros nem tão conhecidos, porque menos visíveis, embora também importantes, são os padrões de eficiência energética⁸, os investimentos

uma política pública pode não ter tido o impacto esperado não pelo desenho dela em si (que pode ter sido bom), mas pelos erros da forma com que foi executada (por exemplo, problema na governança da eficiência energética).

⁸ Esse padrões estabelecem “notas de corte” para equipamentos para permitir que possam ser vendidos no país. Seu objetivo é retirar do mercado equipamentos muito ineficientes.

mínimos compulsórios em eficiência energética que alguns agentes do setor elétrico, como as distribuidoras, precisam cumprir⁹, e programas como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET).

Infelizmente, não existe ainda no país uma política para eficiência energética com diretrizes e metas de médio e longo prazos. Esta só é lembrada quando há crises de energia (crises do petróleo na década de 1970, racionamento compulsório de eletricidade em 2001 e mais recentemente a de 2021).

Isso é um reflexo da própria estrutura do setor elétrico (e energético em geral) que obedece a uma lógica de planejamento, funcionamento e remuneração dos agentes historicamente baseada no lado da oferta de energia: geração, transporte e distribuição. O lado do consumo de energia é, nessa lógica de planejamento, considerado apenas como um dado externo de entrada que o suprimento precisa atender a partir de um leque de possibilidades de fontes de energia. Diferentemente se também houvesse um conjunto de recursos pelo lado da demanda que pudesse ser escolhido para reduzir o consumo de energia para, aí, sim, planejar-se na melhor combinação de recursos de oferta e de demanda¹⁰.

Dessa forma, o que se pode dizer é que o país possui diversos mecanismos e programas de eficiência energética como experiência importante que vem se acumulando desde a década de 1980. No entanto, são mecanismos e programas que, segundo Gilberto Jannuzzi,

cientes. Esses padrões precisam ser periodicamente revisados para que cada vez mais se tenham equipamentos minimamente mais eficientes.

⁹ A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) é quem regula e fiscaliza esses investimentos sob o que se chama de Programa de Eficiência Energética. Os recursos são coletados das contas dos consumidores com o objetivo de transformar o mercado de eficiência energética.

¹⁰ Recomendamos o livro “Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: oferta, demanda e suas interfaces” (2018, 2^a edição), que pode ser acessado aqui: <https://iei-brasil.org/livro-pir/>.

em Ruchansky *et al.* (2011, p. 12)¹¹ “não configuraram uma ação coordenada, sistemática e contínua ao longo de um período de tempo, com investimentos programados e metas físicas integradas ao planejamento do setor energético e, consequentemente, à política energética nacional”. Diagnóstico que consideramos ainda atual¹².

Portanto, essa baixa *governança* não propiciou até o momento a transformação do mercado de eficiência energética. Esses dois conceitos são melhor apresentados a seguir porque os consideramos fundamentais para se construir e se manter um mercado sustentável de eficiência energética que traga benefícios diretos e indiretos a seus consumidores, sejam sob o chapéu de usuário de energia, seja como de cidadão, e à sociedade como instrumento importante para o desenvolvimento.

Análise mais detida e crítica sobre os mecanismos, programas e a institucionalidade da eficiência energética brasileira podem ser encontradas em Ruchansky *et al.* (2011) e Assunção e Schutze (2017). Também vale conferir esforço realizado em 2020 de propostas para o primeiro Plano Decenal de Eficiência Energética (PDEf)¹³.

2.6 Transformação de Mercado de Eficiência Energética

De forma geral, transformação de mercado de eficiência energética é “um conjunto de **ações** que permitem a superação gradual de

¹¹ A versão oficial (em espanhol) pode ser acessada em <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6355>, e a em português, através do link: <https://pt.scribd.com/document/57073766/Avaliacao-da-institucionalidade-dos-programas-nacionais-de-Eficiencia-Energetica>

¹² Gilberto Jannuzzi fez sua análise enquanto o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) ainda estava sendo elaborado. O Plano foi lançado em 18 de outubro de 2011 e se pode dizer que o diagnóstico permanece, uma vez que o PNEf se configurou em um apanhado dos mecanismos e programas já existentes, não foi em grande medida implementado, monitorado e avaliado. Infelizmente é muito pouco mencionado ou referenciado pelo setor e academia, relegando-o a um documento apenas.

¹³ Todos os produtos que culminaram na Proposta do Plano Decenal de Eficiência Energética (PDEf) podem ser acessados através do link: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/PlanoDecenalEficienciaEnergetica.aspx>. É importante mencionar que tais estudos foram elaborados com recursos do Plano de Aplicação de Recursos (PAR) do Procel, coletados das tarifas dos consumidores de eletricidade.

barreiras para que tecnologias mais eficientes passem a se tornar dominantes no mercado, substituindo **permanentemente** as tecnologias convencionais, menos eficientes”¹⁴.

Por permanente entende-se que o mercado não regride a tecnologias com níveis inferiores de eficiência energética. Por barreiras podemos citar, por exemplo, investimento inicial elevado, falta de informação e de acesso ao produto eficiente ou ao serviço de eficiência energética (diagnóstico energético, projeto e implantação) pelo consumidor e percepção de risco alto dos agentes financeiros. Por ações entendemos como os mecanismos e programas associados para superar tais barreiras, objetivando aumentar a segurança de novos investimentos privados diante de um novo mercado em transformação ainda pouco conhecido¹⁵.

Transformado o mercado, tem-se o que se chama de um *mercado sustentável* que é quando não requer apoio externo na forma de subsídios financiados através das tarifas dos consumidores ou por contribuintes através dos impostos. Esses subsídios devem ser gradualmente reduzidos na proporção em que sejam ampliados os mecanismos orientados ao mercado.

É importante chamar a atenção ao fato de que o “mercado” não deve ser entendido como uma entidade dotada de uma racionalidade própria e infalível que, mesmo sujeita a falhas, leva em última instância à eficiência e ao bem-estar comum. Essa concepção idealizada do mercado, extraída de livros-texto de economia, é bastante usada por quem

¹⁴ Trecho extraído, com grifos nossos, de “Recomendações para uma Estratégia Regulatória Nacional de Combate ao Desperdício de Eletricidade no Brasil”, por Keith Kozloff, Richard Cowart, Gilberto Jannuzzi e Otávio Mielnik (2001). Apesar de publicado há exatos 16 anos atrás, em um contexto diferente e quando muitas mudanças já ocorreram depois, é um livro que ainda permanece atual em seus conceitos e recomendações para promover a sustentabilidade de mercados de eficiência energética. <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/etip-strategy.zip> (em português)

¹⁵ Alguns exemplos adicionais de mecanismos e programas (ações) já mencionados anteriormente são incentivos de cunho monetário (como descontos) e financeiro (como taxa de juro menor), leilões de eficiência energética, tributos diferenciados para produtos eficientes e para serviços de eficiência energética e modificações na forma de contratação de serviços usando a modalidade de contratos de desempenho.

elabora políticas e programas de eficiência energética, o que resulta em perdas potenciais de economia de energia e desperdício de recursos desses programas.

Isso é o que constatam Carl Blumstein, Seymour Goldstone e Loren Lutzenhiser para o caso dos Estados Unidos e, em menor extensão, da Europa – que também estendemos para o caso brasileiro – quando defendem que a transformação de mercado de eficiência energética deve ser baseada no mercado “real” e não no idealizado¹⁶. Eles destacam que os mercados “reais” não são “simples abstrações”, “são instituições sociais complexas”. Portanto, as políticas e mecanismos de transformação de mercado precisam ser formulados para o mercado “real” e esse mercado “real” precisa ser conhecido pelos formuladores da política de eficiência energética e esse conhecimento é refletido nas ações correspondentes.

O processo de transformação do mercado de eficiência energética em um mercado sustentável deve sempre buscar trazer benefícios às *tarifas* dos consumidores não apenas no curto prazo, mas nos médio e longo prazos.

A transformação do mercado de eficiência energética também precisa trazer **benefícios sistêmicos** e de **desenvolvimento**. Esses efeitos sistêmicos benéficos podem se dar, por exemplo, com a postergação de investimentos em novas usinas de geração, em novas linhas de transmissão e de distribuição, com a redução das perdas energéticas ao longo de todo o caminho que a energia percorre até chegar no interruptor ou no fogão de nossas casas¹⁷ e com a redução do sobredimensionamento de todo sistema energético para atender os períodos

¹⁶ O texto desses autores, chamado “Energy Efficiency: Choice Sets, Market Transformation, and Innovation” (Eficiência Energética: Conjunto de Escolhas, Transformação de Mercado e Inovação), publicado em 2010, procura melhorar a teoria e os modelos de fomento relacionados à transformação de mercado. Disponível em: <https://www.aceee.org/sites/default/files/publications/ebook/eb01.pdf> (acesso em 13 de agosto de 2021)

¹⁷ A título de exemplo, para um consumidor que precisa de um consumo de eletricidade de 100 kWh, foi necessário produzir nas usinas elétricas cerca de 122 kWh, o que significa que 22 kWh (122 - 100) perderam-se naturalmente pelo caminho por causa das perdas intrínsecas de se levar essa eletricidade até o consumidor (as perdas de transmissão e distribuição são em média de 18%).

de ponta de consumo¹⁸. Já os benefícios de desenvolvimento são aqueles que contribuem para as estratégias prioritárias de um país, que a política de eficiência energética precisa refletir, como dinamização da economia, aumento da competitividade, redução das desigualdades socioeconômicas e dos impactos socioambientais.

Os responsáveis pela formulação e implementação das políticas públicas precisam estar atentos, para as quais a governança tem um papel crítico a desempenhar para acompanhar esse processo de transformação do mercado de eficiência energética, com permanente monitoramento e avaliação. Falemos dela a seguir.

2.7 Governança da Eficiência Energética

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), que elaborou um manual com diretrizes para se estabelecer boas práticas de governança,

A governança da eficiência energética é a combinação de marcos legislativos, acordos institucionais e mecanismos de financiamento e coordenação que atuam em conjunto para apoiar a implementação de estratégias, políticas e programas de eficiência energética.¹⁹

¹⁸ Para se entender e se transformar o mercado de eficiência energética é preciso ter em mente que esse mercado não é um bloco único e homogêneo com as mesmas necessidades, problemas e interesses. Ele é bastante diverso. A diferenciação de necessidades, problemas e interesses depende do segmento do público consumidor e do tamanho dos projetos. Também a velocidade e a consolidação da transformação de mercado podem variar dependendo do segmento consumidor, ou seja, determinados segmentos do mercado de eficiência energética podem se transformar mais rápido do que outros. Por exemplo, transformar um mercado de eficiência energética voltado para os sistemas isolados ou para as áreas rurais pode tomar mais tempo e esforço do que para fazer essa transformação em indústrias localizadas em grandes regiões metropolitanas. O mesmo raciocínio serve para dentro de um mesmo segmento: por exemplo, consolidar um mercado de serviços e produtos de eficiência energética em residências na área rural em comparação com residências na área urbana.

¹⁹ <https://publications.iadb.org/handle/11319/3341> (acesso em 10 de maio 2021).

A Figura 2.2 apresenta os três principais marcos da governança: marcos viabilizadores, acordos institucionais e mecanismos de coordenação. Cada um desses marcos inclui “ingredientes” específicos que contribuem para que se tenha uma boa governança²⁰.



Figura 2.2 Áreas de governança da eficiência energética e respectivos tópicos.

Fonte: IEA (2012).

A Figura 2.2 com sua organização em blocos cumpre bem o objetivo de organizar o “mapa mental” da governança de eficiência energética. Por outro lado, é crucial entender que esses marcos e seus “ingredientes” por definição funcionam de forma integrada, alimentando um ao outro e se retroalimentando uns dos outros como uma espécie de tecido orgânico vivo.

Esse tecido, portanto, viabiliza a implantação das estratégias, políticas e programas de eficiência energética para cumprir com suas metas. O seu bom ou mal funcionamento, ou sua “saúde”, é que definirá

²⁰ Esses três marcos de governança e os doze mecanismos apresentados na Figura 2.2 não são exaustivos, ou seja, não formam uma lista fechada e abrangente pronta e acabada para ser usada. Mas englobam várias das melhores práticas de boa governança observadas por cerca de 500 especialistas em eficiência energética consultados provenientes de 110 países.

o sucesso ou não de seus objetivos. Por isso a importância de acompanhar o “estado de saúde” da governança com monitoramento e avaliação (M&A). Monitora-se para saber se estamos fazendo as coisas bem e avalia-se para saber se estamos fazendo as coisas certas.

Porém, esse tecido da governança da eficiência energética não é para funcionar como uma unidade fechada em si mesma. Ela possui uma função integrada a um contexto mais amplo chamado de política energética que por sua vez está atrelada a uma política nacional de desenvolvimento (Figura 2.3).

Logo, a política de eficiência energética e seus mecanismos correspondentes necessariamente devem ser definidos, orientados e formulados para atender nossos objetivos estratégicos de desenvolvimento. Sem considerar esses objetivos, uma política de eficiência energética é completamente insuficiente, pois a fórmula cai no vazio e, quando muito, justifica apenas a existência da eficiência energética como mecanismo de redução de energia de projetos dispersos.



Figura 2.3 Eficiência energética como um instrumento de política de desenvolvimento

Fonte: elaboração própria.

Embora o que trouxemos aqui esteja sempre olhando a esfera nacional, sua lógica também se aplica para escalas inferiores (estados e municípios), setor privado, universidades e terceiro setor. Por exemplo, embora não se refira a esse nome, tal “governança” é uma peça-chave da norma ISO 50001 (“Sistemas de gestão de energia”), já tendo sido implantada em milhares de empresas, em universidades e até cidades²¹ desde sua publicação em 2011.

Não coube aqui detalhar os marcos da governança de eficiência energética e os “ingredientes” que os compõem. Para quem quiser entendê-los melhor, o Manual da IEA que mencionamos é uma boa sugestão. Mas se o leitor terminar a leitura desta seção com o entendimento de que a governança da eficiência energética é condição fundamental para cumprir com o propósito específico de criar um mercado sustentável de produtos eficientes com o claro objetivo de atingir metas prioritárias de desenvolvimento do país, consideramos que nosso objetivo foi atingido.

2.8 A Política Pública de Eficiência Energética Conectada aos Objetivos de Desenvolvimento

A formulação de uma estratégia de eficiência energética de longo prazo deve se basear em uma visão clara da sociedade que se quer construir.

Porém, é importante dar o correto entendimento dessa frase, para que não se entenda que parte do planejador energético o que ele enxerga como seria essa visão. Parafraseando Amílcar Óscar Herrera, quando se referia à política científica²², uma política de eficiência energética eficaz não é o que gera um esforço consciente e profundo de desenvolvimento, mas uma de suas consequências. Logo, essa consciência clara e profunda das necessidades e dos objetivos nacionais deve

²¹ Para ver alguns exemplos, <https://compete4secap.eu/resources/energy-management-systems/> e seu artigo de periódico, <https://doi.org/10.3390/su13073638> (acesso aberto).

²² De seu livro “Ciencia y política em América Latina”, página 38, quinta edição (1976) da Siglo Veintiuno Editores, originalmente publicada em 1971.

advir do poder político, gerando, assim, a demanda concreta sobre as instituições formuladoras e executoras da política de eficiência energética (e da política energética).

Parafrasear Amílcar Herrera²³ não foi algo pontual. Em seção anterior chamamos a atenção para os limites da eficiência energética como solução para os problemas nacionais ou locais ao mesmo tempo em que ela pode ter um alcance socioeconômico e ambiental para além das economias de energia e redução de gases de efeito estufa. Ter clareza desse alcance e desse limite é o que, ao nosso ver, o conceito de espaço tecnológico proposto por Herrera permite delimitar, como será apresentado a seguir.

Antes, é importante fazer duas considerações preliminares de contexto. A primeira é que optamos por trazer o conceito, mesmo que de forma breve, porque acreditamos que é uma maneira esquemática *aparentemente* simples de entender, muito embora a definição do espaço tecnológico exija rigor, profundidade, multidisciplinariedade e participação social direta, bem como compromisso e abertura tanto acadêmica quanto das instâncias políticas (*politics*) e de políticas (*policy*) para o real. Além disso, seu caráter linear é tão somente aparente, pois se constitui em um processo dialético segundo o próprio autor. Não pretendemos de maneira alguma substituir ou sintetizar a leitura dos trabalhos originais, nos quais a leitura e o estudo precisam necessariamente se dar²⁴.

A segunda é que Herrera trouxe o conceito primeiramente para a esfera da geração de tecnologia em áreas rurais (HERRERA, 1981), cuja

²³ Professor Emérito e responsável pela implantação do Instituto de Geociências (IG) da Unicamp e do que é hoje o seu Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT), não apenas possuía um aguçado senso multidisciplinar, como empregou esse senso concretamente em suas realizações e trabalhos, tais como o próprio IG e DPCT, a Fundação Bariloche, o Modelo Mundial Latino-americano (ou Modelo Bariloche) e o Projeto Prospectiva Tecnológica para a América Latina para citar alguns. Todos eles com colaboradores de diversos lugares e de diversas formações.

²⁴ Os dois principais trabalhos que Herrera traz o conceito de espaço tecnológico são Herrera (1981) [artigo *The generation of technologies in rural areas*, publicado em *World Development*, v. 9, n. 1, p. 21–35] e Herrera *et al.* (1994), no livro *Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina: riesgo y oportunidad*, pela editora Siglo Veintiuno Editores.

metodologia foi antes aplicada na prática em projetos colaborativos na Etiópia, México e Filipinas, mostrando-a viável e útil. Posteriormente alargou sua aplicação para a esfera nacional como instrumento de planejamento (HERRERA *et al.*, 1994).

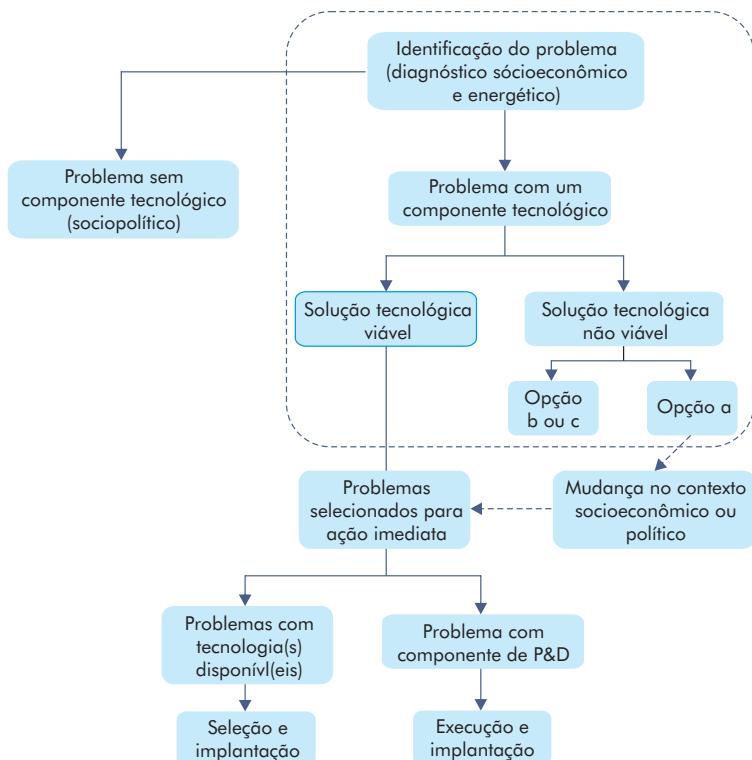


Figura 2.4 Metodologia para definição do espaço tecnológico.

Fonte: adaptado de HERRERA (1981) e HERRERA *et al.* (1994).

O conceito de espaço tecnológico pode ser definido como aquele espaço de soluções onde a tecnologia passa a ser importante para atender determinados objetivos. A definição desse espaço enquadra-se nas restrições e requerimentos que a tecnologia deve satisfazer dentro de um conjunto de condições. Nesse conjunto de condições tem-se informação sociológica, antropológica, econômica, ambiental, de economia

política e de relações de poder (político, econômico, social), por exemplo. A Figura 2.4 apresenta esquematicamente a metodologia de definição do espaço tecnológico.

De forma bastante sucinta, partindo-se desses trabalhos, o espaço tecnológico é definido a partir do seguinte conjunto de “etapas”:

- Identificação dos grandes objetivos e metas básicos do país, tanto a nível global como setorial, pelas instâncias superiores de decisão política que norteiam o planejamento socioeconômico, e suas decomposições em metas específicas setoriais e subsetoriais (planejamento socioeconômico);
- Identificação clara e precisa dos problemas ou obstáculos²⁵ globais e setoriais, chamadas de “áreas-problemas”, suas importâncias relativas e suas articulações entre si que precisam ser eliminados para que se alcance as metas propostas pelo planejamento socioeconômico;
- Os problemas e obstáculos podem ter um componente tecnológico ou não: nesse último caso, por exemplo, são aqueles que se relacionam com a estrutura da propriedade da terra, com a inserção brasileira na estrutura de poder econômico mundial (fixação de preços, papel das multinacionais etc.) e outros²⁶;
- Os problemas com componente tecnológico dividem-se naqueles que possuem solução viável e naqueles que não dependendo das condições socioeconômicas ou políticas atuais. Os que possuem solução tecnológica viável podem estar disponíveis ou precisam de um componente de pesquisa e desenvolvimento. Já os que não se mostram como soluções viáveis por restrição socioeconômicas ou políticas, há três alternativas possíveis:

²⁵ São de natureza bem diversa, como econômica, social, ambiental, incluindo recursos naturais, culturais, tecnológicos e outras. Essa identificação é um dos maiores desafios de planejamento, cuja maioria de seus fracassos deve-se a erros ou omissões nesse processo.

²⁶ Alguns desses problemas possuem algum grau de controle nacional ou local (contexto socioeconômico e político), como a desigualdade de renda e dificuldade de acesso a serviços essenciais como de energia, de saúde, educação e habitação.

- Opção 1) abandonar o problema até que haja mudança em tais restrições que permita atuar no componente tecnológico; opção 2) buscar uma solução tecnológica alternativa que as “drible”; opção 3) atuar no componente tecnológico assumindo que exista uma solução tecnológica que possa ajudar na eliminação de tais restrições socioeconômicas ou políticas, o que acarreta um risco²⁷.

Esse processo de definição do espaço tecnológico permite dar coerência interna na seleção ou construção de tecnologias apropriadas para o contexto nacional ou local, podendo ela ser estrangeira ou não. Esforço semelhante em certo sentido foi feito pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para determinar as prioridades tecnológicas dos países em desenvolvimento de mitigação e adaptação das mudanças climáticas para atendimento ao Acordo de Paris, o que se chamou de “*Technology Needs Assessment*” (TNA)²⁸.

É importante destacar que o problema sem componente tecnológico (sociopolítico) pode ser alterado, modificando o espaço tecnológico ou até as próprias pressuposições que foram feitas no início do processo, ou seja, é um exercício contínuo de monitoramento e avaliação.

Por exemplo, se uma política industrial consegue reduzir ou eliminar alguns dos problemas ou obstáculos para o avanço da eficiência energética no país, seu espaço tecnológico pode se expandir como solução de problemas socioeconômicos para além de economia de energia que, do contrário, estariam obstaculizados.

Dando um exemplo ilustrativo nesse sentido, muito embora ainda careça de um diagnóstico preciso da verdadeira natureza dos

²⁷ Para ilustrar as três opções, Herrera (1981) traz caso mexicano do bagaço como resíduo da produção agrícola de fibras. Ele pode ser usado sobre o solo e como fertilizante para plantar vegetais e gerar mais renda. Os agricultores preferiram não fazer nada, porque o mercado na região é monopolizado e eles ainda tem problema de venderem o que já produzem. A alternativa (a) é seguir a opção dos agricultores e esperar por mudanças das condições do mercado; a (b) é pesquisar alguma outra cultura que seja adequada para o solo e que tenha um mercado aberto; e a (c) é encarar o mercado monopolizado na expectativa de que o aumento na produção force as autoridades locais a intervirem no monopólio.

²⁸ Para saber mais: <https://tech-action.unepdtu.org/>

obstáculos socioeconômicos, políticos, legais, empresariais e outros, diz respeito às revisões da etiquetagem de ares-condicionados e de refrigeradores no Brasil que se deram em 2020 e 2021 depois de um hiato de 11 e 15 anos sem revisão pelo Inmetro, respectivamente. Em ambas os avanços de eficiência energética foram aquém do que se encontra em mercados como o indiano, chinês, mexicano e europeu²⁹. Nas duas ocasiões, como testemunho pessoal, o que se viu foi o antagonismo colocado no debate entre preço do equipamento e maior rigor de eficiência energética, entre empregos no Brasil e empregos em outros países, entre fabricantes que produzem no Brasil e produtos importados. Daí que restou claro os limites que se impõem ao debate e às decisões quando não há clareza, direcionamentos e liderança das políticas de desenvolvimento no âmbito setorial³⁰. Sem essa clara demanda sobre esses instrumentos da política de eficiência energética, seus resultados são muito aquém daquilo que poderiam ser. Esse exemplo também conversa bem com o tema da governança que tratamos anteriormente.

Um outro exemplo que achamos importante trazer serve para ilustrar como uma abordagem multidimensional é capaz de trazer benefícios para além da energia, mostrando que o ODS 7 conversa com outros ODS. É um modelo de negócio que já levou usos finais de eletricidade³¹ a mais de 1,7 milhões de pessoas na África (Nigéria, Uganda e Tanzânia). Seu diferencial é que ele se centra nas mulheres das localidades³², que não apenas recebem o benefício desses usos finais com

²⁹ Para o caso de ares-condicionados e refrigeradores, vide <https://kigali.org.br/publicacoes/>.

³⁰ Ela pode ser ou não ser intencional para ser assim, daí a importância de um diagnóstico preciso que vai muito além dos aspectos técnicos. O país tem interesse no fortalecimento dessa indústria instalada no país para oferecer no mercado interno e/ou externo equipamentos eficientes competitivos? A indústria instalada no país, maioria multinacional, tem interesse empresarial nesse fortalecimento?

³¹ Equipamentos abastecidos por energia solar como lâmpadas, ventiladores, rádios, carregadores de celular e, também, fogões a lenha eficientes e outros.

³² Exemplos desse tipo de política multifacetada também tem sido experimentada no Brasil, como através de programa de transferência de renda “Bolsa Família”. Para saber mais, vide o texto para discussão do Ipea escrito por Letícia Bartholo, Luana Passos e Natália Fontoura, “Bolsa Família, autonomia feminina e equidade de gênero: o que indicam as pesquisas nacionais?”, de 2017 (disponível em <https://www.ipea.gov.br/portal/index>.

maior qualidade e mais eficientes, como as tornam em comercializadoras desses equipamentos, gerando renda para elas e aumentando a sua rede de relações. Isso vem permitindo, dentre outras coisas, quebrar algumas barreiras institucionais acesso ao crédito por falta de renda (mercado informal) ou patrimônio³³.

2.9 Amalgamando as Reflexões

A extensão do conceito de eficiência energética, de equipamentos a cidades inteiras, e as possibilidades de alcance dos objetivos que pode atender, de economia de energia a impactos macroeconômicos, sociais e ambientais, mostram a dimensão de sua importância e do papel da política pública e de sua governança para o estabelecimento de um mercado de eficiência energética sustentável.

Por outro lado, a política pública desconectada ou pouco associada com os objetivos de desenvolvimento a restringe como tal. Daí a relevância de realizar essa conexão para se criar demandas concretas para as instituições formuladoras e executoras da política de eficiência energética (e da política energética). Para atingir esses objetivos, é necessário que os parâmetros e variáveis sociais, econômicas, ambientais e outras sejam inequivocamente definidas para que se tornem problemas de natureza tecnológica e de pesquisa científica que, por sua vez, precisam solucionar problemas que impedem a que se chegue a esses objetivos.

Nesse sentido, para países como o nosso, consideramos que o conceito de espaço tecnológico como instrumento de planejamento (e também de P&D) é fundamental. Ele não só dá as condições de contorno do alcance de contribuição da eficiência energética, como é um

php?option=com_content&view=article&id=30981) e o livro “Vozes do Bolsa Família: autonomia, dinheiro e cidadania”, de 2013 (Editora Unesp), resultado da pesquisa de Walquiria Leão Rego (IFCH) e Alessandro Pinzani (UFSC).

³³ Estudo de impacto independente pode ser acessado aqui: <https://solarsister.org/learn/turning-on-the-lights/>.

processo *endógeno* de seleção ou geração de tecnologia mediante o qual se determinam as características que ela deve ter para solucionar os problemas que se quer resolver, ou seja, os objetivos que se quer alcançar. Mesmo que essa tecnologia (máquinas e equipamentos ou técnicas de gestão) seja importada. Desta maneira, a transferência ou adoção de tecnologia torna-se uma parte integral do processo de geração da tecnologia, diferentemente de prescrições feitas *a priori*.

Acreditamos que o Projeto Campus Sustentável – Unicamp é um microcosmo desses aspectos, com o potencial de, ao mesmo tempo ser um Laboratório Vivo de experimentos, ser um espaço de demonstração de atividades diversas propositalmente interconectadas e focadas em atingir concretamente objetivos de desenvolvimento sustentável no raio de influência dos *campi*. Razão pela qual compartilhamos desses apontamentos para reflexão. Razão pela qual compartilhamos essas reflexões trazidas nesse capítulo.

Referências

- ASSUNÇÃO, J.; SCHUTZE, A. *Panorama da Eficiência Energética no Brasil*. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2017. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/panorama-e-desafios-da-eficiencia-energetica-no-brasil/>.
- CATTANEO, C. Internal and external barriers to energy efficiency: which role for policy interventions? *Energy Efficiency*, v. 12, n. 5, p. 1293–1311, 1 jun. 2019.
- CROSSLEY, D.; MALONEY, M.; WATT, G. *Developing Mechanisms for Promoting Demand-side Management and Energy Efficiency in Changing Electricity Businesses: Task VI - Demand-Side Management Programme*. [s.l.] International Energy Agency, 2000. Disponível em: https://userscpc.org/wp-content/uploads/2019/11/Task_6_Research_Report_No3.pdf.
- FALLMANN, J.; EMEIS, S. How to bring urban and global climate studies together with urban planning and architecture? *Developments in the Built Environment*, v. 4, p. 100023, 1 nov. 2020.
- HARDOY, J.; PANDIELLA, G. Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America. *Environment and Urbanization*, v. 21, n. 1, p. 203–224, 1 abr. 2009.
- HERRERA, A. et al. *Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina: riesgo y oportunidad*. [s.l.] Siglo Veintiuno Editores, 1994.
- HERRERA, A. O. The generation of technologies in rural areas. *World Development*, v. 9, n. 1, p. 21–35, jan. 1981.

- IEA. *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*. [s.l: s.n.].
- JOCHEM, E. et al. Energy End-Use Efficiency (Chapter 6). In: *World energy assessment: energy and the challenge of sustainability*. New York, NY: United Nations Development Programme, 2000. p. 45.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.
- ROMERO, M. A. B. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. 3. ed. [s.l.] Editora UnB, 2013.
- RUCHANSKY, B. et al. *Eficacia institucional de los programas nacionales de eficiencia energética: los casos del Brasil, Chile, México y el Uruguay*: Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: CEPAL (Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas), maio 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11362/6355>. Acessado em: 7 ago. 2021.
- THOLLANDER, P.; PALM, J.; ROHDI, P. Categorizing Barriers to Energy Efficiency – an Interdisciplinary Perspective. In: PALM, J. (Ed.). *Energy Efficiency*. Rijeka (Croatia): Sciendo, 2010.

3

Panorama do Planejamento Territorial da Universidade Estadual de Campinas

Thalita dos Santos Dalbelo

Aline Eid Galante

Gabriela Marques Romero

Adriana Botelho Dieguez

Talita Meulman Torniziello

3.1 Introdução

As preocupações com o ordenamento dos espaços urbanos surgiram nas cidades industriais (PEREIRA e DALBELO, 2018) e são refletidas nas diversas formas de gestão e planejamento urbano, como através de planos diretores territoriais. Quando se fala no território de um campus universitário, apesar de proporcionalmente menor do que uma cidade, o planejamento do uso e da ocupação faz-se necessário devido ao particular caráter institucional, ainda mais quando se entende os *campi* universitários como extensões das cidades.

A Unicamp, como agente social, adota o cenário sustentável de modelo de desenvolvimento e elaborou o Plano Diretor Integrado (PD-Integrado),

instrumento de planejamento urbano que inclui a sustentabilidade em todas as etapas: planejamento, projetos e validações. O objetivo do plano é integrar a gestão da Unicamp como universidade sustentável ao uso e à ocupação do seu território. Essa integração tem como premissa o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e envolve a participação de todos os atores sociais da universidade e do seu entorno. O PD-Integrado indica diretrizes de uso e ocupação do território voltadas à sustentabilidade, considerando as vocações das áreas já urbanizadas da Unicamp e definindo as vocações das novas áreas de forma alinhada aos ODS.

A elaboração do PD-Integrado ocorreu com a colaboração comunidade universitária através de oficinas para construção do panorama atual; dos cenários futuros desejado; das diretrizes e projetos para alcançá-los e dos indicadores, responsáveis pelo monitoramento desses cenários. A Unicamp, como estudo de caso para a implantação de um plano diretor urbano para uma universidade sustentável, pode representar um modelo a ser seguido por outras universidades brasileiras que estão em busca da sustentabilidade em seus *campi*.

3.2 Planejamento urbano sustentável

O planejamento territorial alinhou seus princípios à sustentabilidade na segunda metade do século XX, sendo um dos marcos o início do Programa ONU-Habitat, que coordena e harmoniza atividades em assentamentos humanos com o objetivo de promover o desenvolvimento social e ambientalmente sustentável, assegurando moradia adequada para todos. O "Habitat I" foi o primeiro grande encontro mundial sobre os desafios da urbanização em crescimento, da intensa migração rural-urbana, do crescimento das desigualdades sociais e de problemas de infraestrutura urbana, como a dificuldade no abastecimento de água potável e na coleta e tratamento de esgoto (UN-HABITAT, 1976). Nessa discussão baseada nas cidades e nos assentamentos humanos, surgiu o campo do desenvolvimento e do desenho sustentável urbano (BROWN, 2017).

Após uma série de reuniões da Organização das Nações Unidas em prol do desenvolvimento Sustentável, a Rio-92 colocou essa pauta na agenda pública mundial, apontando a criação da Agenda 21, um instrumento de planejamento local embasado em princípios de proteção ambiental, justiça social e crescimento econômico (UNITED NATIONS, 1992). Em sequência, *Habitat II – The City Summit*, de 1996, marcou a preocupação com duas questões de mudanças sem precedentes: como providenciar abrigo e subsistência para a população urbana crescente e como alcançar a sustentabilidade em assentamentos urbanos (UN-HABITAT, 1996). Nesse sentido, Girardet (1996) indica que a grande população urbana em espaços limitados pode ser vista como uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável porque oferece economia de escala na prestação de empregos, habitação e serviços. O que ainda era necessário, àquela época, era reconhecer a importância ecológica, econômica e social da sustentabilidade urbana (GIRARDET, 1996).

Em um contexto global, a década de 1990 iniciou o estopim da sustentabilidade urbana. Governanças locais e regionais passaram a preocupar-se cada vez mais com o futuro das cidades e a influência das ações do presente nas questões ambientais, sociais e econômicas do futuro. Havia excesso urbano de resíduos, de uso de energia, de emissão de gases de efeito estufa, de uso de recursos naturais e da não reciclagem de resíduos, o que implica enorme impacto ambiental.

Ao longo da busca pelo desenvolvimento sustentável, o ano de 2000 foi marcado pela Assembleia Geral da ONU, conhecida como Cúpula do Milênio, que apresentou como um dos resultados a publicação da Declaração do Milênio das Nações Unidas, com valores e princípios de paz; segurança e desarmamento; desenvolvimento e necessidade de erradicação da pobreza; proteção ambiental; direitos humanos, democracia e boa governança; proteção aos vulneráveis e necessidades especiais dos países africanos e necessidade de reforçar ainda mais a cooperação entre as nações unidas. Quando os líderes mundiais adotaram essa declaração, assumiram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que visavam erradicar a pobreza extrema e a fome; alcançar a educação primária universal; promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil;

melhorar a saúde materna; combater o HIV, a malária e outras doenças e garantir a sustentabilidade ambiental, tendo como prazo de alcance o ano de 2015 (UNITED NATIONS, 2000).

Na mesma assembleia, o então secretário geral da ONU, Kofi Annan, apresenta o relatório *Nós, os Povos: O Papel das Nações Unidas no Século XXI*, que impulsiona a aprovação dos ODM e a constituição do programa de pesquisas sobre mudanças ambientais, conhecido como Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM). A AEM avaliou as consequências que as alterações nos ecossistemas acarretaram para o bem-estar humano e estabeleceu uma base científica para fundamentar ações que assegurassem a sustentabilidade no uso desses ecossistemas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Reforçando o conceito de que

[...] um ecossistema é um complexo dinâmico de plantas, animais e comunidades de microrganismos e o ambiente não-vivo que interage como uma unidade funcional” (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005, p. V), a AEM avaliou todos os ecossistemas do planeta, desde os equilibrados, como florestas naturais, até os que sofreram mais distúrbios, como as áreas urbanas. Sua unidade de análise foram os serviços ecossistêmicos “[...] os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005, p. V).

O reconhecimento dos serviços ecossistêmicos fez com que o território urbano assumisse um papel ainda mais importante para o desenvolvimento sustentável. Considerando o ecossistema urbano, esses serviços devem ter suas ofertas e demandas no território urbano com vistas ao bem-estar humano e ambiental. Com isso, os objetivos e metas de desenvolvimento sustentável passaram a ter uma visão ampliada e mais complexa sobre o meio urbano (DALBELO, 2019).

A ONU-Habitat seguiu com o papel de orientar o planejamento urbano ao desenvolvimento sustentável. Em 2010, lançou a Campanha Urbana Mundial, em parceria com a empresa Arcadis, que teve como objetivo conscientizar a população sobre a necessidade das cidades sustentáveis. Para questões de planejamento urbano, a UN-Habitat (2011) reporta que a falta de ajuste de zoneamento e de códigos e padrões de construção com um olhar de futuro limita as possibilidades de adaptação

da infraestrutura urbana e pode colocar vidas e bens em risco. Nesse sentido, a medida de mitigação seria um planejamento urbano que restringisse o crescimento da população e das atividades em áreas propensas ao risco, voltado para o planejamento do uso da terra, o acesso à água, o saneamento básico e a habitação (UN-HABITAT, 2011).

O relatório UN-Habitat (2011) também trouxe um posicionamento frente à forma urbana das cidades: as altas densidades urbanas em países em desenvolvimento, como assentamentos informais ou favelas, podem resultar no aumento de riscos para a saúde e no aumento da vulnerabilidade à mudança climática e aos eventos extremos. Porém, as baixas densidades urbanas podem estar associadas a altos níveis de consumo de energia, com espraiamento urbano e uso excessivo de automóveis (UN-HABITAT, 2011).

Em 2015, mesmo ano em que as metas de desenvolvimento sustentável da Rio+20 entraram em vigor, ocorreu a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, reunião que definiu uma nova agenda para finalizar o trabalho dos ODM e lançar os novos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) no documento *Agenda 2030* (UN-HABITAT, 2016b; PEREIRA e DALBELO, 2018), indicados na Figura 3.1. O Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Milênio indicou que houve sucesso em todo o mundo, mas ainda existem deficiências (UNITED NATIONS, 2015a) e, no sentido de atendê-las em diferentes níveis, foram criados os ODS.



Figura 3.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Cada ODS possui suas metas, que totalizam 169 e foram planejadas para estarem integradas e promoverem proteção ambiental, progresso social e crescimento econômico em escala global. Para isso, a *Agenda 2030* estabelece que governos, instituições públicas e empresas nas escalas internacional, regional e local devem trabalhar em colaboração para a implementação dos ODS (UNITED NATIONS, 2015b).

A inclusão do ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis – fez com que as cidades ganhassem ainda mais importância na busca pelo desenvolvimento sustentável. De acordo com o documento *Urban Planning and Design at UN-Habitat* (2015a), três elementos urbanos essenciais devem ser incorporados como metodologia de trabalho integrado a fim de promover a mudança para a urbanização sustentável: legislação, desenho e finança urbana. Esses elementos devem estar em equilíbrio para garantir resultados positivos e alcançáveis e aumentar as sinergias transetoriais.

Ainda no ano de 2015, a ONU-Habitat publicou diretrizes internacionais em planejamento urbano e territorial. Elas estão divididas em: política e governança urbana; desenvolvimento social, econômico e ambiental; componentes; implementação e monitoramento. São distribuídas entre ações de governo nacional, autoridades locais, organizações civis e, em alguns casos, profissionais de planejamento. Os objetivos desse documento estão voltados à criação de um referencial universal para reformas urbanas, a replicação de exemplos bem-sucedidos, a complementação a outras diretrizes internacionais e a atenção às dimensões urbanas e territoriais das agendas nacionais, regionais e locais (UN-HABITAT, 2015b).

Seguido ao lançamento dos ODS, a *Habitat-III*, de 2016, declarou como direito humano o direito à cidade e estabeleceu uma Nova Agenda Urbana, que apresenta elementos essenciais à criação de um padrão de desenvolvimento sustentável urbano para um novo modelo de cidade. Seu território compreenderia as áreas urbanas, periurbanas e rurais, e a igualdade seria integrada à questão da justiça social. Existe também o reconhecimento da cultura no empoderamento do desenvolvimento sustentável pelos cidadãos, contribuindo com a criação de novos padrões de produção e de consumo sustentáveis e uso responsável dos recursos (UN-HABITAT, 2016a).

A *Habitat-III* reconheceu a importância do planejamento e do desenho urbano para estabelecer uma provisão adequada de bens comuns, incluindo ruas e espaços abertos, em um padrão eficiente de construções, e criou um tema na Nova Agenda Urbana chamado *Prosperidade e oportunidades urbanas inclusivas e sustentáveis para todos*. Além disso, o documento inclui itens referentes à necessidade de integração de serviços, infraestrutura e territórios urbanos e rurais, a fim de promover maior igualdade social, eficiência de serviços e utilização sustentável dos recursos naturais. Essas diretrizes incluem: compacidade, uso misto, integração de modais de transporte e uso de plataformas e ferramentas digitais.

A Nova Agenda Urbana assume “[...] integralmente os compromissos adotados durante o ano de 2015, em particular a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, incluindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (UN-HABITAT, 2016a, p. 3) e propõe que sua efetivação deve contribuir para a implementação e localização da *Agenda 2030* para o Desenvolvimento Sustentável de maneira integrada, e para a consecução dos ODS e suas metas. Nesse relatório há ênfase na valorização da urbanização sustentável como facilitadora do alcance aos ODS, pois considera-se que o processo da urbanização é incontrolável e, por isso, as áreas urbanas tornam-se cada vez mais críticas em termos do alcance dos ODS e das metas sociais, econômicas e ambientais da Nova Agenda Urbana.

O histórico das reuniões e metas internacionais sobre o desenvolvimento sustentável urbano começou com a preocupação estritamente ambiental: poluição atmosférica e degradação do meio ambiente. Atualmente, tem-se uma enorme gama de temas correlatos, que variam desde economia, passando pelas questões sociais e culturais e pelas questões de infraestrutura. O urbano tem o potencial de progresso na criação de sociedades sustentáveis, porque nele está a integração das questões econômicas, ecológicas, políticas e culturais. Por isso, torna-se cada vez mais urgente a implementação do planejamento, do desenho e das ações para a sustentabilidade urbana (DALBELO, 2019; DALBELO *et al.*, 2021).

3.3 Planejamento urbano sustentável na Unicamp

A Unicamp está em busca da sustentabilidade em seus *campi*. Oficialmente, nos anos 2000 começaram as primeiras reuniões sobre a necessidade da criação de uma política ambiental, que, em um primeiro momento, foi representada pelo Grupo Gestor de Resíduos, junto à Coordenadoria Geral da Unicamp (CGU), criado através da Resolução GR-94/2003. A Política Ambiental para a Unicamp foi institucionalizada em novembro de 2010, através da Deliberação CONSU 533/2010, a partir do Grupo Gestor Ambiental/CGU e assume o compromisso com a qualidade ambiental e com o desenvolvimento de atividades voltadas à conservação dos recursos naturais, à solução de impactos e ao bem-estar da comunidade (UNICAMP, 2021).

Como evolução à Política Ambiental, a Unicamp criou o Sistema de Gestão Universidade Sustentável para desenvolver uma Política Universidade Sustentável, que culminou na criação do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) através da Resolução nº 41/2014. O GGUS tem a missão de construir, desenvolver e implementar políticas, diretrizes e normatizações para a Unicamp, fundamentada na melhoria contínua e no desempenho ambiental, econômico e social. No GGUS estão as Câmaras Técnicas de Gestão (CTG): Energia, Recursos Hídricos, Resíduos, Fauna e Flora, Educação Ambiental e Campus Inteligente. As CTG são grupos de trabalhos formados por docentes e funcionários colaboradores com conhecimento nos temas específicos e tem o objetivo de elaborar planos de gestão que atendam às necessidades da Unicamp em suas respectivas temáticas, além de analisar relatórios e emitir pareceres técnicos.

A Unicamp reconhece sua importância como uma universidade pública na formação de profissionais capazes de resolver os desafios da sociedade contemporânea. Entre eles, o desenvolvimento sustentável é o prioritário e o que possibilita alcançar todos os demais. Nesse sentido, voltou-se para o alinhamento ao cenário global da sustentabilidade e comprometeu-se ao alcance dos ODS estabelecidos na *Agenda 2030* da Organização das Nações Unidas.

Esse alinhamento, somado à complexidade estrutural da universidade, levou a criação da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), através da Resolução GR 027/2017, com os objetivos:

- Detectar e integrar os diversos níveis de planejamento dos órgãos da universidade;
- Prospectar cenários sobre as formas de atuação da universidade no longo prazo (observando as tendências das melhores universidades do mundo, em consonância com a sociedade que a financia e os interesses do país) e oferecer ao Conselho Universitário (CONSU) possíveis cenários de atuação;
- Propor aos demais órgãos de planejamento da universidade e ao CONSU um Plano de Desenvolvimento que possa conduzila ao cenário mais próximo do desejado.

Um dos programas da DEPI é o PD-Integrado, que teve início em 2017 e trabalha com o planejamento urbano da universidade, reconhecendo a dinâmica e a complexidade do território ocupado, com o objetivo de responder aos problemas e estabelecer mecanismos de controle sobre o desenvolvimento territorial da maneira mais sustentável possível. O PD-Integrado tem a missão de integrar a gestão da Unicamp como universidade sustentável ao planejamento do seu uso e ocupação. Essa integração considera os ODS e envolve a participação de todos os atores sociais de todos os *campi* da Unicamp e seu entorno.

O PD-Integrado está organizado em seis áreas de planejamento:

- 1 uso urbano e patrimônio, que define os setores de vocações e seus parâmetros de qualidade de ocupação, envolvendo a requalificação das áreas ocupadas e a expansão da Unicamp;
- 2 meio ambiente, que estabelece as diretrizes voltadas para a conexão das áreas verdes e a proteção e recuperação dos cursos hídricos;
- 3 infraestrutura urbana, que traz a eficiência - energia, água, resíduos e informação;
- 4 mobilidade e acessibilidade urbana, com diretrizes que estimulam o transporte coletivo e a redução do uso de automóveis, além da acessibilidade completa;

- 5 integração social, que apresenta diretrizes de valorização e expansão das práticas de vivência social segura e 6. universidade e sociedade, com o direcionamento voltado para integração com a comunidade externa. A Figura 3.2 indica as áreas de planejamento e suas especificações (UNICAMP, 2021).

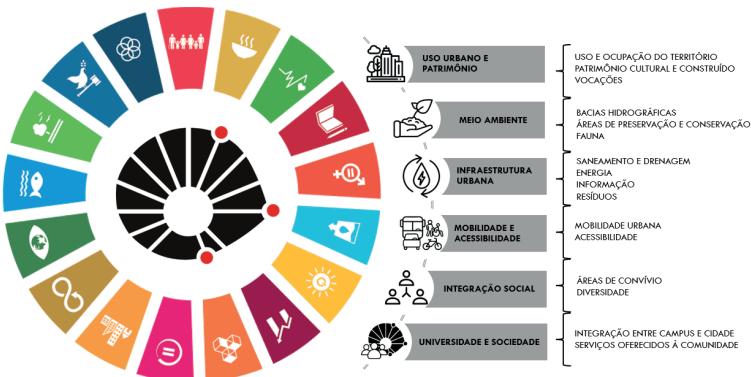


Figura 3.2 Áreas de Planejamento do PD-Integrado.

Fonte: Unicamp (2021).

3.3.1 Metodologia de desenvolvimento do PD-Integrado

A metodologia de desenvolvimento do Plano Diretor Integrado baseia-se na colaboração da comunidade universitária através de oficinas para construção:

- da leitura territorial atual de cada uma das áreas de planejamento considerando as potencialidades e fragilidades e os levantamentos técnicos existentes;
- dos cenários futuros desejados, com a visão idealizada para a universidade em termos de planejamento territorial sustentável;
- das diretrizes, com orientações e normas a serem aplicadas institucionalmente para atingir os cenários desejados;
- dos projetos de cada área de planejamento, com as operações e ações, definição dos recursos e prazos necessários para execução.

- dos indicadores de sustentabilidade para os *campi* da Unicamp, para monitoramento de desempenho e acompanhamento dos resultados nos cenários desejados.

A colaboração da comunidade universitária é feita através de grupos:

- Grupo de Colaboração Técnico: formado pelos órgãos responsáveis por planejamento, projeto, execução e manutenção civil da Unicamp: CProj, Setores de Projetos da Área da Saúde (HC, Gastrocentro, CAISM, CECOM), DEPI, DAE, DM, DMA, CEMEQ, CCUEC, Campus Sustentável, DEDH, Prefeitura do Campus, SAR, Secretaria de Vivência, PRDU e PREC, que tem como objetivo integrar o planejamento urbano do campus e colaborar no levantamento da leitura do território, do cenário futuro da universidade e das diretrizes para alcançá-lo.
- Grupo de Colaboração Conceitual: formado pelos professores da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, que tem como objetivo colaborar na integração de conceitos de planejamento urbano sustentável ao Plano Diretor Integrado.
- Grupo de Colaboração CTG: formado pelas Câmaras Técnicas de Gestão do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS): Fauna e Flora, Resíduos, Recursos Hídricos, Energia, Educação Ambiental e Campus Inteligente. Alinhadas aos princípios do PD-Integrado, as CTGs colaboram e integram-no através dos seus respectivos planos de gestão, além de assessorias em questões técnicas para soluções de problemas urbanos visando à sustentabilidade.
- Grupo de Colaboração Comunidade Local: formado pelos estudantes, professores, funcionários e usuários diários dos *campi* universitários. Esse grupo integra o plano diretor através das oficinas de participação e dos canais de comunicação: redes sociais, questionários, e-mails, página de internet e contatos pessoais.

Os materiais recebidos através das colaborações são organizados e seguem o fluxo de desenvolvimento do cenário futuro representado

na metodologia. A definição do cenário que se deseja para o futuro da universidade leva ao documento do plano diretor, com a delimitação de setores de vocações dos *campi* universitários e seus parâmetros de qualidade de ocupação, envolvendo a requalificação das áreas ocupadas e a expansão da Unicamp, considerando todas as áreas de planejamento do PD-Integrado: uso urbano e patrimônio, meio ambiente, infraestrutura urbana, mobilidade e acessibilidade urbana, integração social e universidade e sociedade.

Como continuação ao fluxo de desenvolvimento de um cenário desejado, foi estabelecido que cada área de planejamento do PD-Integrado é constituída por Projetos, com seus respectivos Subprojetos, que definem o conjunto de ações e instruções a serem seguidas atendendo à diretrizes estabelecidas, sempre alinhadas com os demais órgãos técnicos da Unicamp e voltadas para a sustentabilidade no espaço urbano. Os subprojetos de cada área de planejamento devem passar pela priorização de demandas da Gestão de Empreendimentos da DEPI conforme rege a Deliberação CONSU 19/2019.

Os territórios dos *campi* e sua evolução são monitorados e analisados através de indicadores de sustentabilidade em universidades que, por sua vez, são submetidos a sistemas de ranqueamentos. A busca pelo entendimento de como a leitura territorial da universidade poderia indicar os caminhos e prioridades para alcançar o cenário futuro desejado pela comunidade acadêmica levou à mensuração da situação atual dos *campi* em relação às áreas que estão envolvidas no planejamento territorial de um campus universitário. Considerando que o cenário futuro desejado para a Unicamp está diretamente relacionado ao desenvolvimento sustentável, foram selecionados indicadores de universidade sustentável para a mensuração do cenário atual e para o monitoramento do desempenho dos *campi* para acompanhar os resultados desejados (UNICAMP, 2021).

Para estabelecer um alinhamento com as demais universidades públicas brasileiras, adotou-se como base os indicadores usados pelo sistema de ranqueamento de universidades sustentáveis, *Universitas Indonesia GreenMetric*. Este sistema estabelece indicadores nas áreas

de meio ambiente, infraestrutura, energia, mudanças climáticas, transporte, resíduos, água e ensino e pesquisa. Como relata o capítulo 1 da Seção 1 deste livro, a Unicamp participou do ranqueamento em 2019, 2020 e 2021. O posicionamento de 2021 ainda não foi publicado, porém, em 2019, a Unicamp ficou na 4^a posição nacional e na 80^a posição mundial e, em 2020, 3^a nacional e 100^a mundial. Os indicadores de sustentabilidade trazem o balizamento para priorização de projetos e iniciativas voltadas para a sustentabilidade nos *campi* da Unicamp.



Figura 3.3 Fluxo de desenvolvimento do PD-Integrado.

Fonte: Unicamp (2021).

3.3.2 Diretrizes de uso e ocupação da Unicamp

O documento do PD-Integrado (UNICAMP, 2021) traz diretrizes de uso e ocupação para todas as áreas de planejamento em cada um dos *campi*. Por isso, o representado neste capítulo é uma generalização das diretrizes. Para ver as especificidades, o leitor deve consultar o documento completo.

A área de Uso Urbano e Patrimônio está diretamente associada aos ODS 5, 10, 11 e 13 e possui a principal diretriz de promover a sustentabilidade urbana, com funcionalidade e racionalidade no uso e na ocupação do território, trazendo qualidade de vida aos usuários, conservação do patrimônio construído e desempenho da construção.

A área de planejamento Meio Ambiente integra-se aos ODS 3, 13, 14 e 15, sendo que sua principal diretriz é proteger e recuperar as

áreas verdes, garantindo fluxo gênico de fauna e flora e recuperando cursos hídricos. Além disso, melhorar a arborização urbana e aumentar as áreas permeáveis são diretrizes que também estão relacionadas ao bem-estar da comunidade e a promoção da mobilidade ativa.

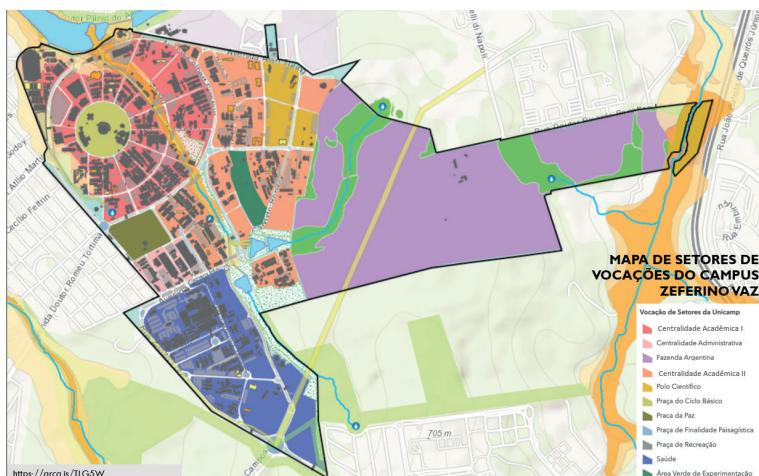


Figura 3.4 Mapa de Setores de Vocações da Cidade Universitária Zeferino Vaz.

Fonte: Unicamp (2021).

A área de planejamento Infraestrutura Urbana está associada aos ODS 6, 7, 9 e 13. Suas diretrizes estão relacionadas ao uso consciente de água, à soluções de drenagem urbana sustentável, à eficiência energética, ao uso de fontes renováveis de energia, à redução de lixo e à reciclagem de resíduos.

A área de planejamento de Mobilidade e Acessibilidade Urbana é focada no atendimento aos ODS 3, 5, 11 e 13. Suas diretrizes estão voltadas para mobilidade eficiente e ativa: estímulo ao uso de transporte coletivo, aumento da disponibilidade de veículos zero emissão nos *campi*, eficiência na rota de ônibus fretados e circulares internos, melhoria na infraestrutura para pedestres e ciclistas nos *campi*, diminuição de áreas de estacionamento, integração de modais de transporte nos *campi* e promoção da acessibilidade.

A integração social é uma área de planejamento do PD-Integrado que está associada aos cumprimentos dos ODS 3, 4, 5, 10, 16 e 17. Suas principais diretrizes são: valorizar e expandir as oportunidades de relacionamentos interpessoais através da vivência universitária, criando espaços de convívio que propiciem a produção do conhecimento; implementar melhorias através de ações para criação de espaços públicos que propiciem o aumento da qualidade de vida da comunidade e implementar projetos que visem a tornar o campus mais hospitalar e acolhedor considerando a interseccionalidade.

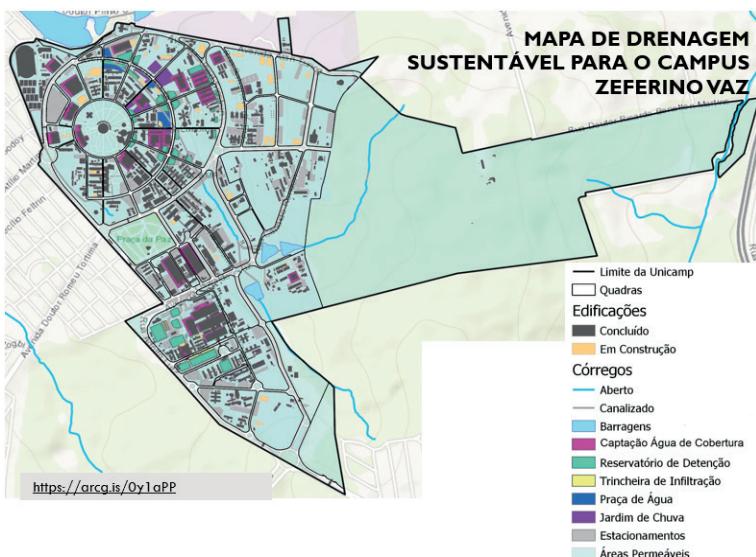


Figura 3.5 Mapa de Drenagem Sustentável para o Campus Zeferino Vaz.

Fonte: Unicamp (2021).

E, para finalizar, a área de planejamento Universidade e Sociedade está atrelada aos ODS 1, 2, 8, 11, 12 e 13. A principal diretriz desta área é a promoção de maior integração entre as atividades oferecidas nos *campi* e seus respectivos entornos através de programas de extensão.

As leituras territoriais feitas para os *campi* levaram a um panorama da situação atual da Unicamp, com suas fragilidades e potencialidades

para alcançar os cenários futuros desejados pela universidade nas áreas de planejamento territorial que foram trazidas ao longo deste documento. As diretrizes gerais estabelecidas no documento PD-Integrado apontam para a missão do plano diretor de integrar a gestão da Unicamp como universidade sustentável no planejamento do seu uso e ocupação e trazem os valores incorporados para que essa jornada seja empreendida: sustentabilidade, integração, inovação, criatividade e transparência.

Este plano diretor territorial foi o primeiro a ser documentado e a trazer diretrizes pontuais para todos os *campi*. Ainda precisa de ajustes e deve ser atualizado constantemente. A partir dele, surgiram e surgirão uma série de projetos para que as diretrizes sejam colocadas em prática e é necessário empenho e comprometimento de toda a universidade para que seja institucionalizado e seguido por todas as áreas.

3.4 Considerações Finais

O PD-Integrado reconhece o papel da Unicamp para o desempenho do desenvolvimento de tecnologias, estratégias, cidadãos e líderes necessários para a sustentabilidade. Assim, implementa os princípios de planejamento urbano sustentável, define metas e publica o desempenho de suas ações regularmente. Nesse sentido, o levantamento e a avaliação da situação atual da Unicamp quanto à sustentabilidade caracterizam-se como instrumentos de gestão e melhoria contínua na transição para universidade sustentável.

Esse planejamento também inicia o processo de implementação da sustentabilidade nos *campi* universitários através dos projetos que são desenvolvidos a partir das diretrizes de cada uma das áreas de planejamento. Esses projetos são desenvolvidos como laboratórios vivos através de processos colaborativos entre alunos, docentes e equipe técnica da Unicamp para efetivar as soluções para os desafios complexos trazidos pelas diretrizes.

O resultado esperado é que a transformação do espaço da Unicamp sob a perspectiva dos ODS possa impulsionar sua replicação à comunidade

local, para além disso, à cidade de Campinas. O PD-Integrado da Unicamp, com a inovação de trazer as metas dos ODS para serem discutidas junto com a colaboração da comunidade local na elaboração de projetos, também pode servir de modelo e base metodológica para o desenvolvimento de instrumentos de planejamento urbano em outras instituições de ensino superior. A metodologia garantiu, até o momento, a sensibilização dos estudantes, funcionários e docentes e o despertar para a complexidade do ambiente construído, tendo o campus universitário como espaço de produção do conhecimento, como centro de treinamento para as decisões futuras e como locus urbano. As soluções sustentáveis que começam no planejamento urbano de uma universidade são oportunidades de replicação em suas cidades.

Referências

- ALSHUWAIKHAT, H. M.; ABUBAKAR, I. An Integrated Approach to Achieving Campus Sustainability: Assessment of the Current Campus Environmental Management Practices. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, p. 1777-1785, 2008.
- CORTESE, A. D. The Critical Role of Higher Education in Creating a Sustainable Future. *Planning for Higher Education*, v.31, n. 3, p. 15-22, Mar-May, 2003.
- DALBELLO, T. S. *Autopoiese urbana: transição para sustentabilidade*. Tese de Doutorado. Faculdade de Eng. Civil, Arquitetura e Urbanismo. Unicamp, 2019.
- DALBELLO, T. S. et al. *Planejamento Urbano Sustentável na Unicamp*. 9º Congresso Luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável (PLURIS 2021). 7 a 9 de abril 2021.
- FINLAY, J.; MASSEY, J. Eco-campus: applying the ecocity model to develop green university and college campuses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 13, n. 2, p. 150-165, 2012.
- GÓES, H. C. A. *Análise comparativa de instrumentos para avaliação da sustentabilidade em universidades visando uma proposta para o Brasil*. Tese de doutorado. UFRJ, 2015.
- LIPSCHUTZ, R. D.; DE WIT, D.; LEHMANN, M. *Sustainable Cities, Sustainable Universities: Re-Engineering the Campus of Today for the World of Tomorrow. I Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education* (s. 3-16). Springer. World Sustainability Series, Nr. 1, Bind. 2, 2017.
- LOZANO, R. Collaboration as a Pathway for Sustainability. *Sustainable Development*, n.15, p. 370-381, 2007.
- LUCCHESI, G.; RUTKOWSKI, E. Living Labs: Science, Society and Co-creation. In: LEAL FILHO, W. et al. (Eds.). *Industry, Innovation and Infrastructure*. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, Springer Nature, 2019.

PEREIRA, A. S.; DALBELO, T. S. *Impactos ambientais e sustentabilidade*. São Paulo: Editora Senac, 2018.

UN-HABITAT. *Nova Agenda Urbana*. New York, 2016a.

UN-HABITAT. *Sustainable Development Goal 11 – Make Cities and Human Settlements Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable*. New York, 2016b.

UNICAMP; DALBELLO, T. S. (Org). *Plano Diretor Integrado 2021-2031: uma visão de futuro para os campi*. BBCL/Unicamp, 2021. Disponível em: <http://www.depi.unicamp.br/plano-diretor-integrado-unicamp-2021-2031/>.

UNITED NATIONS. *SDG 11 Synthesis Report. Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements*. High Level Political Forum. New York 2018b.

UNITED NATIONS. *The Millennium Development Goals Report*. New York, 2015.

UNITED NATIONS. *The Sustainable Development Goals Report 2018*. New York, 2018a.

UNIVERSITAS INDONESIA GREENMETRIC. *Overall 2019 Ranking*. 2019. Disponível em: <http://greenmetric.ui.ac.id/overall-rankings-2019/>.

4

Campus Sustentável – Unicamp: Laboratório Vivo para Cidades Humanas Inteligentes

Danúsia Arantes Ferreira
Pablo de Freitas Hernandez
Luiz Carlos Pereira da Silva
Flávia Luciane Consoni de Mello
Marcelo Ferreira Tete
João Guilherme Ito Cypriano
Barbara Janet Teruel Mederos

4.1 Introdução

Diante das evidências acumuladas ao longo de décadas de investigações científicas, sobre as mudanças climáticas e suas prováveis consequências para os ecossistemas biológicos, líderes de 190 países e da União Europeia assinaram o Acordo de Paris de 2015. O objetivo é reduzir as emissões de gases de efeito estufa e limitar o aquecimento global a menos de 1,5°C até 2050. A entrada em vigor deste tratado em 2016, e a adoção da *Agenda 2030* para o Desenvolvimento Sustentável, pelas partes signatárias, foi um movimento político decisivo na tentativa de acelerar a transição para modos de produção e consumo efetivamente sustentáveis.

Contudo, coordenar essa transição entre diferentes atores não é tarefa fácil uma vez que, além de vontade política e do interesse econômico de governos, empresas e sociedade civil, dependerá fundamentalmente de dois pilares contemplados, respectivamente, nos arts. 12 e 10 do Acordo de Paris: (1) educação, capacitação e conscientização para a mudança de hábitos, comportamentos e práticas, e (2) desenvolvimento, inovação e transferência tecnológica para a implementação de mitigação de emissões ou de adaptação às consequências das mudanças do clima (UNITED NATIONS, 2015).

Tendo as universidades a missão institucional de promover a tríade ensino, pesquisa e extensão, elas estão naturalmente posicionadas para apoiar ambos os pilares, seja oferecendo cursos e disciplinas com foco na educação e conscientização para a sustentabilidade, seja por meio de pesquisas puras e aplicadas que impulsionam inovações tecnológicas habilitadoras de novos processos, produtos ou modelos de negócios sustentáveis. Adicionalmente, dado que em geral possuem *campi* com infra estruturas e sistemas que se assemelham a cidades de pequeno porte, recebem diariamente um grande fluxo de pessoas e lidam com diversos públicos de interesses (comunidade local, órgãos públicos, empresas, etc.), muitas universidades podem ser identificadas como verdadeiros laboratórios vivos para o desenvolvimento e experimentação de soluções e práticas sustentáveis inovadoras (VERHOEF e BOSSERT, 2019), colocando-se assim como referência para a sociedade na liderança destas ações.

No Brasil, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) com o projeto Campus Sustentável, lançado em agosto de 2017, segue nessa mesma direção, estabelecendo um marco pioneiro a ser seguido por universidades brasileiras e latino-americanas. Para além desta introdução o presente capítulo está organizado em outras cinco seções. A seção 2 descreve o projeto Campus Sustentável – Unicamp como Laboratório Vivo e espaço de parcerias e colaboração para o teste e validação de tecnologias de gestão energética e de cidades inteligentes. A seção 3 trata da contribuição do projeto para a transição energética no contexto das cidades inteligentes e humanas e, A seção 4 discorre

sobre a inserção internacional do projeto. Na seção 5 são apresentados os resultados alcançados pelo Campus Sustentável. Por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais.

4.2 Proposta e Parcerias do Projeto Campus Sustentável

A atuação da Unicamp na sustentabilidade, com destaque pela assinatura da carta do International Sustainable Campus Network (ISCN), pelo Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS), contribuiu com o compromisso e suporte técnico, administrativo e acadêmico ao desenvolvimento do projeto "Desenvolvimento de um modelo de Campus Sustentável na UNICAMP - Laboratório vivo de aplicações de minigeração renovável, eficiência energética, monitoramento e gestão do consumo de energia". Em parceria com a CPFL Energia, este projeto foi submetido na Chamada nº001/2016 - Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: "Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Ensino Superior, cujo investimento faz parte do escopo dos programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Programa de Eficiência Energética (PEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O projeto base foi implantado na Cidade Universitária Zeferino Vaz, Distrito de Barão Geraldo, Campinas-SP, para que seja validado e se torne um modelo de sustentabilidade a ser seguido pelos demais *campi* da Unicamp e, também, por muitas outras instituições de ensino superior.

A Chamada nº 001/2016/ANEEL para a Universidade e Sociedade, promoveu reflexão e ação envolvendo a parceria entre Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação (FEEC), Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) e a CPFL Energia, com o objetivo de planejar o projeto institucional Campus Sustentável – Unicamp e buscar a sua aprovação e implantação.

O projeto contempla questões inerentes às mudanças climáticas globais, a transição energética e o futuro das energias renováveis para

a concepção de um ecossistema de inovação para cidades inteligentes e humanas (GOMYDE, 2017). Busca assim melhorar a infraestrutura do campus, potencializando estudo e desenvolvimento de novas tecnologias e o fomento do ensino pela pesquisa e suas aplicações no contexto da extensão universitária com ênfase no processo de transformação da Unicamp em um Laboratório Vivo de soluções energéticas sustentáveis para a América Latina e o Caribe.

Desse modo o projeto se alinha à *Agenda 2030* e seus 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) os quais, de forma propositiva, buscam resolver os maiores desafios mundiais com destaque para a melhoria das condições de vida e dos direitos humanos, aumento da prosperidade econômica com inclusão e igualdade, e a promoção da sustentabilidade com preservação do meio ambiente. As universidades, devido a sua atuação na geração e difusão de conhecimento e na formação de recursos humanos, estão em posição de exercer papel de liderança no alcance dos ODS. Aliás, é provável que nenhum dos ODS possa ser cumprido sem o envolvimento das universidades e de todo o seu potencial (SDSN AUSTRALIA/PACIFIC, 2017).

Para compreender este potencial, é necessário reconhecer a transversalidade e complementaridade que caracterizam estes objetivos. Eles se complementam e o impacto positivo em um dos objetivos alavanca o alcance de vários outros. A atuação do Campus Sustentável – Unicamp faz exatamente isso, pois está alicerçado no ODS 7 (Energia Acessível e Limpa) que, por sua vez, visa ao desenvolvimento de soluções que avançam em tecnologias de baixa emissão e menos dependentes dos combustíveis fósseis.

Em um contexto global marcado pela necessidade urgente de mitigação dos gases de efeito estufa como meio de conter o ritmo das mudanças climáticas, conforme já intensivamente apontado pelos relatórios elaborados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), prover soluções e alternativas para geração e consumo de energia acessível e neutra em carbono tende a promover um efeito em cadeia em todos os demais ODS, conforme ilustra a Figura 4.1 (WORLD BANK, 2017).

A concepção interdisciplinar do projeto fundamenta o desenvolvimento do modelo de campus energeticamente sustentável. Neste contexto, a ação interdisciplinar apresenta-se como eixo central da abordagem metodológica uma vez que integra diferentes domínios do saber e promove alianças intersetoriais como estratégia para o delinear das ações de implantação e desenvolvimento do Laboratório Vivo na Unicamp.



Figura 4.1 Caracterização da permeabilidade das ODS.

Fonte: WORLD BANK (2017).

A construção dessas alianças envolve o processo de identificação dos atores e parcerias para inovação aberta que engloba geradores de conhecimento, tecnologia, mercado, empresas, comunidade interna e externa.

O processo de implantação do projeto Campus Sustentável – Unicamp, como Laboratório Vivo e espaço de experimentação de modelos de cidades inteligentes e humanas, contempla alianças intersetoriais promotoras das práticas de governança adotadas para o aperfeiçoamento do sistema energético. A integração de unidades acadêmicas (FEEC, FEM e FCA), núcleo de pesquisa (NIPE), Divisão de Água e Energia

(DAE) da Prefeitura do Campus, Coordenadoria Geral da Unicamp (CGU), Diretoria Executiva de Administração (DEA), Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (Funcamp), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e iniciativa privada (CPFL).

Neste contexto tem-se, portanto, parcerias e alianças para a inovação que assumem a configuração da tradicional hélice tripla formada pela interação universidade-governo-indústria (ETZKOWITZ e LEYDESDORFF, 2000). Mas, dados a natureza, o escopo e o alcance do projeto, novos formatos de interação serão promovidos por meio da incorporação sucessiva das dimensões usuários da sociedade civil (hélice quádrupla) e meio ambiente (hélice quíntupla), conforme distinção proposta por Carayannis e Rakhmatullin (2014). As parcerias instituídas para o planejamento e implantação do Campus Sustentável – Unicamp, resultado da Chamada Pública nº 001/2016/ANEEL envolvem financiadores e executores do investimento na ordem de 50 milhões de Reais no período de 2018 a 2023.

4.3 Contribuição do Projeto Campus Sustentável – Unicamp para a Transição Energética no Contexto das Cidades Inteligentes e Humanas

Laboratório Vivo, ou *Living Lab*, é um método de pesquisa colaborativo centrado no usuário (BERGVALL-KÅREBORN *et al.*, 2009; ENOLL, 2020) que visa à cocriarão ou coprodução (STÅHLBRÖST e HOLST, 2012), prototipação, validação e refinamento de soluções complexas em múltiplos ambientes do mundo real (ERIKSSON *et al.*, 2005) por meio de parcerias público-privadas envolvendo empresas, agências públicas, universidades e usuários (FEURSTEIN *et al.*, 2008; WESTERLUND e LEMINEN, 2011). Esse arranjo de parcerias de colaboração vem sendo recomendada como uma possível plataforma para a inovação e cocriarão sob a lógica da hélice quádrupla (ARNKIL *et al.*, 2010; COMPAGNUCCI *et al.*, 2021), especialmente no contexto de cidades inteligentes (ESASHIKA, 2020).

Usualmente, as cidades, áreas rurais, plantas industriais ou mesmo redes virtuais colaborativas formadas por atores públicos e privados oferecem os contextos reais para processos de co-criação de inovações (DELL'ERA e LANDONI, 2014). Contudo, vem ganhando proeminência a compreensão de que o campus universitário também deve ser visto como potencial Laboratório Vivo, tal como sugerem as experiências da University of British Columbia (ROBINSON *et al.*, 2011; SAVE *et al.*, 2021), da University of Manchester (EVANS *et al.*, 2015) e da The Hong Kong University of Science and Technology (SHYY, 2021).

O projeto Campus Sustentável – Unicamp, como o próprio nome sugere, utiliza o campus universitário como Laboratório Vivo para a resolução de problemas complexos presentes na pauta emergente da transição energética para a sustentabilidade. Esses problemas são abordados pelo projeto no âmbito de quatro eixos temáticos distintos:

- 1 **Gerenciamento da oferta:** monitoramento e gestão do consumo de energia elétrica por unidade consumidora e otimização do sistema de distribuição do campus através das análises de perdas técnicas e não-técnicas;
- 2 **Geração distribuída:** inserção de minigeração fotovoltaica na rede de distribuição do campus;
- 3 **Eficiência energética:** avaliação e etiquetagem de edifícios, técnicas de sensoriamento *IoT* para otimização do uso de equipamentos de condicionamento de ar e iluminação, verificação da forma de uso ineficiente de equipamentos e hábitos de consumo;
- 4 **Ensino – pesquisa extensão-** integração do conhecimento adquirido e aplicado nos projetos nos cursos, disciplinas eletivas, eventos de divulgação, seminários, *workshops*, processos de melhoria contínua para as matrizes curriculares dos cursos, a fim de promover a formação inicial e continuada de novos profissionais e multiplicadores capacitados nos temas estudados.

Em cada um desses eixos temáticos são desenvolvidos subprojetos piloto com a finalidade de experimentação e validação de tecnologias e metodologias, bem como geração de evidências que auxiliem

a formulação de políticas públicas de suporte e fomento à transição energética sustentável. Com isso, o campus universitário passa a ser um gerador de conceitos e soluções inovadores, realimentando assim o ciclo virtuoso (identificação do problema-planejamento-experimentação-validação-melhorias) que se traduz em boas práticas e desenvolvimentos que podem ser aplicados em outros contextos mais amplos de uso como, por exemplo, em cidades inteiras. Na Figura 4.2 são apresentados alguns dos resultados de subprojetos, como: implantação de telhados fotovoltaicos para geração de energia elétrica no Ginásio da Unicamp e outras unidades da Unicamp; instalação de instrumentos de medição de temperatura, radiação solar e iluminação em salas dos prédios da FEM; Medição do consumo de energia elétrica em diferentes prédios da Unicamp; etiquetagem de acordo o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), sob gestão do Inmetro; dentre outros projetos.



Figura 4.2 Aplicações tecnológicas e projetos estruturais implantados no Campus Sustentável – Unicamp.

Fonte: Elaboração própria.

As cidades são núcleos de socialização que convivem com energia fóssil, mudanças climáticas, poluição, exaustão de recursos, excesso de resíduos sólidos, problemas sociais derivados da pobreza, desemprego e crescimento demográfico, dentre outros fatores. O que significa que a aglomeração urbana traz impactos variados para a gestão urbana, com enormes desafios a serem enfrentados. Contudo, com o surgimento de novas tecnologias de informação e comunicação (TICs), se tornou possível desenvolver sistemas integrados para o aprimoramento da gestão e que necessita, constantemente, de informações atualizadas para tomada de decisão coerente com foco na manutenção urbana.

Com esses avanços tecnológicos, o conceito de cidades inteligentes (*Smart Cities*) começou a ganhar força a partir de 2009, substituindo gradualmente o até então popular conceito de cidades digitais (EREMIA *et al.*, 2017). De acordo com o Smart Cities Council (2018), uma cidade inteligente é aquela que utiliza as TICs para melhorar a sua habitabilidade (*liveability*), trabalhabilidade (*workability*) e sustentabilidade.

As TICs são também a base para o desenvolvimento de redes complexas de Internet das Coisas (*IoT*) cujo foco prevê a otimização dos serviços e operações com conectividade dos ativos e o melhoramento da gestão pública local. Ademais, permite que autoridades sejam mais eficientes nas tomadas de decisão que possam melhorar a qualidade, desempenho e interatividade dos serviços urbanos viabilizando soluções inteligentes aos diversos níveis organizacionais das cidades, com melhoria da qualidade de vida, da inclusão e desenvolvimento econômico.

Neste contexto o projeto Campus Sustentável – Unicamp com seu modelo de aplicação e desenvolvimento inspirado em cidades inteligentes e humanas (GOMYDE, 2017), apoia-se também nas TICs, com a finalidade de coletar dados relacionados ao consumo de energia elétrica da cidade universitária da Unicamp. Além disso, como campo de experimentações contempla importantes práticas laboratoriais e, também, aplicações reais em diferentes subprojetos que dão vida à cidade inteligente e humana considerando abordagem integradora das

necessidades da sociedade com os objetos de pesquisa como fonte de cocriarão e validação de produtos e serviços. Dessa forma, a universidade como ambiente de cocriarão articula diferentes atores para solucionar problemas embargados por vícios sistêmicos, cujos elementos muitas vezes são pela resistência às mudanças num ambiente mais aberto para a inovação.

Na prática, o projeto com seu campo de aplicações e vivências promotoras de avanços tecnológicos para cidades inteligentes e humanas, considera como essencial o pensamento sistêmico integrado ao planejamento de cenários, a concepção e as práticas interdisciplinares enraizadas no pensamento da sustentabilidade e o desenvolvimento das habilidades de análise do ciclo de vida dos programas e subprojetos. Considera também que tais práticas permitem aos docentes e discentes engajarem em objetos de estudo e aplicações inovadoras que buscam resultados sociais e ambientais mais convergentes com o consumo energético consciente e responsável. O projeto também tem o objetivo de estimular a mobilidade elétrica, a reciclagem, o aproveitamento de resíduos dentre outros, de modo a promover a formação de agentes de transformação de novos modelos de negócio que possam ser escalados.

O Campus Sustentável – Unicamp necessariamente mira as inter-relações entre usuários, tecnologias e mercado, sistematizando os seguintes questionamentos: (1) O que os usuários desejam? (2) O que a tecnologia possibilita? (3) O que é viável para o mercado? Com esse olhar, o projeto cumpre a função de destacar a relevância da inovação tecnológica para o avanço da qualidade de vida dos cidadãos e para a melhoria e efetividade dos processos de tomada de decisão dos gestores de organizações públicas e privadas.

4.4 Inserção Internacional do Projeto Campus Sustentável

A Unicamp, com seu amplo campo de fomento da tríade ensino pela pesquisa e aplicações da extensão universitária, legitima seus espaços para a ambientalização das questões que envolvem as cidades humanas inteligentes. Visando ao desenvolvimento dessa tríade, a instituição se

comprometeu publicamente com a sustentabilidade e seus objetivos ao assinar a *Carta Campus Sustentável ISCN-GULF* da International Sustainable Campus Network (ISCN) em abril de 2015, rede que provê um fórum global para apoiar as principais faculdades, universidades e *campi* corporativos no intercâmbio de informações, ideias e melhores práticas das operações sustentáveis (ISCN-GULF, 2015), e cujos princípios estão descritos na Figura 4.3.

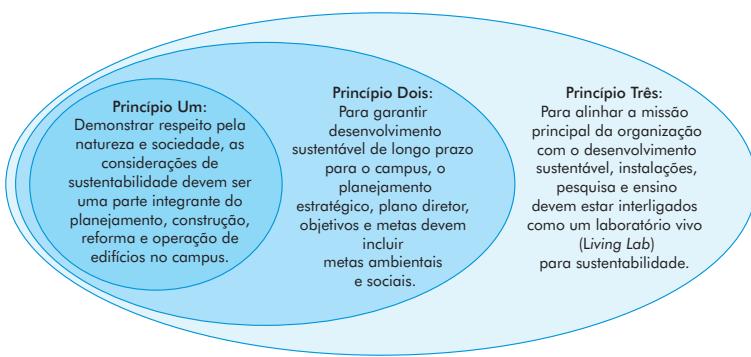


Figura 4.3 Os três princípios da Carta Campus Sustentável da ISCN-GULF.

Fonte: SILVA et al. (2018); ISCN-GULF (2015).

Os três princípios da Carta Campus Sustentável confirmam a relevância de se integrar pessoas, projetos, processos e infraestrutura para o desenvolvimento de estudos, experimentações científicas e aplicações tecnológicas sustentáveis no âmbito do campus universitário. Em uma universidade como a Unicamp os impactos de ações que visam à sustentabilidade podem beneficiar muitas pessoas, pois no ano de 2021 a instituição conta com 34 mil alunos (52% graduação e 48% pós-graduação) em 66 cursos de graduação e 153 programas de pós-graduação, vinte e quatro (24) unidades de ensino, pesquisa e extensão, vinte e três (23) núcleos e centros interdisciplinares, dois (2) colégios técnicos (Cotil e Cotuca) e uma série de unidades de apoio, num universo onde convivem e circulam cerca de 60 mil pessoas diariamente. A universidade, pela via do Campus Sustentável – Unicamp e do Escritório de Projetos Especiais (estrutura criada para dar apoio

administrativo, pedagógico e operacional ao projeto), proporciona o espaço de aprendizagem colaborativa e desenvolvimento de boas práticas que possibilita a gestão inteligente das operações do campus integrada à pesquisa e ao ensino da sustentabilidade, tal como recomenda a ISCN. Isso conecta docentes, pesquisadores e discentes de diferentes áreas do conhecimento, da graduação ao pós-doutorado, com o objetivo de promover a aprendizagem articulada das vivências dos processos e sistemas que contemplam uma cidade humana inteligente. Exemplo disto é que de 2016 a 2021 participaram diretamente do projeto 145 docentes e discentes, número esse que continua a aumentar ano após ano como demonstrado na Figura 4.4.

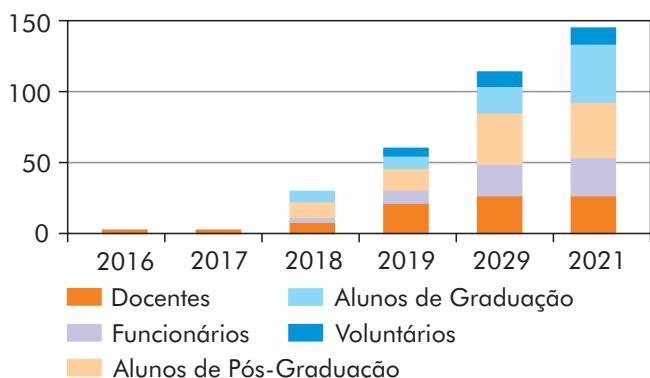


Figura 4.4 Recursos humanos no Campus Sustentável – Unicamp.

Fonte: Elaborada a partir dos slides dos Campus Sustentável para a UPA.

Com a Unicamp integrando a rede ISCN, todo o acúmulo de experiências e resultados alcançados pelos colaboradores do projeto Campus Sustentável poderá ser compartilhado com uma comunidade formada por mais de 90 universidades distribuídas por mais de 30 países situados em 6 continentes. Essa inserção internacional é oportuna e estratégica para o projeto especialmente em virtude das articulações que a ISCN e Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research (CESAER) têm conduzido, no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2021

(COP26), para que as universidades e as organizações de fomento e financiamento possam apoiar pesquisadores, professores, estudantes e funcionários a lidar com a profundidade e complexidade da transição para um futuro net-zero (CESAER, 2021).

4.5 Resultados Alcançados

Os produtos desenvolvidos no Campus Sustentável – Unicamp, no período entre 2017 e 2021, e seus respectivos resultados, são descritos abaixo:

4.5.1 Subprojeto Centro de Operações e Monitoramento (COS)

Com o objetivo de estratificar o consumo por entidade interna da Unicamp e avaliar o balanço energético, perdas técnicas e o uso do sistema de distribuição de energia elétrica da Universidade, este subprojeto criou um Centro de Operações e Monitoramento integrado por *hardware* e *software*. Foi implantado um sistema de medição, em tempo real, de grandezas elétricas em todos os transformadores e unidades consumidoras permissionárias da Cidade Universitária Zeferino Vaz, da Unicamp. A gestão, indicadores e análise do consumo de energia elétrica e ações de eficiência energética são realizados por uma plataforma desenvolvida especialmente para este projeto e de acordo com a demanda e necessidade da instituição.

4.5.2 Subprojeto Geração Fotovoltaica (PV)

Este subprojeto foi dividido em duas modalidades: eficiência energética (PEE) e pesquisa e desenvolvimento (P&D), conforme regulamentado pela ANEEL. No PEE, foram instalados 534 kWp (kilowatt pico) de potência em 8 plantas fotovoltaicas. Na parte de P&D foram realizadas pesquisas para desenvolvimento de *software* e *hardware* 100% nacional em:

- Simulador para dimensionamento e geração de sistemas fotovoltaicos;

- Traçador de curvas IxV para operação e manutenção de plantas fotovoltaicas.

4.5.3 Subprojeto Gestão Energética por IoT(GENIIoT)

O GENIIoT é um subprojeto focado na gestão energética para ambientes internos de edificações, como salas, escritórios, laboratórios, entre outros ambientes fechados. Através do monitoramento das variáveis de ambiente (temperatura, concentração de gás carbônico e número de pessoas no ambiente) é criado indicadores e interação em tempo real para monitorar o comportamento energético dos usuários. O seu maior objetivo é a integração de uma solução global de gestão energética e sustentabilidade ao indicar para os usuários as melhores maneiras de uso das salas, trazendo eficiência energética e conforto ambiental.

4.5.4 Subprojeto de Etiquetagem de Edificações (Etiquetagem)

Desde o ano de 2014, a Etiquetagem de Edificações se tornou obrigatoria na esfera Federal. Esta etiqueta apresenta a eficiência energética da edificação nos quesitos de envoltória, condicionamento de ar e iluminação, podendo ter pontuações extras para outras atividades de melhoria, como a implantação de geração fotovoltaica. Assim, é possível que, ao adentrar em uma edificação, o usuário saiba o quanto de energia elétrica é necessária para que aquela edificação tenha o conforto ambiental necessário para a realização do seu trabalho e o quanto isso reflete no consumo de energia elétrica. Por isso, este subprojeto visa implantar a metodologia na Unicamp com a avaliação de 4 modelos de edificações na Unicamp, sendo elas: saúde, biblioteca, ensino e restaurante.

4.5.5 Subprojeto de Contratação de Energia Elétrica (Contratação)

A contratação de energia elétrica no mercado livre de energia é uma realidade no Brasil para os grandes consumidores, trazendo economias financeiras e a possibilidade de melhorar a gestão do consumo

e da contratação de energia elétrica. Assim, este subprojeto tem por objetivo apresentar o modelo adotado pela Unicamp, desde meados de 2000, e possibilitar que outras entidades públicas ou privadas possam garantir excelência ao estudar sua migração para o mercado livre de energia elétrica.

4.5.6 Subprojeto de Capacitação (CAPE)

Este subprojeto tem por objetivo garantir a gestão do conhecimento adquirido em todo o processo de pesquisa e desenvolvimento, repassando-o para a sociedade através das publicações, divulgação científica, eventos, treinamentos e cursos. O conhecimento foi amplamente divulgado em formato acadêmico (artigos, teses e dissertações), novos projetos e parcerias, ensino (disciplinas eletivas e abertas ao público geral), extensão (cursos e palestras) e este livro.

Campus Sustentável – Unicamp: um modelo de inovação em gestão energética para a América Latina e o Caribe, conta com a participação da OLADE e abrangência local, nacional, regional, e internacional, publicado nos idiomas português, inglês e espanhol, apresenta a experiência adquirida na Unicamp com a implantação do Campus Sustentável, com aplicação do modelo replicável em outros *campi* de instituições de ensino superior no Brasil e na América Latina. Assim como, em outras instituições públicas e privadas. O livro destina-se a docentes de todos os níveis de ensino da educação básica à educação superior, discente dos cursos de graduação e pós-graduação nas áreas das engenharias, ciências humanas e sociais, para pesquisadores, técnicos e administradores, gestores de sistemas educacionais públicos ou privados, analistas e gerentes de projetos, supervisores e orientadores educacionais.

Ademais, a implantação do projeto Campus Sustentável - Unicamp coloca em evidência a relevância da formação de recursos humanos e consiste no ecossistema de inovação aberto, integrado o transbordamento da hélice quádrupla para hélice quíntupla para a governança da cidade inteligente e humana. Esta nova forma de gerar inovação,

produtos e vivências, permite alinhar as possibilidades da tríade ensino-pesquisa-extensão, considerando os interesses dos usuários e a viabilidade de implantação pelo mercado.

4.6 Considerações Finais

O desenvolvimento do Campus Sustentável – Unicamp trouxe consigo a importância do uso do conceito de Laboratório Vivo, que retrata todo o aspecto de experimentações importantes de práticas laboratoriais herméticas para o contexto aplicada à realidade no arranjo sistêmico que caracteriza Cidades Inteligentes e Humanas. Esses fatores não apenas catalisam a produção de conhecimento, mas também amplia as possibilidades em dimensionar as necessidades no contexto econômico e social para o desenvolvimento através da união de atores para um propósito em comum.

Contudo, através de todos os subprojetos arrematados neste contexto de transição energética no conceito de Laboratório Vivo, deixa claro que a experimentação gera evidências que podem auxiliar o desenvolvimento de políticas públicas de suporte e fomento à transição energética sustentável mais eficientes ao contexto para cidades no âmbito nacional, com todas as suas peculiaridades sistêmicas que se traduz em resultados mais eficientes.

Referências

- ARNKIL, R. et al. *Exploring Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models. Final Report on Quadruple Helix Research for the CLIQ project*. In Tampere: The CLIQ, 2010. Disponível em: http://www.arnkildialogues.com/files/testataan.kotisivukone.com/julkaisut/exploring_quadruple_helix-2010-1.pdf.
- BERGVALL-KÅREBORN, B. et al. A Milieu for Innovation – Defining Living Labs. In: *ISPIM Innovation Symposium*, 6-9 dec. 2009.
- CARAYANNIS, E. G.; RAKHMATULLIN, R. The Quadruple/Quintuple Innovation Helixes and Smart Specialisation Strategies for Sustainable and Inclusive Growth in Europe and Beyond. *Journal of Knowledge Economic*, v. 5, p. 212–239, 2014.

CESAER. *Symposium: science for net-zero transition. Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research*. 2021. Disponível em: <https://www.cesaer.org/events/science-for-net-zero-transition-fringe-symposium-to-cop-26/>.

COMPAGNUCCI, L. et al. Living Labs and user engagement for innovation and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 289, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125721>.

DA SILVA, L. C. P. et al. Sustainable campus model at the University of Campinas – Brazil: an Integrated Living Lab for renewable generation, electric mobility, energy efficiency, monitoring and energy demand management. In: LEAL FILHO, W. et al. (Eds.). *Towards Green Campus Operations*. World Sustainability Series. Springer, Cham, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76885-4_30.

DELL'ERA, C.; LANDONI, P. Living lab: A methodology between user-centred design and participatory design. *Creativity and Innovation Management*, v. 23, n. 2, p. 137-154, 2014. <https://doi.org/10.1111/caim.12061>.

ENOLL, S. About us – European Network of Living LabsEuropean Network of Living Labs. 2020. Disponível em: <https://enoll.org/about-us/>.

EREZIA, M.; TOMA, L.; SANDULEAC, M. The smart city concept in the 21st century. *Procedia Engineering*, v. 181, p. 12-19, 2017.

ERIKSSON, M.; NIITAMO, V. P.; KULKKI, S. State-of-the-art in utilizing Living Labs approach to user- centric ICT innovation – a European approach. *Technology*, p. 1-13, 2005. http://openlivinglabs.i2cat.cat/documents/SOA_LivingLabs.pdf.

ESASHIKA, D. S. S. *Living labs contributions to smart cities from a quadruple-helix perspective*. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, 90 p. 2020.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESCDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systemsand "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

EVANS, J. et al. Living labs and co-production: university campuses as platforms for sustainability science. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 16, p. 1-6, 2015.

FEURSTEIN, K. et al. Living labs: a new development strategy. In: SCHUMACHER, J. (Ed.). *European Living Labs – A New Approach for Human Centric Regional Innovation*. Wissenschaftlicher Verlag, 2008, p. 1-14.

GOMYDE, A. Cidades inteligentes e humanas. *Boletim de Conjuntura*, v. 2, p. 7-9, 2017.

IPCC; MASSON-DELMOTTE, V. et al. (Eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press.

ISCN-GULF. *Carta da International Sustainable Campus Network (ISCN)*, 2015. Disponível em: <http://www.ggus.depi.unicamp.br/wp-content/uploads/2017/01/ISCN.pdf>.

RAVESTEYN, P.; PLESSIUS, H.; MENS, J. Smart Green Campus: How IT can Support Sustainability in Higher Education. *Researchgate*, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280737074>.

ROBINSON, J.; BERKHOUT, T.; CAMPBELL, A. The University as an Agent of Change for Sustainability. *Policy Horizons Canada*, p. 1-6, 2011.

SAVE, P.; CAVKA, B. T.; FROESE, T. Evaluation and lessons learned from a campus as a living lab program to promote sustainable practices. *Sustainability (Switzerland)*, v. 13, n. 4, p. 1-28, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13041739>.

SDSN AUSTRALIA/PACIFIC. *Getting started with the SDGs in universities*: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network –Australia/Pacific, Melbourne, 2017.

SHYY,W. *Universities become "living labs" for sustainability*. World Economic Forum, 2021. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2021/07/universities-sustainability-hong-kong/>.

SMART CITY COUNCIL. *Smart cities guide for built environment consultants*. Smart City Council Australia, New Zealand. Brisbane, Queensland, 2018.

STÅHLBRÖST, A.; HOLST, M. The Living Lab Methodology Handbook. Social Informatics at Luleå University of Technology and CDT – Centre for Distance-Spanning Technology, 76, 2012. http://www.ltu.se/cms_fs/1.101555!/file/LivingLabsMethodologyBook_web.pdf.

UNITED NATIONS. *Paris agreement*. United Nations, 2015, p. 1-25. <https://doi.org/10.4324/9789276082569-2>.

VERHOEF, L.; BOSSERT, M. The university campus as a Living Lab for sustainability a practitioner's guide and handbook. Delft University of Technology; Hochschule für Technik Stuttgart, 2019.

WESTERLUND, M.; LEMINEN, S. Managing the Challenges of Becoming an Open Innovation Company: Experiences from Living Labs. *Technology Innovation Management Review*, v. 1, n. 1, p. 19-25, 2011. <https://doi.org/10.22215/timreview489>.

WORLD BANK. State of electricity access report 2017. World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/364571494517675149/pdf/114841-REVISED-JUNE12-FINAL-SEAR-web-REV-optimized.pdf>.

5

Alianças Intersetoriais e Governança: proposta de modelo para o aperfeiçoamento da sustentabilidade energética na Unicamp

Maria Cristina Pereira Matos

Danúzia Arantes Ferreira

Luiz Carlos Pereira da Silva

Pablo de Freitas Hernandez

João Guilherme Ito Cypriano

5.1 Introdução

A expansão contínua das organizações sociais sem fins lucrativos, justificada pelos problemas de ordem social cada vez mais intensos no cotidiano da sociedade brasileira, fizeram emergir um novo conceito e modelo de resolução dos conflitos e até das desigualdades sociais.

À medida em que os conflitos, desajustes ou desigualdades sociais foram integrando de maneira intensa a realidade brasileira, mais e mais a busca por um modelo que pudesse ser eficaz pelo menos na amenização desses eventos se estabeleceu nas diferentes esferas sociais, compreendidas pelo Estado, Mercado e o Terceiro Setor.

Todavia, cada uma dessas esferas sociais buscou novos conceitos ou modelos de resolução de forma singular, ou seja, objetivando conquistas e resultados individuais, principalmente no que se refere às questões ambientais, sociais e de sustentabilidade.

Exemplo dessas tentativas individuais por resultados eficazes na resolução dos problemas ambientais pode ser referenciado o município de Cubatão, localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista, em São Paulo. O qual na década de 1960 e meados da década de 1980 era considerado o local mais poluído do planeta, também rotulado de “Vale da Morte”, pois, naquele momento, as esferas sociais envolvidas tentavam resultados individuais. Somente no final da década de 1980 é que houve uma disruptiva desse rótulo negativo, quando então essas mesmas esferas perceberam que os modelos de resolução que até então buscavam era totalmente ineficaz.

A partir de então, nesse município um pacto plural foi desenvolvido por intermédio dos atores sociais envolvidos, ou seja, pelo Estado, Mercado e Terceiro Setor. Sendo assim, esse pacto plural ficou compreendido como Alianças Intersetoriais, traduzindo-se em novo modelo de resolução de problemas socioeconômicos, ambientais e de sustentabilidade, à época.

Entretanto, na contemporaneidade, com a constância e até mesmo agravamento das questões socioambientais associada à nova vertente da sustentabilidade, as alianças intersetoriais como um caminho a ser seguido já não se configuram mais como modelo único de resolução dos entraves sociais.

Como as alianças intersetoriais são representadas por tríplice hélice composta pelo Estado, este em suas três esferas, ou seja, em âmbito federal, estadual e municipal; pelo Mercado, representado pelas empresas com fins lucrativos e, pelo Terceiro Setor representado pelas organizações sociais sem fins lucrativos, esse modelo sugere uma nova composição em sua formação, para um melhor aperfeiçoamento na resolução das questões socioambientais e, principalmente, de sustentabilidade.

Sendo assim, o modelo de governança corporativa (GC), o qual já vem sendo praticado também por empresas brasileiras no mundo dos

negócios, emerge como possível agregadora das soluções em âmbito social, ambiental e de sustentabilidade, uma vez que nesse modelo de gestão o exercício de direção e do controle representa a tônica que coloca os conselheiros de administração no centro de qualquer discussão, assegurando aos sócios-proprietários o governo estratégico e a efetiva monitorização da diretoria executiva.

Nesse contexto, é possível a compreensão da prática exitosa da GC no mundo corporativo, uma vez que este vem cada vez mais abrindo espaços em suas agendas para questões ambientais e de sustentabilidade.

Todavia, esse entendimento acerca da GC remete à seguinte reflexão e questionamento: seria possível inserir este conceito a um órgão público, mais especificamente, em um campus universitário que tem por meta aperfeiçoar, dentro do conceito da sustentabilidade, um sistema energético?

O presente estudo se norteia por uma metodologia exploratória e descritiva, empregando como método uma breve revisão de literatura e sistematização do estudo de caso: Campus Sustentável – Unicamp.

5.2 Alianças Intersetoriais e Governança como a Quinta Hélice da Sustentabilidade no Projeto Campus Sustentável – Unicamp

A organização das três esferas da sociedade, ou seja, governo/empresas/sociedade é denominada de Alianças Intersetoriais. Orientando-se pelos registros de Matos (2007), na tentativa de resposta deste amplo desafio, governo, empresas e sociedade devem se organizar e concentrar esforços direcionados para um desenvolvimento sustentável que contemple tanto os aspectos econômicos quanto os sociais e ambientais. Dessa forma, as alianças intersetoriais podem também ser consideradas como a hélice tríplice da esfera social, conforme ilustra a Figura 5.1.

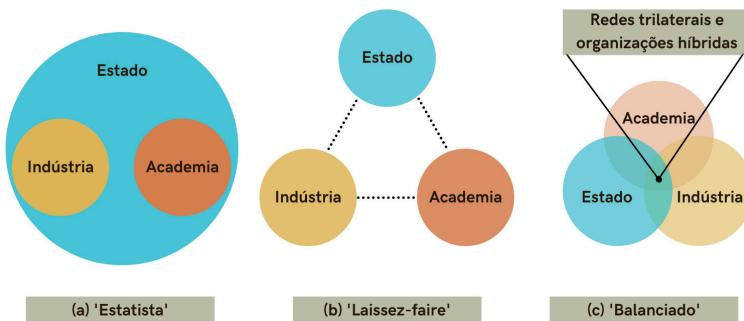


Figura 5.1 Abordagem da Hélice Tripla.

Fonte: ETZKOWITZ e LEYDESDORFF (2000).

A Figura 5.1 ilustra a hélice tríplice e permite jogar luz no tema em pauta, pois, conecta os atores que compõem o desdobramento para a hélice quádrupla onde se insere a participação e contribuição acadêmica, no contexto da interdisciplinaridade, conforme alude Arantes (2018).

A tríplice hélice, mais conhecida dos modelos para configurar a relação entre diferentes atores para inovação – governo, empresa e universidade, foi ponto de partida para o processo de planejamento do projeto Campus Sustentável – Unicamp. Contudo, a hélice quádrupla, no raciocínio de Carayannis; Campbell (2009) inclui a sociedade civil e as perspectivas de mídia e cultura e associa a mídia às indústrias criativas, cultura, valores, estilos de vida, arte e classe criativa. Também, com o objetivo de capacitar e conectar cocriadores de inovação, como empreendedores, inventores, artistas e outros geradores de valor que irão fortalecer o ecossistema (CARAYANNIS e RAKHMATULLIN, 2014). A Figura 5.2 permite a compreensão da abordagem da hélice quádrupla.

A Figura 5.2, considera a academia como parte integrante das alianças intersetoriais, permitindo entendê-la como a hélice quádrupla na esfera social, o que para Ferreira (2018) consiste na união de esforços interdisciplinares no fortalecimento dos eixos estruturantes em qualquer programa de sustentabilidade.

Todavia, a temática sustentabilidade tomou um direcionamento com tamanha proporção de necessidade em todas as esferas sociais

que acabou por emergir mais uma hélice nas alianças intersetoriais denominada de Hélice Quíntupla.

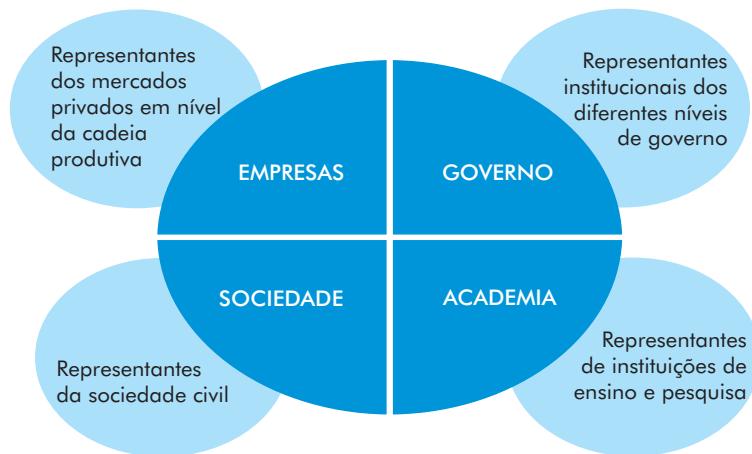


Figura 5.2 Abordagem da hélice quádrupla.

Fonte: CREATING LOCAL INNOVATION (CLIQ, 2018).

No entendimento de Carayannis e Rakhmatullin (2014), a hélice quíntupla reforça a abordagem de sustentabilidade que é baseada na hélice tripla e quádrupla, mas propõe a abordagem do meio ambiente e a crescente preocupação com aquecimento global e questões sustentáveis conforme apresenta a Figura 5.3, que também permite a compreensão de que os ambientes naturais devem ser conceituados como direcionadores para o avanço dos sistemas de produção e inovação do conhecimento, incluindo perspectivas cruciais para a solução de problemas sustentáveis (CARAYANNIS e RAKHMATULLIN, 2014).

Considera-se afirmar que a interdisciplinaridade é viável e pertinente para as políticas públicas sociais como indutora e promotora de inovações em que envolva pessoas, políticas, projetos e processos.

Este contexto da interdisciplinaridade remete à reflexão de que políticas públicas direcionadas à necessidade de um campus universitário sustentável representam um dos principais pilares de sustentação no eixo estruturante da proposta do Projeto Campus Sustentável – Unicamp.

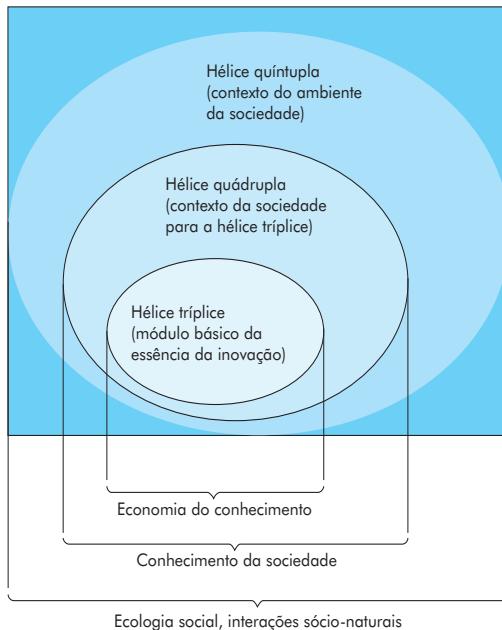


Figura 5.3 Abordagem da Hélice Quíntupla.

Fonte: Compilado de CARAYANNIS e RAKHMATULLIN (2014).

5.2.1 Políticas Públicas para um Campus Universitário Sustentável

Política, nas observações de Garofalo e Pinho (2011) é entendida como um conjunto de providências formais ou informais, pelas quais se expressa relações de poder que se destinam à solução pacífica dos conflitos nas diversas esferas e espaços da sociedade, ou seja, desde os lares e nas famílias, até mesmo quando envolve uma nação. Para os autores, a gestão da política pública contempla valores sociais, demandando mudanças na forma pela qual a sociedade e o Estado se relacionam.

Para Matos (2007), principalmente quando a questão social aparece em nível de exclusão/desigualdade, a resposta para essa condição poderá ser dada de diferentes maneiras em contextos políticos, culturais e institucionais distintos, ocasionando diversos padrões de proteção social.

Ainda para Matos com base em Vergara e Corrêa (2007), a questão social demandará um alinhamento de ações por meio de políticas e instituições específicas também chamadas de Políticas Sociais.

O Campus Sustentável – Unicamp é resultado da Chamada Pública nº 001/2016 – ANEEL, concretizada com o objetivo de planejar o Projeto Institucional Campus Sustentável – Unicamp, buscando a sua aprovação e implantação.

Assim, surge a necessidade de destacar a temática de uma política pública nacional, como inspiração e evidência para a formulação e implantação de novas políticas públicas para contextos locais, regionais, nacionais, dando ênfase para a pauta da transição energética em ambientes universitários que possam ser também identificados como cidades inteligentes e humanas.

Esse cenário permite que Pagnoncelli (2004, p. 21) afirme que o controle do destino da sociedade pela sociedade passa pelo cotidiano vivenciado pelos cidadãos, no seu dia a dia. Esse dia a dia, nas relações sociais, configura o capital social”.

Assim, ao considerar a afirmativa de Pagnoncelli é possível traçar um paralelo com a finalidade e objetivo maior da integração dos atores que compõem o transbordamento das hélices – tripla, quádrupla e quíntupla.

Esta afirmação corrobora com a perspectiva empreendida no processo de estudo, planejamento e implantação do Campus Sustentável – Unicamp como Laboratório Vivo para cidade inteligente e humana, tendo como referência para a governança adotada os eixos teóricos e práticos como: alianças intersetoriais, governança, sistema energético.

5.2.2 A Prática da Governança no Campus Sustentável – Unicamp

Apesar do modelo gerencial com abordagem da governança já circular pelo mundo há mais de 50 anos, no Brasil, essa prática tem pouco mais de uma década (LODI, 2000). Todavia, faz sentido que a expressão governança remete aos aspectos mercadológico ou corporativo uma vez que o seu conceito seja praticado com maior frequência no mundo dos negócios.

Contudo, Lodi (2000), esclarece que “a governança e a relação entre propriedade e gestão que ocorre por meio do conselho de administração, da auditoria independente e do conselho fiscal, são considerados instrumentos essenciais para o exercício do controle”. Para o autor, a boa governança assegura aos sócios equidade, transparência, responsabilidade pelos resultados (*accountability*) e obediência às leis do país (*compliance*). Esse modelo de governança é pautado em um Código das Melhores Práticas, também interpretado como Normas do Conselho, originário da Inglaterra desde 1908.

Nesse cenário, os fundamentos apresentados por Lodi corroboram com a governança estabelecida para o Campus Sustentável – Unicamp, ao considerar que as alianças intersetoriais envolvem os atores representantes dos elos das hélices como núcleo de interação dos objetivos comuns, e da inter-relação dos elementos constitutivos: identidade, cooperação, complementaridade e recursos. Por sua vez, as ações estratégicas delineadas no coletivo, são executadas por meio de práticas integradas sistemicamente, numa estrutura de rede de governança (FERREIRA, 2018).

O Campus Sustentável – Unicamp abarca os problemas complexos relacionados às mudanças climáticas, crises hídricas e energias renováveis, sendo este último o foco principal vinculado à transição energética. Para tanto, aplica a Metodologia da Ação Interdisciplinar (MAI), no processo de implantação da política pública com a inserção da projeção transdisciplinar na perspectiva ecossistêmica e na relação ecologicamente sustentável (FERREIRA, 2018).

Para o alcance do objetivo proposto, optou-se pelo fluxo de elaboração de política pública, também conhecido como ciclo de políticas públicas que consiste em sete fases principais: (1) identificação do problema; (2) formação da agenda; (3) formulação de alternativa; (4) tomada de decisão; (5) implementação; (6) avaliação; (7) extinção (SECCHI, 2012). Esses elementos estão ilustrados graficamente na Figura 5.4.

A Figura 5.4 permite perceber os elementos característicos dos atores envolvidos no Projeto Campus Sustentável – Unicamp e suas formas de cooperação, complementaridade e recursos.

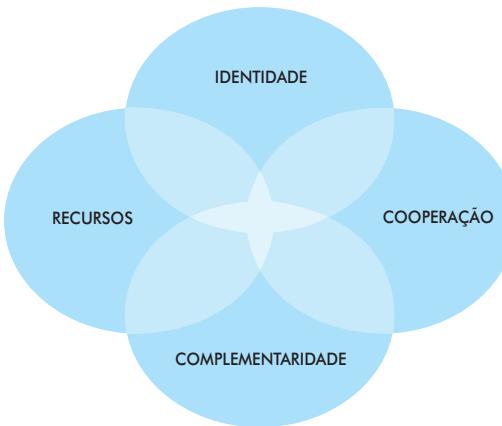


Figura 5.4 Elementos que integram a Metodologia da ação interdisciplinar (MAI).

Fonte: Elaborado a partir de LENOIR apud FAZENDA (1998); FAZENDA (1979); JAPIASSU (1976).

5.3 Apresentação dos Resultados

A partir do método proposto no presente trabalho, com a revisão da literatura, os eixos temáticos explorados como: alianças intersetoriais com suas hélices tripla, quádrupla ou quíntupla, e, também, políticas públicas e governança foi possível aprofundar conhecimento para fundamentar uma proposta de um modelo para o aperfeiçoamento da sustentabilidade energética em um campus universitário.

5.3.1 Contextualização do lócus

O lócus do estudo se deu no na Cidade Universitária Zeferino Vaz.

A Figura 5.5 transmite o panorama da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) localizada no Estado de São Paulo e possui três *campi*, sendo: a Cidade Universitária Zeferino Vaz, em Campinas; a Faculdade de Odontologia, em Piracicaba; a Faculdade de Ciências Aplicadas e a Faculdade de Tecnologia, em Limeira. A universidade é composta por 24 unidades de ensino e pesquisa, com um vasto complexo de saúde no campus de Campinas, além de 23 núcleos e centros

interdisciplinares, 2 colégios técnicos (COTIL e COTUCA) e uma série de unidades de apoio, num universo onde convivem cerca de 60 mil pessoas diariamente.



Figura 5.5 Campus Sustentável – Unicamp.

Fonte: Elaborada a partir dos slides dos Campus Sustentável para a UPA.

O Campus ora caracterizado Laboratório Vivo para o modelo de cidade inteligente e humana é o da Cidade Universitária Zeferino Vaz.

5.3.2 Resultados Obtidos: Caminho da Sustentabilidade no Campus

Após a revisão da literatura foi possível identificar ações do Campus como a identificação dos atores na linha do tempo. No que diz respeito ao atendimento dos desafios a Unicamp criou no final de 2015 o Grupo Gestor

Universidade Sustentável (GGUS) com o fim de planejar, desenvolver, viabilizar e gerenciar ações, projetos e programas institucionais que digam respeito à sustentabilidade socioambiental, tendo como fundamentos a melhoria contínua e o desempenho ambiental, econômico e social.

Por intermédio do GGUS, oficialmente operante a partir de sua primeira Reunião Ordinária 24/02/2016, a Unicamp busca se tornar referência em Sustentabilidade e servir de *benchmark* como um Laboratório Vivo para ações socioambientais.

A estrutura organizacional do GGUS é dividida em temas técnicos e administrativos e opera através de Câmaras Técnicas (Figura 5.6).



Figura 5.6 Movimento da Unicamp em direção à sustentabilidade.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

A Figura 5.6 realça a evolução das ações em direção à sustentabilidade do Campus com definição dos papéis dos atores sociais internos envolvidos.

Nesse contexto dos papéis que envolve os atores estão as Câmaras Técnicas, que são grupos de trabalhos formados por docentes e colaboradores com especialidade nos temas específicos, subdivididos em seis grandes áreas:

1. Recursos hídricos;
2. Fauna e flora;
3. Energia;
4. Campus inteligente;

5. Resíduos;
6. Educação ambiental.

A responsabilidade das Câmaras é:

- Elaborar os programas de gerenciamento e os procedimentos técnicos que compõem o Sistema de Gestão Universidade Sustentável, segundo a lei;
- Definir indicadores de sustentabilidade e suas metas institucionais;
- Analisar relatórios de desempenho de sustentabilidade das unidades e órgãos da Universidade;
- Emitir pareceres técnicos. Todas essas atribuições exigem infraestrutura para obtenção de dados, e meios diversos de ação sobre sistemas e interação com pessoas em cada aspecto da sustentabilidade.

Além disso, existe a Câmara Técnica de Gestão de Energia (CTGE) que está no foco da Chamada nº 001/2016 – ANEEL, pois é responsável máxima pela elaboração do programa de Gestão de Energia nos *campi* Zeferino Vaz, visando reduzir o consumo de energia através da elaboração de programas de gerenciamento e de procedimentos técnicos com participação dos Órgãos da estrutura gerencial e operacional da Unicamp, responsáveis pela operacionalização das ações deles decorrentes.

Baseada no fato de a Chamada nº 001/2016 – ANEEL permitir ações no lado da oferta (geração) e da demanda (eficiência e capacitação) o projeto Campus Sustentável – Unicamp como Laboratório Vivo foi formatado, para integrar, ao seu final, um amplo sistema de governança energética na Unicamp.

A Figura 5.7 permite observar o histórico da evolução, da estruturação, expansão, consolidação e eficiência das ações implementadas com a finalidade de atingir os resultados da proposta direcionada para a sustentabilidade do Campus como Laboratório Vivo para aplicações e vivências na cidade inteligente e humana, bem como a Figura 5.8 apresenta os atores envolvidos.



Figura 5.7 Evolução do processo de implantação do Campus Sustentável – Unicamp.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.



Figura 5.8 Atores envolvidos.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

Assim, as Figuras 5.7 e 5.8 se complementam deixando de forma clara e transparente as ações propostas e contempladas, bem como a divisão dos papéis entre os atores sociais envolvidos. Logo, é possível afirmar que

o planejamento da estrutura do projeto Campus Sustentável – Unicamp foi exitoso, principalmente, pelo engajamento de todos os envolvidos.

5.4 Considerações Finais

O presente estudo teve por objetivo maior responder ao questionamento se seria possível inserir em um órgão público, mais especificamente, em um campus universitário, o conceito da sustentabilidade e o aperfeiçoamento do sistema energético?

Dessa forma, empregando o método da revisão de literatura, foi possível responder o questionamento, ao conhecer, compreender e identificar que as ações projetadas, implantadas e implementadas se direcionam para o aperfeiçoamento do sistema energético do campus universitário, cumprindo o caminho da sustentabilidade.

Se as alianças intersetoriais no formato de hélice tripla, as quais envolvem estado, mercado e terceiro setor já se consagraram como um caminho a ser seguido nas questões econômicas, sociais e ambientais, se apresentam na atualidade com a necessidade de inovação passando a obter mais duas hélices, ou seja, quádrupla e a quíntupla com a inserção de novos modelos gerenciais e de parcerias os quais se traduzem mais especificamente em governança e universidades.

Sendo assim, é possível afirmar que a prática da governança dentro de um campus universitário é uma proposta assertiva e recomendável. Todavia, este estudo não se esgota com o presente trabalho sugerindo-se um maior aprofundamento por parte de estudiosos e interessados na temática.

Referências

CARAYANNIS, E; RAKHMATULIN, R. The Quadruple/Quintuple Innovation Helixes and Smart Specialization Strategies for Sustainable and Inclusive Growth in Europe and Beyond. *Journal of the Knowledge Economy*, 2014.

CARAYANNIS, E; CAMPBELL, D. F. J. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *Int. J. Technology Management*, v. 46, n. 3-4, 2009.

AHONEN, L.; HÄMÄLÄINEN, T. CLIQ: A Practical Approach to the Quadruple Helix and more open innovation. In: MACGREGOR S., CARLETON T. (Eds.). *Sustaining Innovation. Innovation, Technology, and Knowledge Management*. Springer, New York, NY, 2012.

FAZENDA, I. C. A. (Org.). *Didática e interdisciplinaridade*. Campinas, SP: Papirus, 1998.

FERREIRA, D. A. *Interdisciplinaridade e políticas públicas: experiência do Programa Goiás Solar*. São Paulo: PUC, 2018.

GARÓFALO, G. de L.; PINHO, T. F. de. *Políticas públicas: limites e possibilidades*. São Paulo: Atlas, 2011.

JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

Escritório de projetos especiais – Campus sustentável. Disponível em: <https://www.campus-sustentavel.unicamp.br>.

LODI, J. B. *Governança corporativa: o governo da empresa e o conselho de administração*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

MATOS, M. C. P. *Alianças intersetoriais: um estudo no município de Cubatão/SP*. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. São Paulo, 197 p. 2017.

PAGNONCELLI, D. *Cidades, capital social e planejamento estratégico: o caso Joinville*. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2004.

SECCHI, L. *Políticas públicas: conceitos, esquemas, casos práticos*. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.



SEÇÃO II

Projetos Estruturantes

Introdução

OCampus Sustentável – Unicamp, estruturado como Laboratório Vivo, integra estudos e aplicações que abordam problemas complexos relacionados às mudanças climáticas, crises hídricas e energias renováveis, com atenção ao processo da transição energética.

Nesse prisma, esta segunda seção delinea o processo histórico dos subprojetos estruturantes do Laboratório Vivo Campus Sustentável – Unicamp. Objetivamente, as iniciativas apresentadas a seguir se anoram na oferta e demanda de eletricidade, mais especificamente acerca da gestão por dados, geração de energia fotovoltaica, eficiência energética, em todos os seus níveis de aplicação, e capacitação. É uma articulação que prospecta também a ampliação desse Laboratório e do sistema de governança energética na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), como destaca a seção III.

Para iniciar esse processo de uma universidade energeticamente sustentável é necessário aprender a utilizar de forma correta e eficiente os recursos energéticos disponíveis e o seu uso final. Deste modo, iniciamos a Seção II com o Capítulo 6 que aborda o Centro de Operações e Monitoramento do Sistema Elétrico da Unicamp, sendo o responsável por introduzir e garantir a gestão do consumo, geração e eficiência energética na instituição com uso de dados e indicadores em tempo real.

O Capítulo 7 explica a comercialização de energia no mercado brasileiro e as principais mudanças ocorridas no setor de eletricidade, as quais impulsionam o modo de adquirir e utilizar esta energia. Esse gesto fez com que os autores remontassem a história da Unicamp como consumidora livre de energia e como a única Instituição Pública de Ensino no Mercado Livre de Energia Elétrica. Além disso, é um texto que propõe reflexões acerca dos efeitos da transição institucional no âmbito do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) para o Ambiente de Contratação Livre (ACL) e seu reflexo para a Universidade.

Ao permitir a análise do consumo de energia (Capítulo 6) e o seu modo de aquisição (Capítulo 7) é importante avançar na diversidade de possibilidades de geração de energia por fontes renováveis. É sobre

essa perspectiva que se debruça o Capítulo 8. Nele, são discutidas estratégias para a inserção de energia solar fotovoltaica, sua implantação e os impactos do seu primeiro ano na Unicamp.

Com o ciclo fechado de consumo, contratação e geração de energia (Capítulo 8), a Unicamp passa a pensar na melhor forma de utilizá-la em seus recursos finais. Por isso, o Capítulo 9 oferece subsídios dos trabalhos dos subprojetos de eficiência energética no âmbito do Programa de Eficiência Energética da ANEEL. Eles, além da implantação de sistemas fotovoltaicos, oportunizam a troca (*retrofits*) de equipamentos obsoletos por outros mais eficientes, otimizando o uso da eletricidade.

Além dos equipamentos e sua eficiência, emerge a necessidade de classificar os edifícios institucionais, pois eles influenciam diretamente na maneira e tipo de energia consumida em seu interior. É disso que trata o Capítulo 10, a análise de implantação de etiquetagem de edificações da Unicamp, através da metodologia adotada pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e pelo Procel Edifica. Este estudo de caso foi realizado em cinco tipologias de edificações, conforme o uso final, que são: duas faculdades; um restaurante universitário, o centro de saúde da comunidade da Unicamp; uma biblioteca; e o ginásio multidisciplinar da Unicamp, contemplando a quadra de esportes o centro de convenções.

Garantindo que os equipamentos são eficientes e que o seu ambiente está confortável para o melhor desempenho, surge o subprojeto GenIoT (Capítulo 11). Ele propõe o uso da tecnologia de Internet das Coisas (*Internet of Thing*) para indicar aos usuários as possibilidades de operação e manutenção dos ambientes internos da edificação de modo otimizado e em tempo real, criando um ecossistema contínuo de educação, eficiência e conforto.

Por fim, o Capítulo 12 articula os processos de capacitação de recursos humanos em sustentabilidade energética. Ele não apenas apresenta resultados quantitativos, o que de todo modo já seria satisfatório, mas também destaca estratégias e ferramentas de formação para agentes, professores, estudantes, profissionais e cidadãos não especializados nos temas de sustentabilidade, transição e eficiência energética.

6

Centro de Operações e Monitoramento do Sistema Elétrico da Unicamp

João Guilherme Ito Cypriano

João Luiz Jucá

Diana Estefanía Chérrez Barragán

Luiz Carlos Pereira da Silva

6.1 Situação Geradora

ACidade Universitária Zeferino Vaz da Universidade Estadual de Campinas funciona como uma cidade de aproximadamente 100 mil habitantes. Toda a sua infraestrutura é própria e com gestão técnico-administrativa interna. Assim, a instituição possui em sua estrutura organizacional uma prefeitura e suas divisões. Nesta conjuntura, surge a Divisão de Água e Energia (DAE) da instituição, sendo a responsável pela gestão de toda infraestrutura, manutenção, operação e contratação da energia elétrica que transita na Universidade (DIRETORIA DE ENERGIA, 2021). Entretanto, a DAE apresentava grande dificuldade no quesito medição e verificação para gestão do consumo de energia elétrica por unidade consumidora (faculdades, institutos, bibliotecas,

administrativo e outros), com modelo de faturamento apenas para unidades permissionárias (cantinas, xerox, restaurantes, livrarias e outros) através de leituras manuais ou estimativas. Esta ausência de medidores inteligentes dividindo o consumo de energia elétrica pelo campus representa um grande incentivador da ineficiência e uso irracional da eletricidade.

Assim, seguindo as diretrizes da alta administração da Universidade e da importância da sustentabilidade (GGUS, 2021) e eficiência energética, surgiu o subprojeto “Centro de Operações e Monitoramento do Sistema Elétrico da Unicamp”, também chamado de COS. Este se baseou na implantação de uma infraestrutura de *hardware* e *software* que permita a aplicação de ferramentas de análise e otimização de redes elétrica, visando ganhos de eficiência tanto pelo lado do consumo quanto pelo lado da operação, com planejamento e manutenção mais adequada da rede elétrica.

6.2 Justificativa

O subprojeto COS é o elo entre a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a gestão administrativa da instituição, nos temas de Sustentabilidade, Transição e Eficiência Energética (STEE). Isto é, funciona como suporte tecnológico e de estudos para aplicações reais de melhoria contínua, projetos e operações na Universidade, dentro do modelo de Laboratório Vivo.

Assim, para garantir a qualidade do serviço prestado pela DAE e possibilitar inovações nos modelos de gestão energética e STEe, o COS se baseia na medição do consumo de energia elétrica (*hardware*) e tratamento e visualização de dados em informação útil (*software*).

6.3 Objetivo Geral

O desenvolvimento e implantação da ferramenta COS:MOS (COS para Monitoramento, Operação e Simulação do Sistema Elétrico da Unicamp) foi o principal objetivo deste subprojeto. Bem como na instalação de

diversos modelos de medidores inteligentes e infraestrutura de comunicação de dados.

A aplicação de medição inteligente tem por objetivo levantar dados elétricos (consumo e demanda de energia elétrica e corrente e tensão elétrica) no lado de baixa tensão dos transformadores instalados na Cidade Universitária Zeferino Vaz para análise e ações de eficiência energética. Bem como, faturamento remoto das unidades permissionárias e gestão da geração de energia fotovoltaica (Seção II, Capítulo 2). Para a medição das unidades consumidoras (conjunto de transformadores) e permissionárias foram utilizados medidores inteligentes de faturamento. As medições das usinas fotovoltaicas e circuitos internos das edificações, para medição e verificação, foram utilizados medidores inteligentes de circuitos (Figura 6.1) desenvolvidos por *startup* contratada para esse fim.



Figura 6.1 Medidores inteligentes: 1. Faturamento. 2. Circuitos.

Fonte: Fornecida por Time Energy.

Os dados coletados foram transmitidos por três tipos de tecnologia: *Wi-fi*, RF-Mesh e LoRaWan (*Long Range Wan*). Para a rede *Wi-fi* foi implantado um canal exclusivo para soluções *IoT* na rede já existente no campus e sob controle e operação do Centro de Computação da Unicamp (CCUEC). As tecnologias RF-Mesh e LoRaWan foram implantadas por empresas *startups* para validação de funcionamento

da tecnologia, com conexão final à rede de comunicação interna do CCUEC, via cabo ethernet. Todas as aplicações foram configuradas para acessar portas exclusivas dentro da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) da Unicamp.

Por fim, estes dados são tratados e transformados em informação para apresentação e uso na plataforma COS:MOS (Figura 6.2). Esta foi desenvolvida e implantada por uma empresa *startup*. Suas aplicações se estendem desde a apresentação simples dos dados coletados até a formação de indicadores de gestão e, extrapolando, para simulações elétricas em tempo real, como análise de curto-circuito, fluxo de potência, simulação dinâmica e confiabilidade, através da integração da plataforma com o OpenDSS.



Figura 6.2 Tela de visualização de unidade consumidora na plataforma COS:MOS.

Notas: 1. Localização GPS. 2. Calendário de dados. 3. Índice de qualidade de dados. 4 . Consumo mensal de energia. 5. Curva de carga. 6. Seleção da visualização da curva de carga.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

6.3.1 Objetivo Específico

A implantação desta infraestrutura de medição e do COS:MOS na Unicamp, como apresentado no item anterior, garantem o objetivo

específico deste subprojeto que é o estabelecimento de um Laboratório Vivo para o desenvolvimento e testes de novas ferramentas de análise de redes, novos medidores inteligentes de energia, novas formas de diagnóstico de eficiência energética através de técnicas de desagregação, em oposição aos procedimentos de auditoria energética tradicionais, bem como na definição de indicadores de eficiência energética baseados nas medições em tempo real. Trata-se de iniciativa inovadora, que poderá dar novos rumos à pesquisa desenvolvida atualmente na Universidade na área de sistemas elétricos e na gestão de outras Instituições de Ensino Superior do país.

Este Laboratório Vivo se torna um grande gestor para programas de eficiência energética, programas de manutenção preventiva, transição energética, sugestões de políticas públicas, sustentabilidade energética e modelo de Campus Sustentável para a América Latina e o Caribe.

6.4 Mapeamento dos Atores e Governança do Projeto

A escala de implantação do COS na Unicamp foi tão grande quanto às suas possibilidades de aplicação. Dito isso, devido às necessidades de integração entre *software*, *hardware*, empresas e Universidade. Isto ocorre pelo produto criado por este subprojeto não ser de “prateleira”, ou melhor, comercializado por uma empresa com solução completa. Sendo assim, foi necessária a contratação interdisciplinar de áreas e soluções para que no final o COS seja funcional e represente os objetivos do projeto.

A governança da implantação do COS se deu através da interlocução entre os executores do projeto, as divisões DAE e CCUEC da Unicamp, bem como das unidades consumidoras internas, além de quatro empresas *startups*: duas de *hardware*, uma de instalação e atuação em campo e outra de *software*. Para isso foi necessária a construção do mapa dos atores, conforme Figura 6.3.

Os atores foram subdivididos em três categorias: indiretos, com menor envolvimento na situação; diretos, com maior envolvimento

na solução; e público-alvo, que são os principais atores afetados pela aplicação. O público-alvo é definido pelo próprio Centro de Operações e as pessoas que irão operá-lo ou utilizá-lo para realizar as tarefas de gestão e pesquisa. Os atores diretos são compostos por quatro entidades, sendo três da instituição (DAE, CCUEC e Unidades) e a empresa de implantação da plataforma COS:MOS, operando próximo da necessidade real da aplicação para o Centro. Por fim, os atores indiretos são compostos por três empresas, que são as que entregam os equipamentos para instalação e a que realiza esta atividade.

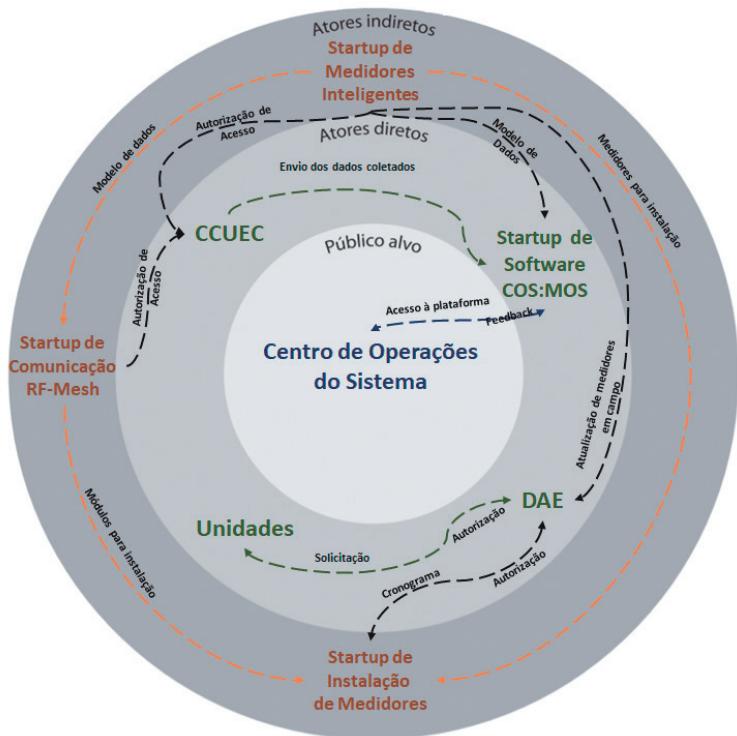


Figura 6.3 Mapeamento dos atores.

Fonte: MINAS GERAIS (2018).

6.5 Recursos Financeiros Envolvidos

Os recursos financeiros foram divididos nas categorias de *hardware* e *software*, implantação do Centro de Operações e custos de mão-de-obra para implantação e instalação dos medidores.

Os valores totais somam:

- 351 pontos de medição:
 - Custo estimado: R\$ 5.500,00 por ponto de medição.
 - Incluso: adaptação de medidor (medição direta ou indireta), medidores, sistema de comunicação (*Wi-fi*, LoRaWan ou RF-Mesh), caixa à prova d'água, transformadores de corrente e bobinas rogowski.
 - Modelos:

■ Medidores diretos:	61
■ Medidores indiretos com transformador de corrente:	182
■ Medidores indiretos com bobinas rogowski:	76
■ Medidores da rede de média tensão (alimentadores):	05
■ Medidores AC das plantas de geração fotovoltaica:	23
■ Medidores DC para geração fotovoltaica:	04
■ Medidores de circuito:	09
 - Serviços em campo:
 - Custo estimado: 25% do custo de *hardware* (medidores)
 - Incluso: instalação dos diversos modelos de medidores, suporte e instalação das antenas RF-Mesh, suporte na atualização de *firmware* dos medidores, manutenção de medidores, infraestrutura subterrânea e aérea para medição em transformadores e levantamento em campo de localização GPS dos pontos de medição.
 - Plataforma COS:MOS
 - Custo estimado: 20% do custo de *hardware* (medidores)

- Incluso: banco de dados, tratamento de dados, plataforma de visualização de dados e indicadores, visualização georreferenciada dos ativos do sistema elétrico da Unicamp e interface de simulação com o OpenDSS.
- Centro de operações (Figura 6.4):
 - Custo estimado: 20% do custo de *hardware* (medidores)
 - Incluso: *videowall* de 8 telas profissionais de 55 polegadas, sistema gerenciamento de telas com quatro monitores de indicadores exclusivos para outras áreas do campus, mobiliário e computadores.



Figura 6.4 Centro de Operações do Sistema Elétrico da Unicamp.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

6.6 Resultados Esperados

- Impactos Tecnológicos
 - Aplicação de ferramenta única e exclusiva para gestão de energia em Instituições de Ensino Superior;
 - Ferramenta de gestão integrada a ferramenta de simulação de redes elétricas.

- Impactos Socioambientais:
 - Redução do consumo de energia elétrica através do consumo consciente e da gestão de energia;
 - Redução de emissões de gases de efeito estufa;
 - Eficiência atrelada ao conforto;
 - Garantir a sustentabilidade nas ações da Universidade;
 - Modelo de Instituição sustentável para América Latina e o Caribe.
- Impactos Econômicos e Financeiros:
 - Redução das perdas técnicas na rede elétrica da Unicamp;
 - Eficiência na operação, planejamento e manutenção do sistema elétrico;
 - Ganho financeiro através da implantação de projetos de eficiência energética;
 - Melhoria na gestão da contratação e nos contratos de energia elétrica do mercado livre.

6.7 Abrangência

Este subprojeto tem a capacidade de se tornar uma vitrine de aplicações de tecnologias e soluções associadas à sustentabilidade, energias renováveis, mobilidade elétrica, redes inteligentes e cidades inteligentes. Portanto, a sua abrangência de aplicação atinge pelo menos todos os *campi* das grandes Universidades Brasileiras, instituições e órgãos públicos em geral e todas as cidades pequenas e médias na faixa de 60 mil habitantes.

Além de mostrar para outras Universidades o potencial de eficiência energética obtido a partir do monitoramento e gestão do consumo, este subprojeto resulta em aplicações para todo o setor elétrico. Este marco aumenta o potencial de aplicação das pesquisas desenvolvidas em ambiente totalmente acadêmico, agora como um Laboratório Vivo, através da possibilidade de teste das ferramentas e soluções em

ambiente real. Portanto, trata-se de uma oportunidade de aproximação entre a academia e o setor elétrico, trazendo benefícios inclusive para a sociedade.

6.8 Considerações Finais

O COS se alinha como centralizador da manutenção e continuidade das aplicações dos subprojetos do Campus Sustentável, após a finalização do projeto, e das soluções futuras que venham a ser implantadas. Isto é, permite a solidificação da infraestrutura de comunicação, base de dados e visualização de dados, permitindo funcionar como um escritório de projetos (Seção IV, Capítulo 1) para a transição energética dentro do modelo de Laboratório Vivo.

Referências

DIRETORIA DE ENERGIA. *Relatório de Gestão 2017 a 2021*. Prefeitura Universitária, 2021. Disponível em: <https://www.prefeitura.unicamp.br/wp-content/uploads/2021/09/Relatorio-de-Gestao-2017-2021-Diretoria-de-Energia.pdf>. Acessado em: 20 nov. 2021.

GGUS – GRUPO GESTOR UNIVERSIDADE SUSTENTÁVEL. *Institucional*. Diretoria Executiva de Planejamento Integrado, 2021. Disponível em: http://www.ggus.depi.unicamp.br/?page_id=83. Acessado em: 20 nov. 2021.

MINAS GERAIS. *Guia para inovação na gestão pública*. In: Coletânea de Inovação e Modernização na Gestão Pública. Elaborado pela Superintendência Central de Inovação e Modernização Institucional. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2018.

7

Contratação de Energia e Demanda nos Ambientes Livre e Regulado na Unicamp

Moacyr Trindade de Oliveira Andrade

Lia Farias Pinto

Leandro José Cesini Silva

Sérgio Valdir Bajay

Vicente José Costa Vale

João Luiz Jucá

Paulo Sérgio Franco Barbosa

Sérgio Alves dos Santos

Rafael Plaza Carillo

Neste capítulo, pretende-se abordar brevemente a história do mercado de energia elétrica no país desde seu início até os dias de hoje. Em seguida, se relata a trajetória da Unicamp como primeiro órgão público do país a migrar para o Mercado Livre.

7.1 Introdução

Pode-se dividir a história da eletricidade no Brasil em cinco períodos: antes de 1939, quando foi criado o Conselho de Águas e Energia; de 1939 a 1960, quando houve a constituição de empresas públicas independentes de geração, transmissão e distribuição; de 1960 a início

dos anos 1990, com a estatização de empresas de energia elétrica e a predominância estatal sobre a geração, transmissão e distribuição; de 1995 a 2004, com a privatização de empresas estatais e liberalização do mercado de geração e comercialização; e, por fim, de 2004 até a atualidade, com o estabelecimento de dois mercados atacadistas de energia elétrica: o Mercado Regulado e o Mercado Livre. A seguir, são apresentadas as principais características dos mercados de energia elétrica durante esses períodos.

7.1.1 Final do Século XIX até 1939

O serviço de energia elétrica no país teve início no final do século XIX, acompanhando a iniciativa de empresas e municipalidades nos Estados Unidos e em países europeus.

As concessões de energia elétrica nesta época eram municipais. As usinas tinham geradores de pequeno porte e se destinavam a suprimentos particulares e a redes de distribuição restritas, geralmente para suprimento de unidades residências de proprietários e servidores, frequentemente concentrados na área de influência de empreendimentos de mineração.

Diversas empresas com atuação internacional se estabeleceram na América Latina, Ásia e outros continentes, atraídas pelo interesse na expansão do mercado e para fugir das imposições do Estado em seus países de origem, com a introdução do controle dos denominados serviços de utilidade pública.

Na década de 1890, várias cidades passaram a contar com serviços públicos de energia elétrica, englobando os serviços de luz, tração e força.

Um marco na história da energia elétrica no Brasil foi em 1899, ano em que a São Paulo Railway Light and Power Co. Ltda obteve autorização de funcionamento no país, com uma concessão de 90 anos.

A partir da promulgação do Código das Águas, em 1923, passou a existir a regulamentação do aproveitamento industrial das águas, envolvendo o regime de concessão e a fixação das tarifas.

O aumento da importância do mercado consumidor brasileiro passou a atrair o interesse de um novo grupo, a American Foreign Power Co. (AMFORP). Em 1924, a AMFORP já estava instalada no país, tendo se voltado, inicialmente, para o interior paulista (zona cafeeira), utilizando a estratégia de agrupar pequenas concessionárias municipais. Com o passar do tempo, foi dominando o mercado de diversas capitais e grandes cidades do país.

O País passou, portanto, nesta época, a ter suas concessões dos serviços de energia elétrica exercidas por agentes privados.

7.1.2 Período de 1939 a 1960

Em 1939 foi criado um órgão público encarregado de executar a política do governo federal nessa área: o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica.

A partir dos anos 1950 o país passou a constituir empresas públicas independentes de geração, transmissão e distribuição, tais como: a Cemig, no Estado de Minas Gerais, em 1952; a Copel, no Estado do Paraná, em 1953; a Chesf, uma empresa do governo federal criada para operar na região Nordeste, em 1954; e Furnas, outra empresa do governo federal criada para atuar na região Sudeste, em 1957.

7.1.3 Período de 1960 até Meados dos Anos 1990

Em 1960 o governo federal criou o Ministério de Minas e Energia e, em 1962, implantou a Eletrobras, que se tornou responsável pela coordenação do planejamento e operação das empresas de geração e transmissão no país, além de controlar, como *holding*, as empresas do governo federal no setor elétrico. A Eletrobras iniciou a integração dos sistemas de transmissão no país, processo esse que desembocou, ao longo das décadas seguintes, no que hoje se denomina Sistema Interligado Nacional (SIN).

A partir de então, o País iniciou um processo de estatização de concessionárias de energia elétrica, que se consolidou, em 1978, com a estatização da Light.

A partir dessa época, qualquer consumidor, residencial, comercial ou industrial, situado dentro de uma área de concessão, somente poderia ser suprido pela empresa detentora da concessão, estando também sujeito à tarifa concedida para a empresa pelo órgão responsável do Estado. Esta característica de ser somente atendido pela empresa da área de concessão se mantém até hoje para os consumidores cativos, conforme discutido mais adiante. Vale ressaltar que, a partir de 1968, o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE) se tornou responsável pela supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade, além de outras atribuições relacionadas à hidrologia.

7.1.4 Período de 1995 até 2004

Nos anos 1990, seguindo a tendência em desenvolvimento na Europa, principalmente no Reino Unido, o Brasil, assim como outros países das Américas do Sul e Central, iniciou processos de privatização de empresas estatais, de uma forma geral, inclusive de concessionárias de energia elétrica.

Para reestruturar o Setor Elétrico Brasileiro com base em empresas privadas, foi constituído um grupo de trabalho envolvendo personalidades e acadêmicos envolvidos com o setor, além de ter sido contratada uma empresa de consultoria com experiência no processo implantado no Reino Unido.

Como resultados do trabalho de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro foram criadas(os):

- A Agência Nacional de Energia Elétrica (**ANEEL**), que iniciou suas atividades em 1997 com as seguintes atribuições, entre outras: (i) regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; (ii) fiscalizar as concessões, as permissões e os serviços de energia elétrica; (iii) estabelecer tarifas; e (iv) dirimir divergências, na esfera administrativa, entre os agentes e entre estes e os consumidores.
- O Operador Nacional do Sistema Elétrico (**ONS**), que é órgão responsável pela coordenação e controle da operação das

instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (**SIN**), e pelo planejamento da operação dos sistemas isolados do país, sob a fiscalização e regulação da ANEEL.

- A Empresa de Pesquisa Energética (**EPE**), que tem o papel de gerar subsídios às entidades governamentais e agentes setoriais para definição de políticas e ações necessárias à garantia do suprimento de energia, de forma módica e ambientalmente sustentável, necessária ao desenvolvimento econômico e social do país.
- A Administradora de Serviços do Mercado Atacadista de Energia (**ASMAE**), criada em 1999. O Mercado Atacadista de Energia (**MAE**) substituiu a **ASMAE** em 2000.

Em 07/07/1995 foi promulgada a Lei nº 9.074, que, em seu art. 15, definiu as condições de acesso ao Mercado Livre:

- Respeitados os contratos de fornecimento vigentes, a prorrogação das atuais e as novas concessões serão feitas sem exclusividade de fornecimento de energia elétrica a consumidores com carga igual ou maior que 10.000 kW, atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV, que podem optar por contratar seu fornecimento, no todo ou em parte, com produtor independente de energia elétrica.

Efetivamente a comercialização de energia elétrica diretamente com produtores independentes começou a sair do papel quando a ANEEL, em 1999, determinou que o mercado fosse autorregulado, ou seja, os agentes discutiriam e aprovariam as suas normas de funcionamento. A ASMAE foi instalada, nesse regime, em 10 de fevereiro daquele ano. Em novembro foram firmados os dois primeiros contratos com consumidores livres no país, envolvendo as empresas Carbocloro e Volkswagen.

O regime de autorregulação do mercado atacadista de energia elétrica, entretanto, não trouxe resultados positivos. Após uma grave inadimplência no MAE, o mesmo passou a ser regulado pela ANEEL, regime que perdura até hoje.

7.1.5 Período de 2004 até os dias atuais

Desde 2004, quando o MAE foi substituído pela CCEE, se tem dois ambientes de contratação de energia elétrica no atacado: o Ambiente de Contratação Regulada (**ACR**) e o Ambiente de Contratação Livre (**ACL**).

O Ambiente de Contratação Regulada (ACR) é destinado às empresas distribuidoras, que devem adquirir a energia elétrica necessária ao suprimento de seus consumidores cativos, através de leilões centralizados pelo governo federal (MME, ANEEL, CCEE), onde há oferta por parte das empresas geradoras. As distribuidoras devem adquirir energia dos fornecedores até completarem suas previsões de mercado para os próximos 5 anos, que podem ser ajustados ano a ano em função das variações normais do mercado.

No Ambiente de Contratação Livre (ACL), os vendedores (geradores, autoprodutores e comercializadores) e os compradores (consumidores que se enquadram nas condições definidas pela regulação) negociam livremente as condições de preço e prazo de seus contratos. Atualmente, os consumidores autorizados pela legislação para atuar no ACL são aqueles que apresentam demanda igual ou superior a 1,5 MW e são atendidos em qualquer nível de tensão. Caso migrem para o Mercado Livre, serão denominados **Consumidores Livres**. A Portaria MME nº 465/2019 reduzirá progressivamente o limite para se tornar Consumidor Livre: a partir de janeiro de 2022 o limite será de 1.000 kW, e a partir de janeiro de 2023 será de 500 kW.

Há, ainda, outra categoria de consumidores, com demanda entre 500 e 1.500 kW, que só podem adquirir energia elétrica de fontes incentivadas (eólicas, solar ou biomassa) ou de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs). Estes, caso migrem ao ACL, serão caracterizados como **Consumidores Especiais**. O Consumidor Especial pode atingir o montante necessário de demanda individualmente, ou através de conjunto de unidades unidas por comunhão de fato (áreas contíguas) ou de direito (mesmo CNPJ).

Tanto o Consumidor Livre como o Consumidor Especial e os vendedores devem ter seus contratos registrados na CCEE e devem

cumprir os Procedimentos de Comercialização deste órgão, sujeitos a penalidades para os desvios de contrato e inadimplência. Estes procedimentos são aprovados pela ANEEL.

O suprimento de energia elétrica de qualquer consumidor livre ou especial pode ser feito por qualquer gerador, desde que ambos estejam conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN), que cobre todas as regiões do país (ainda há alguns pequenos sistemas elétricos isolados, sobretudo na Região Norte).

Com a privatização da maioria das concessionárias de energia elétrica do país e o crescimento do mercado livre de energia, o Estado está abrindo mão de sua atuação como controlador de empresas estatais, passando à condição de regulador e fiscalizador dos serviços de energia elétrica. Desde a segunda metade dos anos 1990, o Estado brasileiro promove a competição na geração e na comercialização de energia e mantém regulados os sistemas de transmissão e distribuição, garantindo livre acesso aos mesmos segundo a legislação e regulação em vigor.

O consumidor que satisfaz as condições para participar do ACL pode adquirir sua energia no mercado livre de forma integral ou parcial, ou seja, parte da energia requerida pode permanecer no mercado cativo e outra parte no mercado livre. Esta condição pode implicar que este consumidor tenha que se submeter ao PLD – Preço de Liquidação das Diferenças.

O **PLD** tem por base o Custo Marginal de Operação do SIN e era determinado semanalmente até 2020, por patamar de carga (Leve, Média e Pesada) e por submercado (Sudeste/ Centro-Oeste, Nordeste e Norte), com limitação de preço máximo e mínimo. A partir de janeiro de 2021, a sua apuração passou a ser horária. A configuração dos submercados elétricos difere, às vezes, da classificação geográfica; por exemplo, o estado do Acre pertence ao submercado Sudeste/Centro Oeste, apesar de se localizar na região Norte.

O consumidor que opera no mercado livre possui os seguintes tipos de contratos: Contrato de Energia com seu(s) fornecedor(es) (geradores ou comercializadores); Contrato de Uso do Sistema de Transmissão ou Distribuição, ao qual o mesmo está conectado; e um Contrato de Demanda.

O consumo de energia elétrica no país em 2019 atingiu 651,3 TWh. Em setembro de 2020 o número de consumidores livres foi de 8.247, representando um crescimento de 22% nos últimos 12 meses. Atualmente o mercado livre representa cerca de 30% de toda a energia elétrica consumida no país.

Diversas mudanças nas atuais regras de comercialização de energia elétrica têm sido analisadas pelo governo federal nos últimos quatro anos. Duas delas impactam fortemente o mercado livre: (i) a ampliação gradual deste mercado visando, no médio prazo, permitir o acesso a ele por qualquer consumidor, independentemente de sua demanda; e (ii) efetuar a separação contratual de energia e lastro, com este último componente sendo contratado de forma centralizada através de leilões, e custeado por todos os consumidores do SIN, inclusive os do mercado livre. A implantação destas e de outras mudanças dependerá de sua aprovação no Congresso Nacional.

7.2 O Consumidor Livre Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

A história da Unicamp como consumidora livre começou em meados de 1998, através de estudos sobre a possível implantação de uma subestação própria, de 138/13,8 kV. Estes estudos foram motivados pelas potenciais reduções no custo do suprimento e por limites impostos pela concessionária local ao suprimento pela subestação Barão Geraldo, que, além da Universidade, atendia bairros locais.

Em função do exposto, a administração da Universidade entendeu que poderia haver vantagem econômica em implantar uma subestação própria e, consequentemente, atender as exigências para alterar o nível de tensão de suprimento de 13,8 kV (grupo tarifário **A4**) para 138 kV (grupo tarifário **A2**), o que, na época, permitiria uma redução tarifária de 44%, considerando os atuais valores de tarifa da concessionária local. A subestação própria foi inicialmente orçada em R\$ 4 milhões.

Tendo em vista a localização da Subestação Barão Geraldo em uma área contígua à Unicamp, a Resolução ANEEL nº 456/00 permitia a possibilidade de compartilhamento da subestação, solução esta que foi adotada. O arranjo acordado entre as partes envolveu a utilização de dois transformadores (138/13,8 kV e 25 MVA) na subestação, sendo um exclusivo para a Universidade e o outro para o suprimento local. A Universidade se responsabilizou pelo custeio de seu transformador, a ser operado pela concessionária, o que reduziu o custo da solução para cerca de R\$ 1.000.000,00, pago em seis parcelas, praticamente cobertas pela redução do custo (em torno de 25%) da energia elétrica adquirida.

Como uma vantagem adicional à Universidade, a mesma não precisou montar uma equipe para fazer a manutenção e a operação de uma subestação própria.

Desta forma se encerrou a primeira etapa de redução do custo de suprimento de energia elétrica à Universidade. Restava a avaliação da migração para o Mercado Livre, condição esta ainda muito temerosa, tendo em vista seu caráter inusitado na época, agravado por ocorrência vivenciada por um dos primeiros consumidores livres que, durante o racionamento de 2001, teve findo o seu contrato, sem ter sido negociado outro, possivelmente por achar que poderia haver uma renovação automática, como era, e ainda é, a prática para os contratos de consumidores cativos, e ficou exposto ao PLD, que, na época, rondava em torno de R\$ 600,00/MWh, valor este cravado como limite superior do PLD pela ANEEL.

Para garantir segurança no fornecimento e previsibilidade de preço, visto a grande incerteza e insegurança da universidade com esta nova opção de compra de energia elétrica, a Unicamp tornou-se, em 2002, o primeiro órgão público a migrar para o Mercado Livre, com um contrato de 5 anos e preços da energia fixados ano a ano durante este período. Esta migração garantiu uma nova redução nos custos de suprimento de energia elétrica, além da já obtida com a instalação da nova subestação.

O primeiro ano de contrato se mostrou favorável em relação ao PLD vigente, porém o segundo e o terceiro ano foram inadequados,

em relação aos valores médios praticados pelo mercado de energia, voltando a ficar atrativo no quarto e quinto ano da vigência. Isto levou a Universidade a reformular suas expectativas contratuais, tema analisado na próxima seção. O efeito líquido, no entanto, no período de 5 anos do contrato, da migração para o mercado livre se mostrou bastante vantajoso.

Nos contratos posteriores (2007-2009; 2010-2013; 2014-2017; e 2018-2021), os mecanismos de aquisição dos montantes de energia elétrica foram sendo aprimorados, buscando adequações entre o que a legislação do setor público permite e as características dos contratos comerciais do setor elétrico.

Os valores da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) são os mesmos para todos os consumidores, cativos e livres, em uma determinada área de concessão. A TUSD para os consumidores do grupo tarifário A2, no qual a Unicamp está enquadrada, tem os componentes TUSD-fio, em R\$/kW, diferenciado entre os períodos de ponta e o de fora da ponta, e a TUSD Encargos, em R\$/MWh, que não é diferenciada.

Em 2020, os valores da TUSD-fio da concessionária distribuidora que atende a Unicamp foram de R\$ 12,91/kW e de R\$ 6,51/kW nos períodos de ponta e de fora da ponta, respectivamente; o valor da TUSD Encargos foi de R\$ 62,15/MWh.

A um consumidor cativo no grupo tarifário A2 se aplica a denominada tarifa azul, cujos componentes de demanda e de energia são diferentes nos períodos de ponta e fora da ponta. Além disso, o componente de energia varia com a condição operativa do SIN, que é designada pelo código de cores – verde, amarelo ou vermelho. As migrações do verde para o amarelo e deste para o vermelho sinalizam, no componente de energia da tarifa, o despacho de usinas termelétricas de custo operacional mais elevado, motivado por escassez de chuvas e baixo nível de armazenamento da geração hidrelétrica, ainda dominante no parque gerador brasileiro. A componente de demanda da tarifa é a TUSD-fio, enquanto a TUSD Encargos é adicionada à componente de energia.

A Tabela 7.1 apresenta os componentes da tarifa azul em 2020 da empresa concessionária que supre a Unicamp.

Tabela 7.1 Componentes da tarifa azul em 2020

TUSD-fio (R\$/kW)		TUSD Encargos (R\$/ MWh)	Tarifa de Energia – Ponta (R\$/MWh)			Tarifa de Energia - Fora da Ponta (R\$/MWh)		
Ponta	Fora Ponta	62,15	Verde	Amarela	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha
12,91	6,51		443,4	456,83	505,83	266,58	280,01	329,01

No mercado livre usualmente se negocia um valor único da energia adquirida, a ser aplicado tanto para o período da ponta como para o período fora da ponta e este valor não se altera em função das condições operativas do SIN. É o tipo de contrato que a Unicamp adota.

A Unicamp em 2020 contratou energia para o campus de Barão Geraldo pelo valor de R\$ 188,00/MWh, caracterizando uma redução de 29,5% em relação ao mercado cativo para a condição de fora de ponta e de 57,6% em relação ao período de ponta, ambos os casos para a condição do sistema operando sob bandeira verde.

7.3 O Contrato de Aquisição de Energia no Mercado Livre e o Regramento do Setor Público

Conforme mencionado na seção anterior, o primeiro contrato de aquisição de energia elétrica do mercado livre foi firmado em 2002 pelo período de cinco anos e praticamente seguiu as características de aquisição pela Universidade nos termos do mercado cativo, ou seja, com dispensa de licitação, conforme previsto no art. 24, inciso 22 da Lei nº 8.666/1993.

A partir de 2015, o entendimento da lei mudou e passou-se a fazer pregões na Bolsa Eletrônica de Compras do Estado de São Paulo (BEC-SP).

O preço da energia elétrica apresenta grande volatilidade e depende das condições operativas do sistema elétrico, as quais estão diretamente relacionadas com a oferta de energia no mercado e com a

composição do parque gerador. No caso brasileiro, este preço depende fortemente das condições climáticas, haja visto que as usinas hidroelétricas representam cerca de 70% do parque gerador. Assim, o Preço de Liquidação as Diferenças (PLD) reflete a disponibilidade de acumulação nos reservatórios dessas usinas.

Os contratos de compra de energia elétrica no mercado livre são firmados entre os compradores e vendedores, que devem firmar os valores anuais e um índice de correção, como IPCA ou IGP-M, por exemplo.

A Unicamp adquire, no Mercado Livre, “Energia de Fonte Convencional a ser entregue no Centro de Gravidade do Submercado Sudeste”.

As empresas que têm interesse em contratar com a Unicamp devem estar cientes das leis federais, como a Lei nº 8.666, e leis do Estado de São Paulo que afetam este tipo de transação, pois a elas estão submetidas.

A Lei nº 8.666 exige que a administração pública garanta isonomia a todos os participantes, ou seja, não se pode restringir a competição e nem realizar tratamento diferenciado entre as empresas. O art. 8º impõe que os recursos sejam sempre programados, enquanto o artigo 15, por sua vez, pede que “sempre que possível” seja feita uma ampla pesquisa de mercado. Esta ampla pesquisa de mercado estabelece o valor do Preço de Referência.

Todos estes artigos são importantes para proteger o bem público, porém são obstáculos que exigem da administração pública grande capacidade de organização e gestão, pois os preços no Mercado Livre estão sempre variando. Caso a cotação de preços mude significativamente do momento da programação de recursos para o momento do pregão, os recursos destinados a esta compra podem não ser suficientes para cobrir esta variação de preço. Soma-se a isso outro pormenor importante: o melhor período para se realizar o pregão de aquisição da energia elétrica é o período úmido da Região Sudeste, que se estende de novembro a abril do ano seguinte, quando, em geral, se tem menores valores tanto para o PLD como para os preços da energia para contratos de médio e longo prazo. Nem sempre, porém, se conseguiu realizar os pregões neste período, em virtude da grande volatilidade do preço de

energia elétrica praticado pelo mercado e das diversas fases do processo de aquisição de energia elétrica dentro da própria Universidade.

A solução encontrada pela Unicamp para garantir melhores condições de trâmite interno para a realização dos pregões é adquirir energia antecipadamente, ou seja, se está realizando “hoje” um pregão para dois anos futuros (2022-2023). Através desta estratégia, garante-se um preço mais estável em relação às flutuações de mercado, já que o preço de longo prazo tende a ser mais estável e mais baixo.

Como Cliente Livre o consumidor passa obrigatoricamente a ser um Agente junto a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), se responsabilizando, dentre outras ações, pelo monitoramento dos cenários do setor elétrico, liquidação financeira, registro, e acompanhamento da evolução do contrato firmado, evitando que haja descompasso entre os valores mensais de energia elétrica contratados e os montantes de energia registrados junto à CCEE, o que poderia gerar penalidades pela incompatibilidade identificada.

No caso da Universidade, optou-se por se escolher um representante junto à CCEE, através de um contrato de prestação de serviço, evitando que fosse necessária a implantação de estrutura e equipe interna para tanto. Até o presente, tal representação tem atendido a contento o desempenho dos contratos.

A experiência vivenciada no primeiro contrato, face ao cenário energético da época, atendeu, naquele momento, as expectativas da Universidade, inclusive com redução de custos no primeiro ano de contrato. Entretanto, identificou-se, ao longo dos anos seguintes, a necessidade de redução, nos contratos subsequentes, do período contratual de cinco anos para três anos.

Outra particularidade do contrato da Universidade está associada à grande variação do consumo mensal, decorrente de: (i) período letivo; (ii) condições climáticas, uma vez que 40% do consumo mensal está associado a utilização de ar-condicionado; (iii) autonomia de docentes e discentes em introduzir equipamentos para pesquisa, geralmente em laboratórios, obtidos pela realização de convênios e projetos firmados com instituições e empresas do país.

Para prover maior segurança na utilização da energia elétrica a ser consumida mensalmente, em função do perfil de consumo (período letivo, férias e outros), se inclui nos contratos valores máximos e mínimos de variação do consumo mensal previsto. Esta variação é de 10% a maior e de 15% a menor. Esta flexibilidade traz segurança para a universidade, já que eventuais variações são esperadas.

Atualmente a Unicamp está implantando um Programa de Gestão Energética, que envolve a instalação de medidores de energia elétrica em todas as unidades da Universidade. Isto está ocorrendo através de uma parceria com a concessionária distribuidora local, decorrente da obrigação regulatória das empresas distribuidoras do setor elétrico em investir tanto em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como em projetos de Eficiência Energética.

Outra forma de lidar com o risco no consumo tem sido a sobrecontratação de energia visando trazer segurança, já que a exposição ao Mercado de Curto Prazo é algo extremamente problemático para o Setor Público. Estar exposto ao Mercado de Curto Prazo significa pagar um preço de energia valorado ao PLD e significa ter que destinar os recursos para isto de maneira ágil e rápida, velocidade que pode ser incompatível com a velocidade dos processos no Setor Público.

Há ainda o Tribunal de Contas da União que pode avaliar a exposição ao Mercado de Curto Prazo como uma má administração da Universidade, trazendo complicações para a mesma.

A sobrecontratação foi uma maneira encontrada pela Universidade para gerir estes riscos. Nos contratos realizados nestes 19 anos como consumidor livre, esta sobrecontratação tem gerado um valor médio de sobras de energia elétrica mensal, de forma mais agravada atualmente em função da pandemia em curso. Através de uma parceria entre a Unicamp e uma empresa de consultoria, espera-se que estudos de gestão de risco auxiliem a universidade a gerir estas incertezas.

Pela regulação da CCEE, os montantes de sobras registrados são acumulados em uma conta à parte de cada agente, devendo ser restituídos pelo valor do PLD na data de sua efetivação, geralmente a cada dois meses. Porém, de fato, tais valores são registrados na conta de

cada agente, mas têm sido utilizados para o fechamento dos ciclos mensais de totalização do CCEE, provendo cobertura dos casos de inadimplência verificados a cada ciclo; os montantes registrados sofrem os reajustes legais previstos até a efetiva devolução aos agentes credores. Buscando prover melhor adequação das sobras identificadas, a Universidade estuda alternativas de comercialização das mesmas, de forma a não ficar dependente das decisões da CCEE e de garantir a disponibilidade de recursos de forma efetiva e rápida.

Um outro problema encontrado, analisando-se os pregões, tem sido o baixo número de comercializadoras participantes; alguns pregões contaram com apenas uma comercializadora. Esta situação é preocupante, porque o baixo número significa baixa competitividade pelo contrato e, consequentemente, menor possibilidade de preços menores, além de maior possibilidade de fracasso no pregão. Estudos estão sendo desenvolvidos pelo Escritório do Projeto Campus Sustentável – Unicamp visando entender melhor a relação entre comercializadores e entidades do setor público.

Uma das hipóteses para o baixo interesse de comercializadoras está relacionada com a ausência de garantias financeiras típicas do mercado, como carta de fiança, seguro garantia, entre outros. A contratação de um destes tipos de seguro pode ser um entrave para a administração pública, porque, além de onerar o erário, ainda adiciona mais um processo de licitação que deverá ser gerido pelos servidores, aumentando a complexidade de gestão do processo de contratação. A solução encontrada pela Universidade tem sido o pagamento dos contratos alguns dias antes do dia do registro do contrato, trazendo segurança para a comercializadora. Vale ressaltar que, nestes 18 anos de mercado livre, a Unicamp tem mantido um histórico impecável de pagamentos.

Outrossim, a Universidade está estudando a migração das suas unidades fora do campus de Campinas para o mercado livre como consumidores especiais, neste momento, e gradativamente como clientes livres quando da evolução da regulação que trata da participação neste mercado, prevista para os próximos anos.

7.4 Resultados da Aquisição de Energia Elétrica no Mercado Livre

As análises apresentadas ao longo dessa seção referem-se ao período entre os anos de 2015 e 2020. Como visto na seção anterior, a Unicamp utiliza a sobrecontratação como forma de proteção à exposição ao mercado de curto prazo. Assim, em todos os meses existe um excedente de energia elétrica que é liquidado na CCEE. Na Figura 7.1 é possível verificar, em MWm, os montantes dos excedentes, além dos montantes consumidos e faturados em cada ano do período de análise.

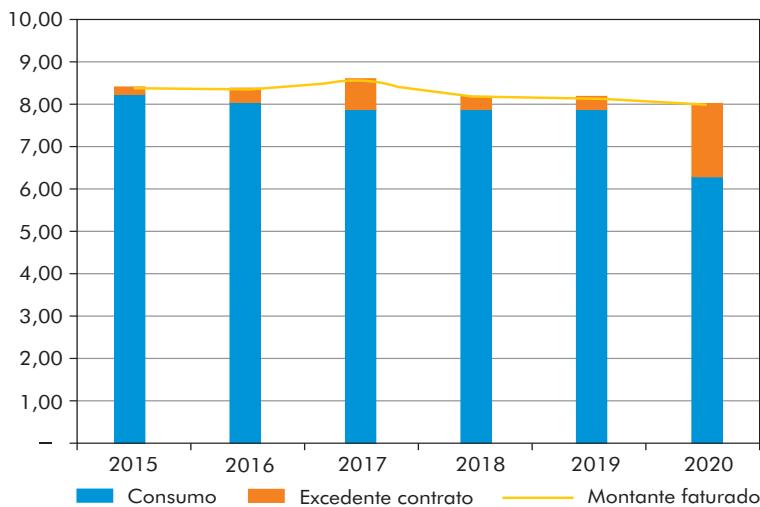


Figura 7.1 Balanço de energia elétrica da Unicamp, em MWm, de 2015 a 2020.

Fonte: Elaboração própria.

Pelas regras de comercialização, a liquidação do montante sobre-contratado é valorado ao PLD médio do respectivo mês, que, a depender do seu valor, pode trazer receitas ou despesas para o consumidor. Assim, caso o preço de compra, estabelecido no contrato, da energia liquidada seja menor que o valor do PLD, o consumidor aufere uma receita sobre essa operação de liquidação; caso contrário, incorre em uma despesa, pois liquidou a um valor menor do que comprou.

Um outro fator que interfere nos resultados referentes à operação de um consumidor no ACL é a incidência de pagamentos dos Encargos dos Serviços do Sistema (ESS). Pelas regras de comercialização, todos os consumidores realizam um rateio desses encargos, de acordo com o seu consumo em determinado período. Assim, os encargos são despesas que não integram a formação do preço nos contratos de energia elétrica, mas que devem ser contabilizados nas análises de viabilidade da migração ao ACL. A Tabela 7.2 mostra as despesas com contratos negociados no ACL, os valores dos excedentes liquidados na CCEE, os valores pagos via encargos e o valor total das despesas no ACL. Vale ressaltar que todos os valores em R\$ foram atualizados monetariamente pelo IPC-A até dez/2020.

Tabela 7.2 Resultados das operações da Unicamp no ACL, em R\$.

	Despesas Contratos ACL	Valores Liquidados CCEE	Encargos	Despesa Total ACL
2015	12.471.484,17	- 372.310,35	772.430,24	12.861.604,05
2016	11.193.369,68	- 347.510,30	479.968,43	11.325.827,81
2017	12.183.753,51	- 2.410.028,79	158.345,18	9.932.069,91
2018	11.248.982,08	- 894.830,90	294.137,53	10.648.288,71
2019	15.335.571,80	- 421.943,53	117.641,00	15.031.269,26
2020	13.456.118,23	- 2.729.756,65	347.590,47	11.073.952,06
Total	75.879.279,47	- 7.176.380,52	2.170.112,85	70.873.011,80

A coluna “Valores Liquidados CCEE” apresenta valores negativos para representar de que se trata das receitas auferidas pela liquidação dos excedentes dos contratos no mercado de curto prazo. Os anos de 2017 e 2020 se destacam na Tabela 2, sendo o primeiro devido ao preço da energia no mercado de curto prazo (PLD) apresentar valores mais elevados e o segundo pelo montante das sobras dos contratos ser mais expressivo, devido aos efeitos da pandemia do novo corona vírus. A soma das parcelas “Despesas Contratos ACL”, “Valores Liquidados CCEE” e “Encargos” resulta na “Despesa Total ACL”.

É importante analisar os efeitos que a liquidação da sobrecontratação, bem como os encargos, provocam no preço final (R\$/MWh) da energia elétrica comercializada no ACL. Na Figura 7.2 é possível

verificar esses efeitos e nota-se que nem sempre a liquidação dos excedentes traz receitas à Unicamp, como mencionado anteriormente. Nos anos de 2016 e 2020, o preço da liquidação ficou abaixo do preço de compra do contrato, impactando negativamente nos resultados.

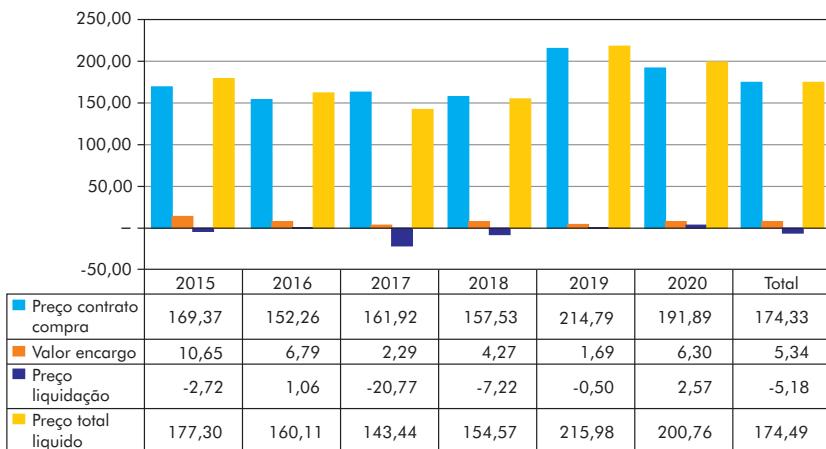


Figura 7.2 Composição dos preços finais pagos pela Unicamp no ACL, em R\$/MWh, entre os anos de 2015 e 2020.

Fonte: Elaboração própria.

É possível notar, na Figura 7.2, que os encargos são significativos na formação dos preços finais da energia no mercado livre, devido ao valor e sua variabilidade; seu pico, no período analisado, foi de R\$ 10,64/MWh em 2015, enquanto que, em 2019, representou apenas R\$ 1,69/MWh. No período em questão, os encargos e as liquidações do excedente resultante da sobrecontratação praticamente se anularam, fazendo com que o preço de contrato e o preço final no ACL apresentassem valores próximos.

A partir dos preços finais no ACL, apresentados na Figura 7.2, é possível realizar a comparação com as tarifas de energia cobradas pela concessionária distribuidora de energia elétrica na qual a Unicamp está conectada. As tarifas do ACR, assim como os cálculos para encontrar os preços da energia no ACL foram atualizadas pelo IPC-A até Dez/2020. A Figura 7.3 apresenta um comparativo entre os preços

do ACL e as tarifas do ACR na bandeira tarifária verde entre os anos de 2015 e 2020. O ganho total da participação da Unicamp no ACL no período analisado foi de 42,19%.

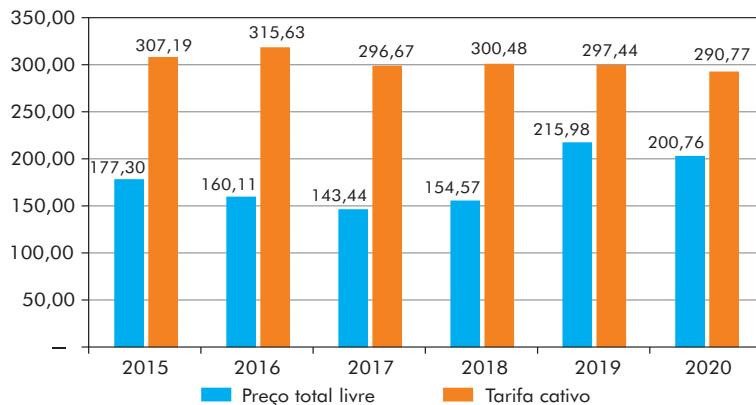


Figura 7.3 Comparativo entre preço final pago pela Unicamp no ACL e tarifa que seria paga no ACR, em R\$/MWh.

Fonte: Elaboração própria.

Entre os anos de 2015 e 2020, a Unicamp deixou de gastar R\$ 51.720.105,16 com energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 7.4, que mostra os ganhos anuais e os acumulados com as operações no ACL.

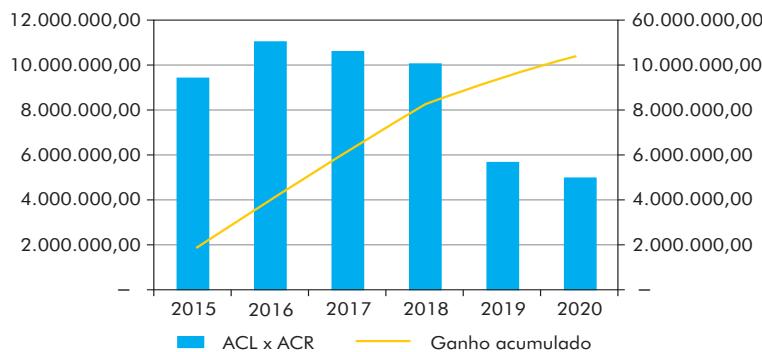


Figura 7.4 Resultados das operações da Unicamp no ACL, em R\$, de 2015 a 2020.

Fonte: Elaboração própria.

A migração do consumidor Unicamp ao mercado livre de energia elétrica tem trazido expressivos retornos financeiros à instituição. Espera-se que, com a entrada de novos consumidores no ACL e um melhor entendimento entre as comercializadoras e as instituições do setor público nos pregões, aumentem ainda mais os ganhos e a atratividade das operações.

Referências

- ANDADE, M. T. O. *Notas de aula IT-3045-S*. Unicamp, 2020.
- ANDRADE, M. T. O.; BAJAY, S. W. *Notas de aula PE-162*. Unicamp, 1996-2011.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Site*. Disponível em: www.aneel.gov.br.
- BRANCO, C. *Energia Elétrica e Capital Estrangeiro no Brasil*. São Paulo: Alfa Omega, 1975.
- CCEE – CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. *Site*. Disponível em: www.ccee.org.br.
- EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Site*. Disponível em: www.epe.org.br.
- LIMA, J. L; LEME, M. I. P. Aspectos da Evolução Institucional do Setor Energético no Brasil 1930-1962. *Estudos Econômicos*, v. 11, n^o especial, 1981.
- ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *Site*. Disponível em: www.ons.org.br.
- SANTOS, S. A. *Entrevista contratos de compra de energia pela Universidade*. 26/01/2021.
- SZMRECSANYI, T. J. M. K. *A era dos trustes e dos cartéis*. História & Energia, 1986.
- VALE, V. C. *Entrevista migração da Universidade para o mercado livre*. 11/12/2020.

8

Inserção de Energia Solar Fotovoltaica na Unicamp

João Lucas de Souza Silva

Karen Barbosa de Melo

Rafael Kotchetkoff Carneiro

Kaio Vieira dos Santos

Fernando Cesar Vieira

Marcelo Gradella Villalva

8.1 Introdução

Nesta seção são abordados os estudos e informações pertinentes à inserção de energia solar fotovoltaica (ESFV) na Unicamp. Nos últimos anos, o uso de ESFV tem despontado, principalmente por ser uma fonte renovável, sustentável e rentável em boa parte dos casos. Aliado a isso, no Brasil, a ESFV tem gerado milhares de novos empregos. Entretanto, apesar do crescimento acentuado, essa tecnologia ainda precisa de estudos, disseminação de abordagens de boas práticas, treinamentos e difusão do conhecimento nas mais diversas classes sociais para alavancar ainda mais o seu uso de maneira adequada, segura e sustentável.

No projeto Campus Sustentável – Unicamp, o grupo sub-projeto 2 (SP2) estudou ESFV e contou com a ajuda de outros membros da comunidade. Foram idealizadas, simuladas, instaladas e analisadas seis plantas fotovoltaicas (FV) na Unicamp. Em paralelo, foram estudadas novas tecnologias de módulos FV; modelagem e criação de uma ferramenta para simulação dos sistemas FV do campus; criação de um protótipo de traçador de curvas FV de baixo custo para auxiliar no comissionamento de pequenos instaladores FV; e difusão do conhecimento através de treinamentos e *workshops*.

Nas subseções seguintes serão apresentados os sistemas FV da Unicamp, seguido de um estudo de caso comparativo do conjunto de instalações FV e simulações. Um detalhamento do projeto e da execução da instalação dos sistemas FV também é apresentada. Em seguida um estudo de caso sobre um problema ocorrido em uma das instalações FV e detalhes do processo de projeto e comissionamento das plantas FV.

8.2 Situação Geradora

A implementação de geração fotovoltaica na Unicamp é uma iniciativa importante para reduzir os custos com energia da universidade e, principalmente, para criar um Laboratório Vivo que permite o desenvolvimento de diversos temas de pesquisa de alunos de pós-doutorado, doutorado, mestrado, iniciação científica, trabalho final de curso, além de possibilitar o treinamento de técnicos e especialistas em energia solar fotovoltaica.

Os dados provenientes do Laboratório Vvivo de geração fotovoltaica permitem a avaliação das plantas FV da Unicamp e a comparação com simulações através de softwares FV. Essa análise possibilita entender o comportamento de cada planta, o comportamento dos dados de irradiação local existentes nas bases de dados meteorológicos e os problemas existentes nas plantas FV, possibilitando novos estudos e ressaltando a importância da utilização de softwares FV.

8.3 Justificativa

A utilização de energia solar, por ser uma fonte renovável de energia, reduz a dependência de combustíveis fósseis e a emissão de gases de efeito estufa. Os sistemas fotovoltaicos são ideais para atuarem como geradores distribuídos em espaços urbanos, podendo ser instalados em locais que já possuem outra finalidade, como telhados e estacionamentos. Além disso, a viabilidade econômica dessa tecnologia permite a redução dos custos com energia. Portanto, a Unicamp, terceira universidade mais sustentável do Brasil de acordo com o *UI GreenMetric World University Ranking 2020*, optou por incluir essa tecnologia no escopo do projeto Campus Sustentável – Unicamp, de forma a reduzir os custos de energia com a utilização de uma fonte renovável e usufruir de um Laboratório Vivo para o desenvolvimento de pesquisa, experimentação e capacitação.

8.4 Objetivo Geral

Apresentar as plantas FV da Unicamp e um comparativo de dados reais com simulados no *software PVsyst*.

8.4.1 Objetivo Específico

Entender e avaliar dados de 12 meses das plantas FV da Unicamp, para disseminar dados de geração ao público e mostrar pontos relevantes em projetos FV.

8.5 Instalações Fotovoltaicas da Unicamp

A Unicamp possui, atualmente, seis unidades com instalações de sistemas fotovoltaicos do projeto Campus Sustentável – Unicamp. O Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU), com 336,96 kWp instalados; a Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação (FEEC), com 94,62 kWp; o Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), com

38,88 kWp; o Museu Exploratório de Ciências, com 4,05 kWp; a Extecamp, com 22,95 kWp; e a Faculdade de Engenharia Civil (FEC), com 37,80 kWp. A soma de todos esses sistemas resulta em uma potência instalada de 535,26 kWp. Os sistemas fotovoltaicos podem ser vistos nas Figura 8.1.

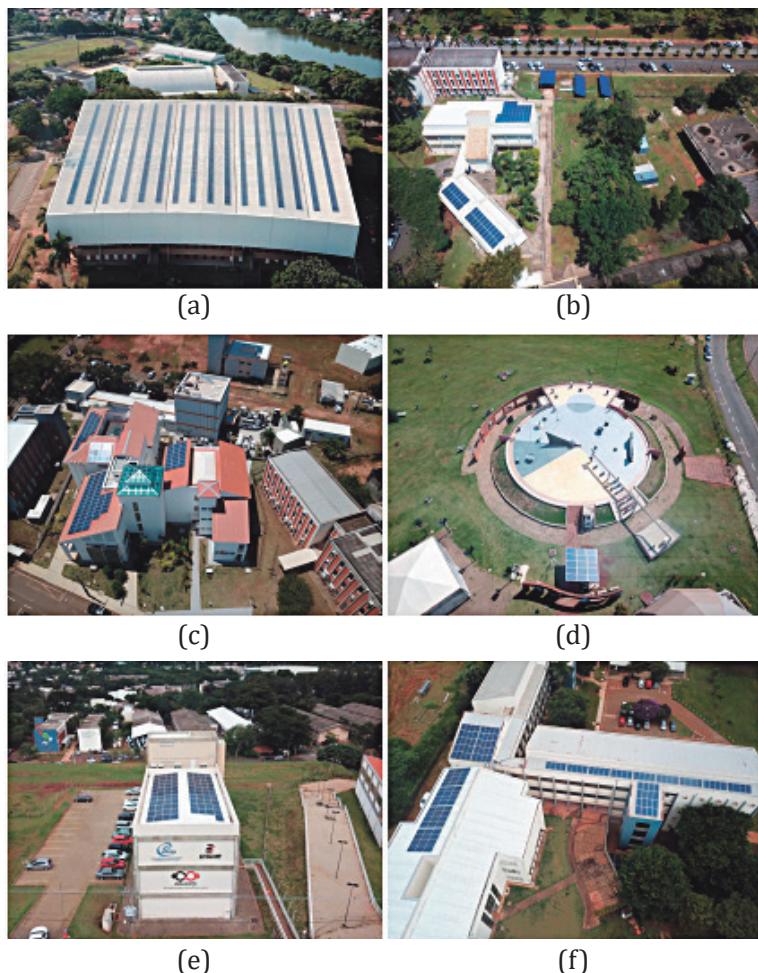


Figura 8.1 Sistemas fotovoltaicos instaladas na Unicamp: a) GMU; b) FEEC; c) NIPE; d) Museu; e) Extecamp; f) FEC.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

A Tabela 8.1 apresenta os modelos e as quantidades dos módulos e dos inversores FV utilizados nos sistemas FV do Campus Sustentável – Unicamp.

Tabela 8.1 Configuração dos sistemas FV da Unicamp.

Sistema	Elementos	Modelo	Quantidade
GMU (336,96 kWp)	Módulos	Canadian CS6K-270P	1.248
	Inversores	Ingecon Sun 55TL PRO	5
FEEC 1 (55,68 kWp)	Módulos	BYD 320P6D-36	174
	Inversores	Fronius Symo 15.0-3 208	3
		Fronius Primo 8.2-1	1
FEEC 2 (38,94 kWp)	Módulos	Canadian CS6K-270P	34
		BYD 320P6D-36	93
	Inversores	Fronius Symo 15.0-3	2
		Fronius Primo 4.0-1	1
		Fronius Primo 8.2-1	1
NIPE (38,88 kWp)	Módulos	Canadian CS6K-270P	144
	Inversores	Fronius Symo 15.0-3	1
		Fronius Primo 8.2-1	2
		Fronius Primo 6.0-1	1
Museu (4,05 kWp)	Módulos	Canadian CS6K-270P	15
	Inversores	Fronius Primo 6.0-1	1
Extecamp (22,95 kWp)	Módulos	Canadian CS6K-270P	85
	Inversores	Fronius Symo 12.0-3 208-240	2
FEC (37,80 kWp)	Módulos	Canadian CS6K-270P	140
	Inversores	Fronius Symo 12.0-3 208-240	3

As instalações das plantas fotovoltaicas ocorreram no primeiro semestre de 2019 e entraram em funcionamento entre abril e outubro do mesmo ano. A primeira planta a ser acionada foi a do GMU, seguida da FEEC 2, ambas em abril de 2019. A última planta a ser acionada foi a do NIPE, em outubro de 2019.

8.6 Etapas do Projeto FV das Plantas da Unicamp

A implantação técnica dos sistemas FV na Unicamp passou por diversas etapas gerais e etapas específicas para cada local da implantação. A Figura 8.2 apresenta um fluxograma relacionado a essas etapas, já após a contratação da empresa projetista e executora.

A elaboração de bons projetos executivos elétricos e civis depende não só da empresa projetista, mas também da quantidade e qualidade das informações levantadas relativas aos projetos existentes dos locais e visitas técnicas. Essa base de informações permite que todos os pontos de sombreamento, formas de içamento e restrições elétricas em quadros e cabos sejam levantadas para que o sistema FV seja corretamente dimensionado, otimizando a geração de energia elétrica e os custos ao longo da vida útil do sistema.

O dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, levando em conta as características locais supramencionadas, é feito através de simuladores de geração de energia solar FV e posteriormente as características físicas otimizadas (distribuição de *strings*, definição de pontos de apoio estrutural, dimensionamento elétrico conforme ABNT NBR 5410, lista de materiais etc.) são discutidas em reuniões de projeto e elaboradas em CAD's. O princípio norteador no dimensionamento é gerar o máximo de energia a um menor custo global ao longo da vida útil do projeto.

As reuniões de apresentação das partes (*kick-off*), apresentação de projeto e a vistoria da finalização da obra são de extrema importância para o envolvimento de todos no projeto. Pois, garantem que as expectativas do projeto estejam alinhadas à integração de padrões de infraestrutura elétrica com o sistema local, à integração arquitetônica e estrutural com os edifícios e à integração da equipe que cuidará da manutenção e correção de problemas ao longo da vida útil dos sistemas de geração FV.

Cada obra de implantação é singular e sujeita a imprevistos. De uma forma geral, porém, é possível dizer que é necessário empregar um tempo considerável em planejamento para que os riscos inerentes à obra sejam mitigados. Também se recomenda que o regime de chuvas seja observado e que a intervenção física ocorra em um período de estiagem, evitando riscos à segurança das pessoas e danos de longo

prazo aos equipamentos (como a infiltração de água em conectores MC4 dos módulos fotovoltaicos desconectados).

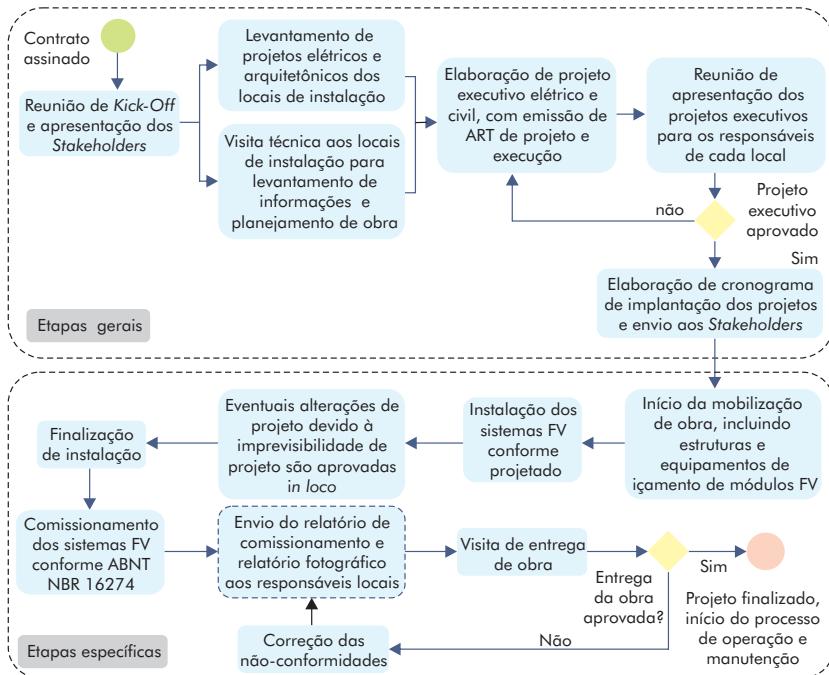


Figura 8.2 Fluxograma para projeto de execução de sistemas solares FV.

Fonte: Elaboração própria.

Todos os sistemas FV instalados na Unicamp seguiram as recomendações das etapas previstas nesta seção, incluindo uma avaliação de viabilidade estrutural prévia em todos os locais de intervenção. Esta avaliação estrutural é essencial em todos os projetos a serem implantados nos *campi* de universidades.

8.6 Estudo de Caso das Plantas FV da Unicamp

Nas subseções a seguir, será apresentado um estudo de caso das plantas FV da Unicamp, incluindo comparações de dados medidos com

resultados de simulações em *softwares* de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

8.6.1 Metodologia

As plantas FV da Unicamp foram todas simuladas no *software* PVsyst, com o objetivo de comparar com os dados reais e verificar se os dados são consistentes ou existem problemas com a instalação. Com a simulação FV é possível prever qual a produção do sistema FV, o que possibilita tirar proveito do máximo para dada planta FV desde a etapa do projeto, ao posicionar os módulos em localidades com menor sombreamento e ao escolher a melhor disposição de *strings*, até depois do sistema instalado, sendo possível perceber possíveis problemas caso o sistema não esteja gerando a quantidade de energia esperada.

O *software* PVsyst é dedicado ao estudo, dimensionamento e análise de sistemas FV. O PVsyst é capaz de simular sistemas conectados à rede, autônomos, de bombeamento e sistemas com alimentação de corrente contínua, com uso de um banco de dados extenso de módulos FV e inversores. É um *software* altamente versátil, além disso apresenta uma análise completa do sistema, incluindo otimização de dimensionamento, estimativa de energia ao longo dos anos, perdas devido a sombreamentos próximos e distantes com modelagem 3D, análise de condições financeiras e estimativas de retorno.

Com as plantas FV em funcionamento e simuladas, foram coletados os dados referentes a 12 meses de geração de energia. Os dados obtidos são os valores de energia injetada na rede elétrica.

Como as plantas foram instaladas em períodos diferentes, os dados apresentados a seguir não são simultâneos para todas as plantas, mas o importante é que as análises sejam feitas com dados anuais de geração de energia. Os dados foram tratados e foram produzidas tabelas e análises gráficas para cada planta FV. Para esse livro, foi realizado o compilado de todas as plantas FV em conjunto.

A Eq. 8.1 foi aplicada para analisar o erro entre o dado real e o simulado, tanto para erro mensal quanto para erro anual médio. Dessa

forma, foi possível analisar tendências nos erros das diferentes plantas FV e dados fora do padrão para possíveis correções e estudos. Erros positivos indicam que o sistema gerou mais do que o esperado nas simulações, portanto, a simulação foi conservadora. Erros negativos indicam que a geração de energia prevista pela simulação foi maior do que a geração real, portanto, a simulação foi otimista. Uma simulação otimista representa um problema para o consumidor que adquiriu ou planejou um sistema FV.

O ideal é que o sistema real gere a quantidade de energia prometida, ou uma quantidade um pouco maior. Por isso, os softwares FV permitem a utilização de indicadores de probabilidade para deixar o resultado mais conservador.

$$Erro = \frac{Geração_Real - Geração_Simulada}{Geração_Real} * 100. \quad (\text{Eq. 8.1.})$$

A maior parte do erro geralmente é referente a base de dados meteorológicos que usam interpolações de dados de bases solarimétricas próximas, por isso em instalações de minigeração é indicado o uso de dados solarimétricos reais medidos no local da instalação. Porém, o erro também pode ser do projetista, que realizou a simulação e não acrescentou todos os atenuantes (perdas elétricas, sujidade, sombras, entre outras).

8.6.2 Resultados

Na Tabela 8.2 são apresentados os dados de geração de todas as plantas FV da Unicamp, tanto dados medidos quanto dados de simulação mensal, anual e médias mensais e os erros calculados a partir da Eq. 8.1. Com este resultado é possível comparar o desempenho de todas as instalações em conjunto e analisar o comportamento dos dados de irradiância solar. Por exemplo, pode-se observar quais meses tem maior e menor geração.

A média anual da geração de energia real foi superior a simulada em 3,22%. Portanto, a geração de energia real do campus foi superior

ao estimado, apesar dos problemas ocorridos em algumas instalações no decorrer do primeiro ano. Como a planta da FEC, que apresentou uma geração muito menor do que a esperada, motivo pelo qual foram realizados mais estudos nessa planta FV. Um outro exemplo é a planta da FEEC 2, cuja instalação é frequentemente desconectada da rede elétrica como procedimento de pesquisas realizadas em um laboratório.

Tabela 8.2 Comparativo de geração de energia de todas as plantas FV com dados simulados no PVsyst.

	Mês	Real (MWh)	PVsyst (MWh)	Erro (%)
1	Jan	72,55	67,98	6,30
2	Fev	58,09	66,69	-14,82
3	Mar	77,21	65,17	15,59
4	Abril	64,91	57,85	10,89
5	Maio	52,99	54,12	-2,13
6	Junho	49,43	48,64	1,60
7	Julho	57,22	55,71	2,63
8	Agosto	60,15	62,85	-4,49
9	Set	64,38	63,69	1,07
10	Out	80,54	68,20	15,32
11	Nov	72,98	76,30	-4,55
12	Dez	73,85	71,85	2,70
Média Anual		65,36	63,25	3,22
Total Anual		784,29	759,04	-

A Figura 8.3 apresenta os erros de cada planta FV da Unicamp, para estudar a tendência de subida ou descida do conjunto de erros calculados a partir dos dados medidos e simulados das diversas plantas FV. O resultado mostra que o padrão de aumento ou redução de erros mensais é parecido para a maioria das plantas.

A curva mais divergente é a da planta do Nipe, onde o erro é positivo a maior parte do tempo, ou seja, a geração real de energia é maior do que o esperado a partir das simulações. A justificativa pode ser o fato de a instalação possuir um cenário que pode provocar sombreamento e, além disso,

tem inclinações elevadas. Uma possível explicação para isso é a adição de fatores que não replicaram fielmente o perfil de sombras na simulação, de forma que as perdas na simulação foram mais conservadoras, gerando erros positivos em relação aos dados reais. Essa situação pode ocorrer facilmente em instalações comuns, portanto, é interessante e importante que o sistema fotovoltaico instalado tenha maior geração de energia em comparação com o esperado nas simulações, a fim de que o integrador FV cumpra as expectativas e demandas do cliente.

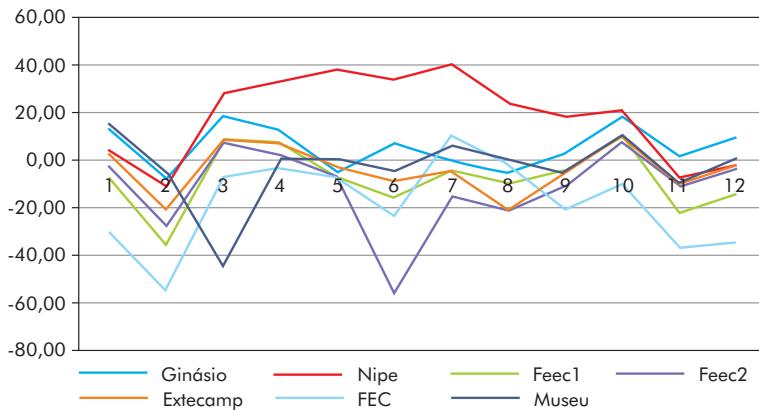


Figura 8.3 Tendência de subida/descida dos erros (%) para todas as plantas FV.

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 8.4 apresenta um *boxplot* para representar graficamente o padrão dos erros, permitindo visualizar a dispersão, simetria e dados discrepantes de um conjunto de dados. Na Figura 8.4, percebe-se que a planta do Museu apresenta menor variabilidade e mediana próxima de zero, enquanto as plantas do GMU da Extecamp apresentam variação parecidas, porém, o *boxplot* da Extecamp é mais assimétrico, visto que a mediana está mais próxima do quartil 25%. Dois *outliers*, que são erros fora do padrão dos dados, ocorreram. Um na FEEC 2, possivelmente devido ao desligamento da planta para estudos realizados em um laboratório; e outro no Museu, devido ao desligamento do sistema fotovoltaico por funcionários durante um período em que o museu ficou fechado.

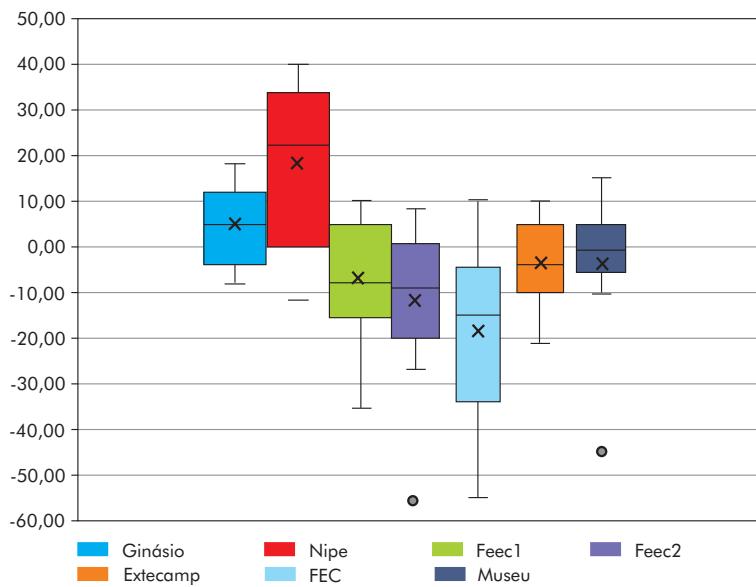


Figura 8.4 Gráfico bloxpot dos erros (%) das plantas FV.

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 8.5 apresenta dados medidos de energia injetada na rede elétrica pelas plantas FV. Observa-se que, no primeiro ano de operação das plantas FV da Unicamp, a menor geração de energia ocorreu no mês de junho, enquanto a maior geração de energia ocorreu no mês de outubro. Percebe-se uma correlação dos dados da Figura 8.5 com a Figura 8.6 que apresenta os dados de irradiação na base de dados do PVsyst, entretanto, as diferenças são normais, já que a simulação segue a base de dados e os dados reais podem sofrer variação em determinados meses.

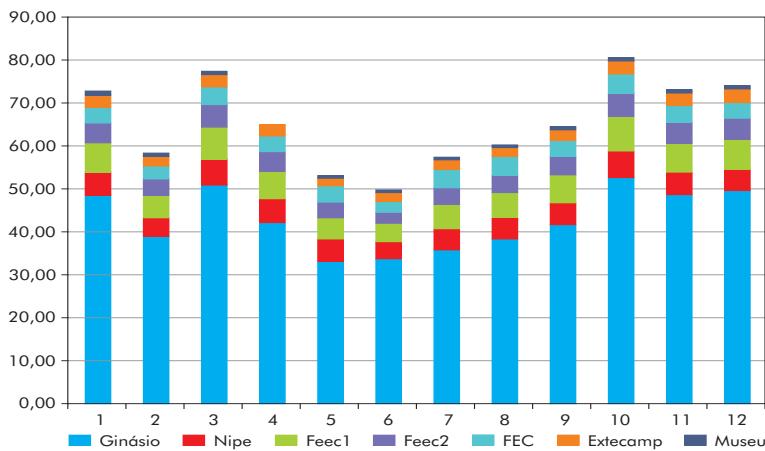


Figura 8.5 Geração de plantas FV da Unicamp em MWh.

Fonte: Elaboração própria.

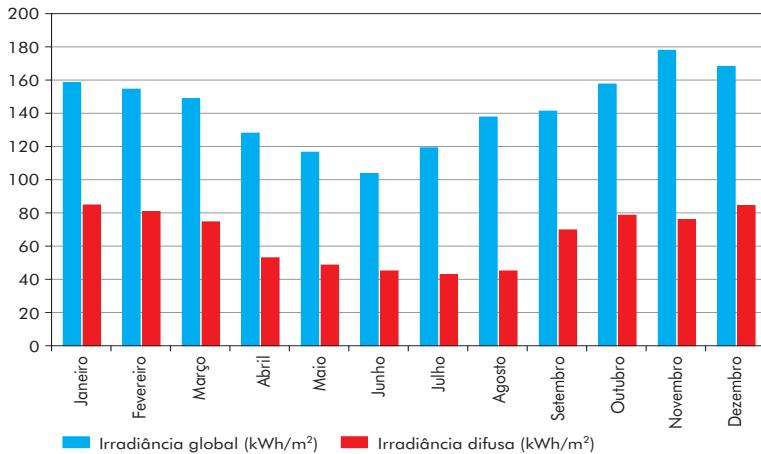


Figura 8.6 Dados de irradiância da Meteonorm em software PVsyst.

Fonte: Elaboração própria.

8.7 Considerações Finais

Este capítulo apresentou estudos e informações pertinentes a inserção de energia solar fotovoltaica (ESFV) na Unicamp. Para um ano de

dados coletados foi observado uma geração real de 784,29 MWh, e simulada de 759,04 MWh. Isso mostra que as plantas FV estão gerando na faixa de valor esperado, mesmo com a FEEC 2 sendo desligada para estudos em determinados períodos e alguns problemas que ocorreram durante os 12 meses coletados que foram comentados.

Com os estudos realizados pelo grupo SP2 espera-se incentivar a construção de outras plantas FV dentro da Unicamp, já que se tem um caso de sucesso atual, bem como incentivar outras universidades a utilizarem fontes renováveis de energia, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e mais estudos para o setor. Além disso, o projeto SP2 serviu para estudar novas tecnologias de módulos FV; modelagem e criação de uma ferramenta para simulação dos sistemas FV do campus; criação de um protótipo de traçador de curvas FV de baixo custo para auxiliar no comissionamento de pequenos instaladores FV; e difusão do conhecimento através de treinamentos e *workshops*. Todo esse conteúdo foi de suma importância para o sucesso do projeto Campus Sustentável – Unicamp e trocas de experiência com a comunidade de mercado e acadêmica.

Para mais, a inserção de ESFV na Unicamp continua com eletroposto para ônibus elétrico com 19 kWp, ESFV em Microrredes com 607 kWp, programa de eficiência energética (PEE) em hospitais de 1.095 kWp e Quiosque FV de 6 kWp. Espera-se totalizar 2,2 MWp de ESFV nos próximos anos.

Referências

- PVSYST. *PVsyst Help Contents*. 2020. Disponível em: <https://www.pvsyst.com/help/>. Acessado em: 01 fev. 2021.
- DE SOUZA SILVA, J. L. et al. A Comparative Performance of PV Power Simulation Software with an Installed PV Plant. In: *2020 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, 2020, Buenos Aires. p. 531.
- MACHADO, G. M. V. et al. Estudo de Caso de um sistema fotovoltaico instalado no campus da Unicamp em diferentes softwares de simulação. In: *VII Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS 2020)*, 2020, Fortaleza. Anais do Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2020.

9

Programa de Eficiência Energética (PEE)

Fernando Cesar Vieira

Jorge Yasuoka

João Guilherme Ito Cypriano

Glauco Niro

José Tomaz Vieira Pereira

9.1 Introdução

Desde a Chamada nº 001/2016 (Seção I, Capítulo 04) a Unicamp tem encontrado oportunidades para realizar projetos específicos em troca de equipamentos ineficientes e obsoletos, dentro do Programa de Eficiência Energética (PEE) regulamentado pela ANEEL. Esta oportunidade de deixar a Universidade mais eficiente vem crescendo ano a ano. Mas o que é o PEE?

Desde 24 de julho de 2000, com a publicação da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, as distribuidoras de energia elétrica devem aplicar um percentual mínimo de sua receita operacional líquida (ROL) em projeto no âmbito do Programa de Eficiência Energética, segundo regulamentos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), conforme publicados nos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE).

Para realizar esses investimentos, as distribuidoras de energia abrem Chamadas Pública de Projetos (CPP) e nela as Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCOs), fabricantes, comerciantes e consumidores podem submeter projetos. A Tabela 9.1 mostra a tipologia dos grupos para a CPFL Paulista (concessionária de Campinas, onde localiza-se a Unicamp), que pode ser estendida à outras distribuidoras.

Tabela 9.1 Tipologia dos Grupos

Distribuidora	Tipologia
CPFL Paulista	Comercial
	Iluminação Pública
	Industrial
	Poder Público
	Residencial
	Rural
	Serviço Público

Para cada grupo é destinado um montante de recursos a serem aplicados, que pode abranger vários projetos, desde que não ultrapasse o limite orçamentário definido pelo edital. Após a CPFL receber as propostas, ela faz uma avaliação de cada projeto e os classifica com a maior economia, também levando em conta o custo do projeto. Essa classificação é chamada de Relação Custo-Benefício (RCB). O RCB é a relação entre os custos e benefícios totais de um projeto expressos em uma base anual e considerando uma determinada vida útil e taxa de desconto. Isto é, através deste cálculo que se determina se o investimento terá retorno na aplicação dentro do projetos de eficiência energética ou na expansão e manutenção do sistema elétrico.

Os projetos contemplados através da CPP são executados em seguida, com um prazo de dois anos. Para a implantação dos projetos, existem duas modalidades: com ou sem repasse. No caso sem repasse, a CPFL faz toda a contratação diretamente, enquanto na modalidade com repasse, a CPFL fornece o recurso, e a instituição faz a contratação. Os PEEs realizados na Unicamp foram todos na categoria sem repasse.

Além da modalidade de CPP, existem também os projetos realizados com os recursos remanescentes de uma CPP, sem a necessidade de outro edital e com contratação direta, e os projetos especiais, conforme especificado no módulo 5 do PROPEE. Estes são determinados desta maneira devido à sua relevância ou característica não típica que merece atenção especial do setor elétrico. As tipologias previstas nesta categoria são: Projeto Prioritário, que são projetos de grande relevância e/ou abrangência, com finalidade de testar, incentivar ou definir ações de destaque como política pública, incrementando a eficiência energética no país; Projeto de Grande Relevância, com impactos socioambiental relevante, transformando o mercado de energia elétrica ou trazendo benefícios além do impacto energético; Projeto Piloto, que são aqueles promissores, inéditos ou inovadores, com pioneirismo tecnológico e/ou metodológico; e, por fim, o Projeto Cooperativo, o qual envolve mais de uma distribuidora de energia elétrica, com o objetivo de economias em escala, complementariedade de competências, aplicação das melhores práticas e melhoria na eficiência e qualidade dos projetos realizados.

Os projetos contemplados na Unicamp foram nas modalidade de Projeto Prioritário, através da Chamada Pública nº 001/2016 da ANEEL, de CPP e recursos remanescentes de chamadas públicas. Contaram com a colaboração de professores, funcionários e alunos da Universidade. Essa interação foi muito importante para poder juntar todo o conhecimento das partes envolvidas na sua concepção, elaboração, execução e acompanhamento. Neste capítulo iremos abordar os detalhes de cada PEE e seus resultados.

9.2 Situação Geradora

A participação da Unicamp no âmbito do PEE - ANEEL é de grande importância quando pensamos em uma Universidade Sustentável e Eficiente. Com os projetos de eficiência energética é possível reduzir o consumo energético sem o investimento direto de recursos financeiros próprios. Dessa forma, ocorre uma economia tripla: não são

utilizados recursos próprios, reduz a manutenção e economiza-se energia elétrica. Também existem situações em que há uma melhoria na instalação, facilitando a manutenção predial, conforto dos ambientes e modernização da instalação. Alguns exemplos claros disso serão abordados quando falarmos sobre o projeto do Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU).

Além dos benefícios financeiros e técnicos mencionados acima, os projetos de eficiência energética contribuem indiretamente com a sustentabilidade e eficiência da Universidade e do setor elétrico. Isto é, garantem a redução do consumo de energia elétrica e consequentemente a redução das emissões de gases de efeito estufa, principalmente em situações de crise hídrica e com aumento da geração de energia elétrica pelas usinas termoelétricas. Esta redução vem tanto da retirada de equipamentos obsoletos como do consumo mais eficiente, tendo em vista a obrigatoriedade da capacitação e divulgação do projeto e seus resultados para a comunidade que utiliza estes recursos energéticos, induzindo uma cultura eficiente.

9.3 Justificativa

A implantação de ações de eficiência energética em grande escala, além de contribuir com economia financeira, proporciona também outros benefícios: com a redução do consumo de energia elétrica, menos energia termoelétrica é necessária, reduzindo o uso de combustíveis fósseis e consequentemente a emissão de gases estufa. Além de fatores ambientais, o custo da energia elétrica também pode ser impactado.

9.4 Objetivo Geral

- O principal objetivo deste subprojeto é reduzir a ineficiência energética da Unicamp através da troca (*retrofit*) de equipamentos obsoletos por aqueles mais modernos e eficientes, bem como implementar a geração de energia elétrica por fontes renováveis.

9.5 Objetivo Específico

- Implantar um modelo de processo para aplicação de projetos de eficiência energética em CPPs e chamadas específicas para eficientização energética da Unicamp e seus *campi*.

9.6. Mapeamento dos Atores e Governança do Projeto

Para a realização de projetos dentro do Programa de Eficiência Energética (PEE), da ANEEL é obrigatório a presença de pelo menos três agentes. O primeiro deles é a distribuidora de energia elétrica, pois é ela que destinará os recursos para a execução do projeto, bem como da abertura de uma CPP ou acordo bilateral com o consumidor. Este, o consumidor, é o segundo agente necessário para a existência do projeto de eficiência energética. Isto é, nele que será feito todas as alterações, instalações, melhorias e medições, garantindo a eficientização no uso final de energia elétrica e com consequências diretas no setor elétrico. Por fim, é obrigatória a existência de uma empresa especializada para a execução e operação dos serviços planejados, podendo ser as chamadas ESCOs (Energy Services Companies), conhecidas como Empresas de Serviços de Conservação de Energia, ou empresas de tecnologias para soluções inovadoras (fabricantes, automatizadoras, instalação de geração fotovoltaica ou outras).

Com estes atores básicos definidos, e com a visão pelo lado do consumidor, é importante para as Instituições Públicas ou Privadas, que tenham interesse em implantar projetos de eficiência energética no âmbito do PEE, que gerencie e acompanhe as ações e movimentos dos outros dois atores. Isto é, acompanhar regularmente as aberturas de Chamadas Públicas de Projetos das distribuidoras que atendem à sua Unidade Consumidora, conforme a sua fatura de energia elétrica. Além de verificar editais de CPPs anteriores para mapear os requisitos e modalidades de projetos que sua instituição pode participar. Paralelamente, é importante fazer uma parceria com empresas ESCOs com o objetivo de realizar pré-diagnóstico energético e deixar pronto,

ou na eminência de projeção, os possíveis projetos a serem aplicados nas CPPs ou outras oportunidades.

No caso da Unicamp, que é atendida por duas empresas de distribuição de energia elétrica distintas, podendo ser CPFL ou ELEKTRO, dependendo do campus e da sua cidade de localização, foram aplicadas duas metodologias diferentes de integração com os atores para a realização de projetos de eficiência energética. Para as unidades atendidas pela CPFL os projetos foram feitos pela própria equipe técnica da Universidade, por intermédio do Escritório Campus Sustentável (Seção IV, Capítulo 17), com parcerias de ESCOs e empresas com soluções especializadas e inovadoras, como veremos nos próximos itens deste capítulo. Para as unidades localizadas na área de concessão da ELEKTRO, foi aberto um edital para cadastro de ESCOs que pudessem representar a Unicamp nas CPPs, através da anuência dos projetos propostos e com duração de contrato por no máximo 5 anos (Chamamento Público DGA nº 4/2020, processo 01-P-15798/2019).

9.7 Projeto de Eficiência Energética Implantados na Unicamp

A seguir serão apresentados os resumos dos projetos de Eficiência Energética, em andamento e finalizados, implantados na Unicamp, sendo um projeto prioritário, um de CPP e dois provenientes de recursos remanescentes.

9.7.1 Projeto Prioritário da Chamada nº 001/2016

O primeiro projeto de eficiência energética da Unicamp foi dentro da Chamada nº 001/2016 como projeto Prioritário de Eficiência Energética. Sua aplicação foi restrita à Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), da Universidade, com foco no *retrofit* apresentado na Tabela 9.2.

Muitos equipamentos de ar-condicionado foram redimensionados e substituídos por equipamentos com capacidade adequada

para os ambientes selecionados. Isso trouxe grande benefício para a eficiência, pois foi possível reduzir a capacidade dos equipamentos instalados em algumas salas.

Tabela 9.2 Resumo

Projeto Prioritário da Chamada 001/2016	
Iluminação	15.380 Lâmpadas LED
Ar-Condicionado	42 TRs em equipamentos de ar-condicionado Split Inverter
Fotovoltaico	534 kWp Instalados

Os equipamentos de ar-condicionado substituídos, foram quase todos equipamentos muito antigos, de janela. Aqui é possível ver um benefício além da eficiência energética. Os equipamentos de janela eram muito barulhentos por ter o compressor acoplado. Com a instalação de splits, melhorou muito o conforto na questão sonora das salas.

O projeto também contou com a instalação de sistemas fotovoltaicos em diversas unidades da Unicamp (Seção II, Capítulo 15): 336,96 kWp no GMU; 93,12 kWp na FEEC; 38,88 kWp no CEPETRO/NIPE; 4,05 kWp no MUSEU; 22,95 kWp na EXTECAMP; 37,8 kWp na FEC.

9.7.2 Projeto de Eficiência Energética do Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU)

No GMU, foi implantado um projeto submetido na CPP de 2018 da CPFL Paulista, contemplando os seguintes *retrofits*:

Tabela 9.3 Resumo

Projeto de Eficiência Energética do GMU	
Iluminação	8.100 Lâmpadas LED
Ar-Condicionado	100 TR em equipamentos de ar-condicionado Splitão Inverter

Neste projeto os equipamentos de ar-condicionado também foram redimensionados para atender a carga térmica dos auditórios e

corredores do Centro de Convenções da Unicamp, localizado dentro do GMU, uma vez que o mau dimensionamento era um problema antigo nestes auditórios onde os equipamentos não atendiam a demanda em dias quentes e com alto risco de incêndio, tendo em vista que o sub dimensionamento dos equipamentos forçava a instalação elétrica a operar em sua carga máximo durante todo o tempo de funcionamento dos condicionadores de ar.

Também ocorrem grandes melhorias no sistema de iluminação além da eficiência energética. Nos auditórios foram substituídos os sistemas de iluminação de lâmpadas tubulares fluorescente para as de LED, e neste processo foi possível duas melhorias principais: redução da altura das luminárias e setorização da iluminação da plateia. A redução da altura ocasiona em uma melhor iluminação e facilita a manutenção. Já a setorização da iluminação possibilita a criação de diversos cenários de iluminação na plateia.

Outra grande melhoria no sistema de iluminação, foi na da quadra de esportes, onde a iluminação já estava muito debilitada devido à dificuldade de manutenção (por conta da altura e acesso às luminárias). Nesta substituição foi possível a instalação de iluminação automatizada, com redução no consumo de energia elétrica através da troca de lâmpadas de vapor metálico de 250W para lâmpadas LED de 100W com dimerização setorizada. Hoje a iluminação pode ser controlada por um quadro automatizado, podendo-se selecionar um cenário pré-definido ou criar um próprio cenário luminotécnico.

9.7.3 Projeto de Automação da CAG do Hospital das Clínicas

O projeto consiste no aumento de eficiência na operação da central de água gelada CAG existente no Hospital das Clínicas (HC) da Unicamp, otimizando o rendimento no uso dos equipamentos de modo a obter economia de energia, eficiência operacional e manutenção preditiva.

Contemplando substituição de alguns motores de bombas de água gelada e de condensação por motores mais eficientes, inclusão de válvulas de bloqueio e balanceamento nas tubulações, inclusão

de inversores de frequência nos motores de torres de resfriamento e bombas e fornecimento de *soft starter* para acionamento em rampa dos motores que não receberam inversores de frequência, a automação controla e monitora o sistema buscando o maior eficiência e acionando os equipamentos necessários para o atendimento da carga térmica demandada pelo hospital.

Este é um projeto diferenciado por conter ações além da troca de eficiêntização de equipamentos obsoletos, mas a inclusão de automação baseada em análise de dados em tempo real, permitindo a melhor operação do sistema e, consequentemente, redução no consumo de energia elétrica. Este projeto foi aplicado através de recursos remanescentes das Chamadas Públicas de Projetos da CPFL Paulista, possibilitando contratação direta da distribuidora à empresa executora, com benefícios ao Hospital das Clínicas da Unicamp.

9.7.4 Projeto de Eficiência Energética no Programa CPFL nos Hospitais

Este projeto está sendo implantado através do Programa "CPFL e RGE nos Hospitais", operado e gerenciado pelo grupo CPFL Energia para as suas distribuidoras, com o objetivo de eficientizar hospitais e unidades de saúde nas áreas de concessão das distribuidoras do grupo. Os recursos são provenientes de saldo remanescente das CPPs das distribuidoras, garantindo o desenvolvimento e aplicação do projeto diretamente com as unidades consumidoras. No caso da Unicamp, são contempladas as unidades: Hospital das Clínicas (HC), Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM), Hemocentro, Gastrocentro, Centro de Saúde da Comunidade (CECOM) e o Instituto de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço (IOCAP), todos pertencentes à Unicamp e localizados na Cidade Universitária Zeferino Vaz, em Campinas.

No total, serão trocadas 15.983 lâmpadas fluorescentes para LED e instalado 1.095 kWp em sistemas fotovoltaicos.

Tabela 9.4 Resumo

Projeto de eficiência energética nos Hospitais	
Iluminação	15.983 Lâmpadas LED
Fotovoltaico	1.095 kWp Instalados

9.8 Recursos Financeiros Envolvidos

Para realização dos projetos a Unicamp não precisou alocar recursos financeiros próprios, sendo oriundos da CPFL. A Tabela 9.5 mostra os investimentos aplicados em cada um dos projetos apresentados no item anterior.

Tabela 9.5 Investimentos

Chamada 001/2016	R\$ 3.345.886,31
GMU	R\$ 1.264.114,21
CAG do HC	R\$ 880.075,11
Hospitais	R\$ 5.500.000,00

9.9 Resultados

A participação da Unicamp nestes projetos, no âmbito do Programa de Eficiência Energética da ANEEL, possibilitou a captação de R\$ 10.990.075,63 em equipamentos e serviços, possibilitando a eficientização de aproximadamente 142 TR de condicionamento ambiental, substituição de 39.463 lâmpadas fluorescentes para tecnologia LED e instalação de 1.629 kWp de geração de energia solar fotovoltaica.

Além dos benefícios para a Universidade, trouxe também benefícios conjuntos para o setor elétrico, como a economia anual de 6.678 MWh de consumo de energia elétrica do sistema de distribuição de energia e redução de 595 kW de demanda no horário de ponta (das 18h às 21h).

Resultados do projeto da Chamada 001/2016:

Tabela 9.6 Resultados FEM

Tabela 9.6 Resultados FEM		
Iluminação	Redução de consumo de 505 MWh / ano	Redução de demanda na ponta de 59 kW
Ar-condicionado	Redução de consumo de 47 MWh / ano	Redução de demanda na ponta de 12 kW
Fotovoltaico	Geração de 775 MWh por ano	-

Resultados do projeto – GMU:

Tabela 9.7 Resultados GMU

Tabela 9.7 Resultados GMU		
Iluminação	Redução de consumo de 515 MWh / ano	Redução de demanda na ponta de 136 kW
Ar-condicionado	Redução de consumo de 17 MWh / ano	Redução de demanda na ponta de 0 kW

Resultados do projeto – CAG do HC:

Tabela 9.8 Resultados CAG do HC

Tabela 9.8 Resultados CAG do HC		
Ar-condicionado	Redução de consumo de 907 MWh / ano	Redução de demanda na ponta de 100 kW

Resultados do projeto nos Hospitais:

Tabela 9.9 Previsão Hospitais

Tabela 9.9 Previsão Hospitais		
Iluminação	Redução de consumo de 2.520 MWh / ano	Redução de demanda na ponta de 288 kW
Fotovoltaico	Previsão de geração de 1.392 MWh por ano	-

9.10 Abrangência

Ao experienciar os benefícios da aplicação do projeto de eficiência energética na Chamada nº 001/2016, como projeto prioritário, em conjunto com a experiência adquirida. Viu-se necessária a criação de um órgão que pudesse sistematizar e acompanhar a submissão de projetos semelhantes em Chamadas Públicas de Projetos e outras oportunidades. Assim, através do Escritório Campus Sustentável (Capítulo 20), surgiu um grupo multidisciplinar, composto por técnicos-administrativos, docentes e alunos da Unicamp, trabalhando conjuntamente e concorrente à parceiros estratégicos para a confecção de novos projetos. Deste modo surgiram as possibilidades de aplicação e implantação dos projetos de eficiência energética: do Ginásio Multidisciplinar, em 2018; da melhoria da Central de Água Gelada do Hospital das Clínicas, em 2020; e do projeto CPFL nos Hospitais na área da saúde da Unicamp, em 2021.

Este conhecimento vem se expandindo para oportunidades de projetos em outras unidades da Unicamp, como na cidade de Limeira (Faculdade de Ciências Aplicadas, Colégio Técnico de Limeira e Faculdade de Tecnologia) e Piracicaba (Hospital Regional de Piracicaba).

Portanto, através da garantia de gestão do conhecimento adquirido, capacitação de um equipa multidisciplinar e com parceiros estratégicos, é possível ampliar a eficientização da Unicamp e garantir que outras instituições possam seguir este exemplo e criar os seus próprios projetos e equipes.

Referências

CPFL ENERGIA. Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/chamada-publica/SiteAssets/Paginas/chamada-publica/Procedimentos%20do%20Programa%20de%20Efici%C3%A3ncia%20Energ%C3%A9tica%20-%20PROPEE.pdf>

http://www.imprensaoficial.com.br/ENegocios/MostraDetalhesLicitacao_14_3.aspx?IdLicitacao=1446375#21/11/2021

10

Projeto GenIoT – Sistema para Suporte À Gestão Energética Utilizando IoT *(Internet of Things – Internet das Coisas)*

Jorge Yasuoka

José Luiz Pereira Brittes

Gabrielly Araújo Cordeiro

Eduardo Nunes

Robert Eduardo Cooper Ordóñez

Sergio Valdir Bajay

10.1 Introdução

A introdução ao subprojeto GenIoT, Gestão Energética Inteligente baseada em *IoT*, precisa passar por um breve resumo sobre o contexto da evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), e pelo desenvolvimento da *Internet of Things (IoT)*, a qual se conecta, intrinsecamente, à vida, de fato inteligente, e à sustentabilidade.

É bem conhecida a evolução da área de Tecnologia, normalmente designada TIC, que mescla computação com comunicação. Desde a era

do telégrafo, no século XIX, ela passou pela eletrônica à válvula, pela invenção de semicondutores na década de 1960 e, a partir daí, teve vertiginoso e ininterrupto avanço permitindo a implantação de dispositivos computadorizados para pessoas e coisas, interconectando-os por uma rede mundial que mescla desde pequenas LANs, Redes Locais, até satélites, numa grande gama de tecnologias de comunicação, com ou sem cabos.

Isso turbina a atual computação em nuvem, apoiada pela inteligência computacional, que tende a se disseminar em todas as áreas da vida humana, integrando cada vez mais a internet das pessoas e das coisas. O número de dispositivos conectados em rede saiu de cerca de 150 mil nos anos 1990, para 1 bilhão em 2010, 5 bilhões em 2015 e 25 bilhões em 2020. Os dados potencialmente disponíveis nessa grande rede, desde o início do século XXI, aumentaram de 0,1 Zettabytes (ZB) (10^{21} Bytes), para cerca de 40 ZB hoje, quatrocentas vezes, em progressão geométrica.

Esse novo cenário é a base das mudanças mais disruptivas que foram experimentadas pela humanidade em toda a sua história. A sociedade, desafiada pelo aumento exponencial da população mundial e pela inexorável limitação crescente de recursos de toda ordem, terá que usar e abusar da inteligência humana, como já se vê na busca por viver nas chamadas cidades inteligentes.

Inteligência aqui não significa simplesmente instalar interfaces digitais em infraestruturas tradicionais ou agilizar as operações da cidade. Ela também significa utilizar tecnologia e dados com propósitos claros para se tomarem decisões inteligentes e melhorar a qualidade de vida de todos, em tópicos como otimização do tempo (*time and convenience*), segurança (*safety*), custo de vida (*cost of living*), produtividade e qualidade com emprego enxuto (*lean job with productivity & quality*), conexão social e participação cívica (*social connectedness and civic participation*), e qualidade de vida e do meio ambiente (*healthy life and environmental quality*).

Isso remete à seguinte conclusão, os cidadãos precisam ser inteligentes de forma que sem “*smart citizens*”, não há como se ter “*smart*

cities" viáveis. Portanto, inteligência nas mais várias áreas foco da tecnologia, tais como mídia, sustentabilidade, saúde, costumes e saneamento, por exemplo, dependem tanto de infraestrutura inteligente, como de pessoas com costumes de uso eficiente. Não haverá resultados robustos sem a convergência de ambos.

Dessa forma, a disseminação da tecnologia, em si, não é garantia de bons resultados, a menos que o cidadão seja capaz de usá-la para a civilidade, o que requer o uso dessa tecnologia para educação. Neste contexto, a *IoT* pode entrar como um agente auxiliar. Evidencia-se a importância da *IoT* na educação escolar, principalmente porque o mundo dos "nativos digitais" será, cada vez mais, o mundo da conexão e informação, com base em mídias diversas, hiper referenciada num ambiente multi e interdisciplinar, *online*, interativo e global. Trata-se de uma nova forma de se transmitir e absorver conhecimento.

Destarte, um elemento importante que a *IoT* proporciona é a integração entre humanos e sistemas físicos de forma geral, o que torna o conhecimento aplicável em tempo real, com grande potencial de aprendizado de *feedback*. Criam-se malhas de sistemas de controle que interconectam pessoas e coisas, num processo de contínua melhoria de desempenho das várias facilidades e suas dinâmicas de uso, e que envolvem pessoas num dado ambiente, com aprendizado teórico e prático *online*, e resultados sustentados.

Nesse sentido, viver tende a se tornar um conjunto de experiências em laboratórios vivos, nas residências, nas empresas, lugares públicos, escolas e estádios, dentre tantas outras áreas de convivência humana, em que este tipo inovador de processo educacional responda a demandas desafiadoras da sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Considerando este foco, surge o Geni*IoT* que se propõe a suportar um processo de educação energética de tempo real, para otimização de ganhos e sua manutenção em processos de eficiência energética. Em um primeiro momento em universidades, centrado no suporte de uso da energia ligada a processos como conforto ambiental das pessoas, conforto de iluminação, segurança e controle de desperdício energético.

O subprojeto GeniIoT também tem seu escopo alinhado a alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pelas Nações Unidas do Brasil (2021), dentre eles identificam-se principalmente: energia limpa e acessível – melhorias de eficiência energética e acesso a pesquisa e tecnologias; consumo e produção responsáveis – práticas de gestão sustentável e uso eficiente de recursos naturais, disponibilização de informações para as pessoas se conscientizarem sobre práticas de desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, a proposta associa o uso da tecnologia a práticas sustentáveis. No âmbito econômico, identifica-se o fator da Relação Custo-Benefício (RCB) para projetos de eficiência energética com um investimento prudente, no aspecto social encontram-se as práticas de educação e conscientização da comunidade que interage com o sistema e aprende sobre uma forma mais eficiente de uso dos recursos, a comunidade torna-se um ator principal neste processo e, por fim, no aspecto ambiental há a utilização dos recursos naturais de forma mais consciente por meio da minimização dos desperdícios do uso da energia elétrica e redução de emissão de CO₂.

10.2 Situação Geradora

As razões para a aplicação do projeto GeniIoT levam em consideração os seguintes aspectos, que afetam o processo de eficiência e seus resultados:

- Atualmente, o processo de Eficiência Energética, vinculado ao PEE/ANEEL “não conversa” com o processo de Etiquetagem de Edificações, vinculado ao ENCE/Procel.

A lógica sugere que, primeiramente, é necessário fazer uma avaliação da edificação a ser eficientizada, para se definir um diagnóstico e meta de etiquetagem, consoante à qual o projeto de eficiência energética entra para contribuir com a máxima RCB possível. A condição de não eficientização preliminar de edificações pouco eficientes tende a implicar alto investimento em equipamentos “super” eficientes para

compensar a viabilidade, o que tende a ser mais oneroso que adequações na edificação, muitas vezes de menor custo (pinturas, ajustes de telhados, fachadas, chaminés térmicas).

Também, a composição de ambas as abordagens, pode, eventualmente, otimizar a RCB, viabilizando um projeto de PEE de menor custo. Sem isso, a mescla de etiquetagem e eficiência energética, que seria o investimento mais prudente, dará, mais cedo ou mais tarde, lugar à investimento na expansão da oferta.

- Hoje, o processo de Eficiência Energética do PEE/ANEEL é de malha aberta, estático, sem envolver a atuação do usuário da energia elétrica, o cidadão (Figura 10.1).

A implantação de projetos do PEE/ANEEL dá-se, hoje, basicamente via *retrofit* de aparelhos e máquinas (reduzindo demanda), implantação de automação (racionizando demanda e uso, sem envolvimento do usuário) e adequação de instalações (reduzindo perdas).

Embora ele venha sendo bem-sucedido, pois tem retirado 4,5T Wh/ano e 1,4 GW da ponta (ANEEL, 2016), o sistema produz um resultado estático, no qual a ação de eficientização é feita e validada num dado momento, mas não há gestão nem acompanhamento de seu desempenho no tempo.

Portanto, uma RCB válida num dado momento não tem garantias de se perpetuar, e a dinâmica de evolução da infraestrutura eficientizada, com sua expansão, perda de eficiência de equipamentos, renovação de usuários e ausência de conexão entre usuário e energia consumida, dentre outros fatores, tende a desencaminhá-la, novamente, para a ineficiência.

Ademais, a menos de campanhas educacionais informativas, com pouca interatividade com consumidores via monitoramento em tempo real, o sistema pouco afeta e/ou envolve o ator principal do processo: O cidadão-consumidor da energia. Por não o envolver, a ação de eficientização quase não impacta melhores práticas, cultura, educação, consciência socioambiental, mercado e estilo de vida, elementos que são afetados numa inovação de sistema (SARTORIUS, 2006; KEMP e ROTMANS, 2005).

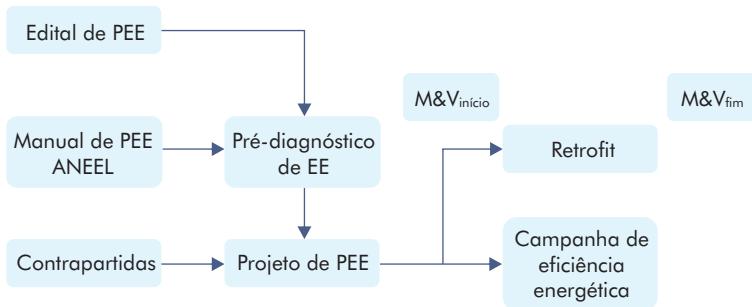


Figura 10.1 Representação simplificada e atual do Processo de PEE/ANEEL.

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, um conhecido problema no âmbito da eficiência energética tradicional é o fato de o esforço de eficientização produzir um efeito contrário no consumidor, ou seja, um afrouxamento no seu comportamento, após o mesmo ter a noção de que seus aparelhos, agora, são mais eficientes, o que, em muitos casos, já é suficiente para anular, quando não inverter, os efeitos da eficientização.

As razões acima, aliadas à pressão exercida pela tendência de saturação do processo de mero *retrofit* continuado – o investimento feito, com o passar do tempo, tende a consumir o *gap* de ineficiências que resulta da substituição crescente de equipamentos de pior rendimento – demandam ações que avancem na direção de tecnologias disruptivas e incorporação de novas ferramentas de gestão e inteligência, como agentes de mudança positiva do Programa de Eficiência ANEEL e de Etiquetagem de Edifícios do Procel.

- A aplicação de tecnologia de *IoT* na área da eficiência energética também é um dos segmentos que vem passando por transformações e desenvolvimento de soluções para ampliar a interação entre o ambiente real e virtual, possibilitando o desenvolvimento da digitalização (CNI, 2016).

A tecnologia neste caso é um fator competitivo para o ambiente nacional, visto que o país pode orientar seu posicionamento estratégico de planejamento energético, apoiar a atualização de regulações e promover atividades de pesquisa e desenvolvimento na área para incentivar

a capacitação profissional. As novas tecnologias avançam e vão transformar o modelo de negócio do setor elétrico, como por exemplo na utilização de Big Data para suporte a tomada de decisão, estrutura de redes inteligentes, aplicação de tarifas dinâmicas, entre outros.

10.3 Objetivos

Nesse contexto, e na perspectiva de se criar uma ferramenta que padronize, sistematize, racionalize e dê maior efetividade ao processo continuado de eficientização de todos os *campi* da Unicamp, bem como futuramente para o Mercado em geral, com substancial apporte de inteligência, é que se insere a proposta de desenvolvimento do GeniIoT.

O Sistema para Suporte à Gestão Energética utilizando *IoT* tem uma base genérica de *hardware* de *Building Energy Management System* (BEMS), incorporando Interface Interativa Homem-máquina (IHM) de tempo real e interatividade com *feedback* para o usuário da energia que está sendo consumida, conectividade com níveis hierárquicos superiores para gestão da energia, e implementação de *Analytics* para inteligência de eficientização continuada, perfazendo um *framework* metodológico e de um suporte computacional, esse último dando base operacional ao *Smart Efficiency* (Figura 10.2).

O *Smart Efficiency* é um novo conceito de se fazer eficiência energética com etiquetagem, composto de um fluxo de processo e um pacote de *Analytics* que processa dados de tempo real dentro das tecnologias *IoT* e Big Data aplicadas aos ambientes eficientizados e oriundos de outras bases pertinentes.

O sistema, em seu conjunto, implementa o conceito “*kaizen*” (LIKER e MEIER, 2007) na Eficiência Energética de uma dada infraestrutura eficientizada.

Além disso, este conceito consiste na busca pela maximização tanto da eficiência energética como dos usuários, para que assim seja desenvolvida a cultura do uso racional de energia elétrica, a um primeiro momento por meio da melhoria no uso de equipamentos. Ações com

esta natureza podem complementar programas de políticas públicas, como o Programa de Eficiência Energética da ANEEL.

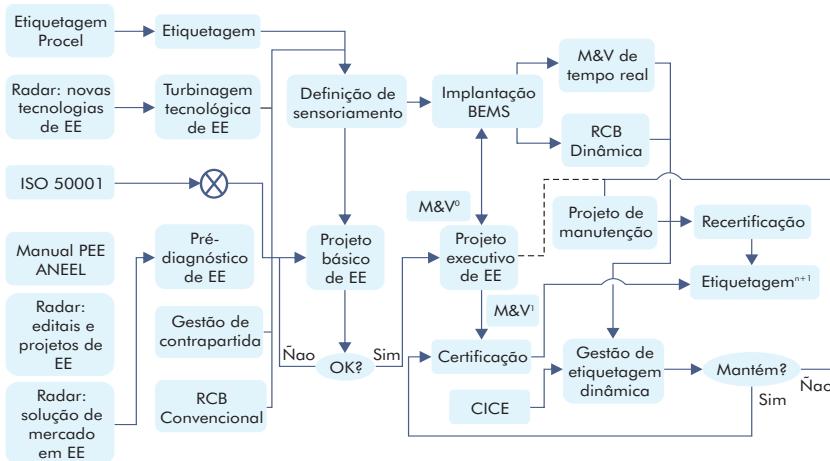


Figura 10.2 Fluxograma do Novo Processo de PEE-ENCE Suportada pelo GenitoT.

Fonte: Elaboração própria.

Em resumo, o GeniLoT é um sistema computacional, composto de um *framework* metodológico que opera sobre um suporte computacional, e que propõe uma inovação de sistema, a qual inclui inovação de produto e processo conforme Geels (2005), com vistas a viabilizar uma nova forma de se fazer eficientização energética, com mudanças estruturais (FRANTZESKAKI e DE HAAN, 2009), no atual programa de eficiência energética da ANEEL e de outras instâncias de indução desse tipo de projeto.

10.4 Projeto GeniloT

10.4.1 O que é IoT

A fim de promover uma compreensão da principal tecnologia que opera-
cionaliza o Sistema *GeniloT*, torna-se necessário a apresentação da defi-
nição de *IoT* que pode ser descrita como uma rede de elementos físicos

que dispõem de dados digitais, interconectados a computadores, e que trocam dados entre si. Em outras palavras, *IoT* é um conjunto de elementos digitais, tais como sensores e interruptores, isolados ou embarcados em aparelhos domésticos, carros, roupas, equipamentos, entre outros, que se comunicam digitalmente com dispositivos eletrônicos tais como celulares, computadores e *tablets*, criando uma plataforma de arquitetura funcional ilustrada esquematicamente na Figura 10.3.

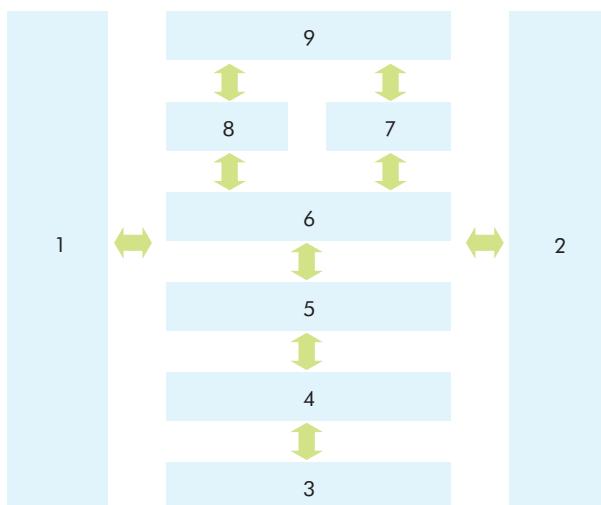


Figura 10.3 Arquitetura de uma Solução de *IoT*.

Fonte: Elaboração própria.

O bloco 1 é uma Base de Dados, um repositório armazenador de arquivos importantes, e o bloco 2 é a simultânea existência de Confiabilidade e Segurança, com ferramentas de controle de acesso, segurança, consistência e integridade de dados/informação e gestão de *hardware* da plataforma. Esses dois blocos interagem com a operação de todos os demais blocos.

Os blocos 1 e 2 se conectam com o bloco 3, uma camada de Conectividade e Normatização, que são agentes e bibliotecas que garantem a constante conectividade entre objetos, sincronismo e harmonia entre formato de dados.

O bloco 3 interconecta-se com o bloco 4, que opera a Gestão de Dispositivos, com ferramentas de suporte para gestão operacional da plataforma, conexão de dados entre a plataforma e aplicações remotas, bem como atualização *online* e *offline*.

O bloco 4 interconecta-se com o bloco 5, que realiza o Processamento e Atuação, que são motores de regras e outras funções para atuação (homem ou máquina) com base em dados de sensores e dos equipamentos, gerando uma interface de/para o bloco 6, o qual permite aos usuários a Visualização de Dados, muitas vezes apresentados em gráficos em tempo real do sensoriamento, relatórios, alarmes.

Esses dados são interconectados aos blocos 7 e 8, que podem se complementar pela atuação de Inteligência, via algoritmos para cálculos avançados e aprendizado de máquina e por Ferramentas Auxiliares, outras Ferramentas (prototipagem de app, gestão de acesso, formulários).

Essa camada pode se interconectar ainda de forma mais ampla com o mundo exterior, a outras plataformas, através do bloco 9, Interfaces Externas, via algumas facilidades, tais como *Application Programming Interface* (APIs), *Semi Knocked-Down* (SKD) e *gateways* que atuam como interfaces para sistemas de terceiros (por exemplo, *Enterprise Resource Planning* – ERP e *Customer Relationships Management* – CRM)

10.4.2 O que é o GeniIoT

Conceitualmente, o GeniIoT é um sistema de suporte computacional, isto é, abrange uma plataforma específica de *hardware* que se insere em alguma medida no conceito de *IoT*, algumas estruturas de banco de dados com ferramentas de *Big Data*, e desenvolvimento de *Analytics* na forma de algoritmos computacionais.

O GeniIoT é potencialmente aplicável a qualquer processo que envolva a interação entre infraestrutura com baixo nível de automação e pessoas, por meio de monitoramento massivo, para o qual a gestão possa ser impactada pelo monitoramento, *Analytics* de dados e interação em tempo real com usuários funcionalmente ligados ao(s) processo(s) monitorado(s) e/ou controlado(s).

No projeto Campus Sustentável – Unicamp, o GeniIoT é um projeto de *hardware* e *software* modular que compõe um sistema para gestão de energia inteligente, *IoT based*, pelo qual se pode implantar um processo de kaizen em gestão energética, aplicável a qualquer *driver* energético e quaisquer usos dele. Este se presta a toda a cadeia energética, a saber, oferta, conversão e/ou uso final, incluindo a interação com pessoas.

A ideia de concepção do Sistema GeniIoT é representada na Figura 10.4, onde se tem os blocos/camadas que concretizam a arquitetura do sistema (Processos de Gestão/Suporte – processos de gestão e execução do projeto; *software*, *firmware* e *hardware* – estrutura de operacional; Planta – infraestrutura para implantação) em conjunto com suas respectivas funções de gestão, processamento, monitoramento e controle, armazenamento.

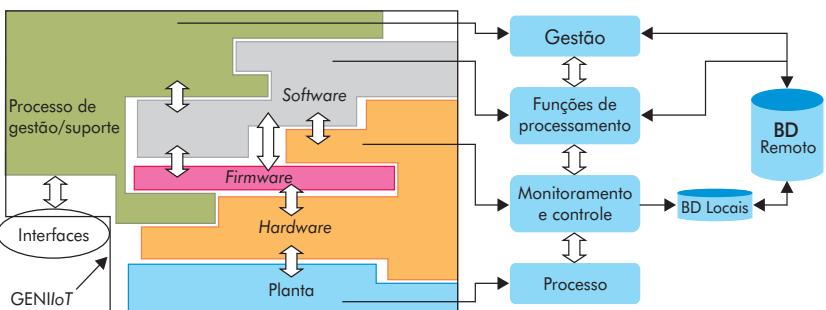


Figura 10.4 Visão geral do Projeto GeniIoT.

Fonte: Elaboração própria.

O GeniIoT para o usuário final, pessoa física ou jurídica, que é o ente ativo consumidor da energia com determinado tipo de utilidade (frio, calor, refrigeração, aparelhos e máquinas em geral domésticas ou industriais, iluminação, movimento, entretenimento, entre outros), e atuante no processo de sua gestão, serve para criar um ambiente de informação, conscientização e indicação de comportamentos ligados à oferta, conversão e uso final da energia, com grande clareza sobre como usar a energia, em termos de seu preço, eficiência, impactos ambientais e outros aspectos correlatos.

Nesse foco de eficiência energética na demanda, o Geni*IoT* se destina à uma inovação de processo no PEE, Programa de Eficiência Energética da ANEEL e no Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), do Procel. Com isso, busca-se produzir mudanças regulatórias capazes de melhorar o processo do PEE em si, com melhores projetos de eficiência energética e seus resultados de curto e longo prazo, bem como integrá-lo ao processo de etiquetagem e certificação de edifícios.

10.4.3 Definição da Infraestrutura e Características de Implantação

O sistema Geni*IoT* foi concebido para ser modularizado devido a integração de diferentes tecnologias, diferentes meios de comunicação de dados e pela velocidade na evolução das tecnologias envolvidas em cada parte do conjunto. A modularização, conceito bastante comum em chão de fábrica de indústrias, auxilia na discretização do projeto e equipes (desenvolvimento independente dos módulos), atualizações parciais, e, sobretudo, possibilita manutenções com baixo impacto no funcionamento geral do sistema.

As funcionalidades projetadas sob estes módulos são:

- Coletar informações de energia e variáveis ambiente em períodos que variam de 1 minuto a intervalos programáveis;
- Aplicar algoritmos pré-programados sobre os dados coletados para geração de novas informações e armazenagem das mesmas;
- Apresentar as informações coletadas e calculadas ao usuário do ambiente monitorado a fim de estimular o uso racional da energia elétrica, em tempo real;
- Receber *feedback* do usuário e realimentar como parâmetro de entrada de algoritmos programáveis;
- Disponibilizar todas as informações coletadas e calculadas em uma base de dados histórica para estudos *offline*;
- Monitorar diversas tipologias de salas.

Para atender estas necessidades, foram adotadas as seguintes premissas para o desenvolvimento do sistema proposto:

- Produto de fácil instalação em diversos tipos de ambientes encontrados dentro de uma Universidade;
- Emprego de tecnologia de *hardware* de fácil acesso, implementação e manutenção, com farta documentação e baixo custo de aquisição;
- Emprego de *softwares* de código aberto e gratuitos, com farta documentação e de aplicação sólida no mercado;
- Facilidade na replicação do sistema para outras salas e/ou unidades fora do prédio piloto;
- Baixa complexidade;
- Possibilidade de interação com o usuário através de meios eletrônicos populares, como o *smartphone* por exemplo, para que não haja dificuldades e/ou obstáculos ao usuário em reportar seu *feedback*, visando estimulá-lo a realizar essa tarefa.

As salas escolhidas no prédio piloto para instalação dos sensores se enquadram na seguinte tipologia, onde todas possuem condicionadores de ar de diversos modelos e potências:

- Sala administrativa: O tamanho e a ocupação são conhecidos, e o perfil de uso é bastante regular, respeitando-se na maioria das vezes horários bem determinados;
- Sala de professores: Possui perfil de ocupação diferenciada para cada professor, mas o seu uso é bastante regular;
- Sala de pesquisadores: Cada ambiente é ocupado por poucos pesquisadores, e possuem tamanho típico. O perfil de ocupação se mostra regular, porém os horários de utilização são variados;
- Sala de aula: Devido a variedade de tipos e ocupações, adotou-se o sensoriamento em salas de aula da pós-graduação. Normalmente, a capacidade máxima é de 20 a 30 alunos, em ambiente fechado com utilização de condicionamento ambiental. O perfil de uso também é bastante diversificado, inclusive com utilização durante o período noturno;

- Laboratório: Decidiu-se excluir laboratórios com uso de equipamentos que emitem muito calor ou que sejam utilizados maquinário pesado, tais como, fornos e tornos, pois este tipo de ambiente se assemelha mais com uma indústria do que com um ambiente acadêmico.

10.4.4 Definição do *Hardware*

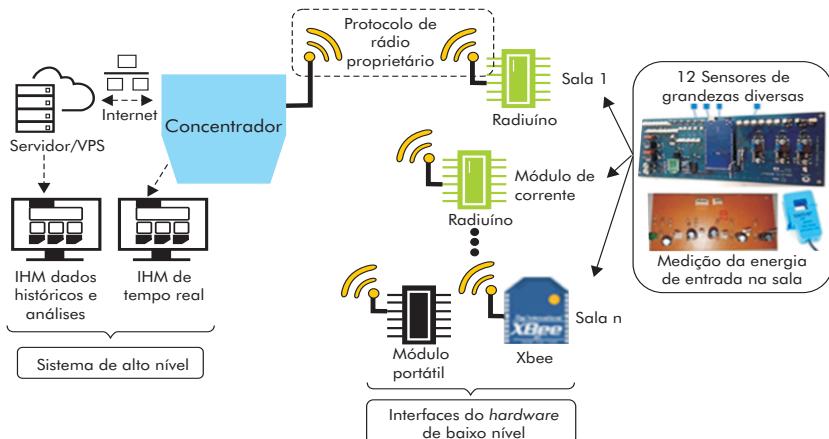


Figura 10.5 Visão geral do hardware.

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 10.5 é apresentado o esquema geral do Sistema GenIoT instalado. O sistema consiste em um *Módulo Local* microprocessado (baseado em Arduino) instalado dentro de cada sala, onde são conectados os diversos tipos de sensores. Os dados são coletados e enviados via rádio (baseado em módulo tipo Xbee) para um *Módulo Concentrador* (baseado em um módulo BeagleBone), que fica instalado no corredor externo próximo as salas. Ele é responsável por concentrar e processar os dados oriundos das diversas salas sensoriadas. O equipamento também disponibiliza e envia os dados a um banco de dados histórico remoto via internet.

A comunicação entre o *Módulo Local* e o *Módulo Concentrador* é feita através de rede sem fio (rádio em banda Industrial, Scientific &

Medical não licenciada de 900 MHz – de alta frequência com comunicação ponto a ponto) devido à localização dispersa das salas, pois estas estão distribuídas em 3 pavimentos e distantes uma das outras, e também pela facilidade na instalação por não requerer cabeamento e fixação de conduítes ou canaletas. O *Módulo Concentrador* coleta os dados de várias placas instaladas nas salas em intervalo de minuto a minuto. A sua arquitetura é baseada em um sistema operacional Linux, com banco de dados local, servidor web Apache, framework php e softwares para processar algoritmos, como o Python.

Um cartão de memória faz o *backup* de dados (por segurança) em cada placa instalada na sala, para que os dados não se percam mesmo se o sistema perder a comunicação via rádio ou internet. Um banco de dados relacional serve de repositório de dados histórico para análise posterior e estudos sobre os dados coletados.

Os dados monitorados em cada sala são os seguintes:

- Temperatura e umidade relativa do ar dentro e fora da sala, além do ar na entrada e saída da evaporadora do ar-condicionado;
- Temperatura de parede do lado interno e externo;
- Corrente consumida pelo ar-condicionado, monitorado no quadro de distribuição de energia;
- Concentração de dióxido de carbono (CO_2) dentro da sala;
- Luminosidade do ambiente;
- Número de pessoas dentro da sala.

Conectando-se ao banco de dados histórico no servidor, baseado em MySQL, através de ferramentas de *Business Intelligence* (BI) de mercado, tais como o MS Power BI, tem-se acesso aos dados possibilitando estudos mais aprofundados e a utilização destes, por exemplo, em softwares de cálculo de carga térmica e conforto térmico, para validar e servir de *benchmark* para a calibração dos algoritmos do sistema.

Um aplicativo de celular é utilizado para coletar o *feedback* dos usuários das salas permitindo que esta informação seja utilizada para recalibrar os algoritmos de cálculo que expressam o conforto térmico.

10.4.5 Proposta de Modelo de Gestão para Implantação do Projeto

Projetos de gestão e eficiência energética inteligente com conceito de digitalização envolvem sistemas de monitoramento e armazenamento de dados, simulação de cenário e tomada de decisão colaborativa. Devido a este ser um ambiente complexo de execução e com muitas variáveis deve ser apoiado por uma metodologia de implantação que envolva tanto os conceitos pertinentes a digitalização como para a eficiência energética.

Neste sentido, a proposta do GenIoT também, além de ter suas camadas de *hardware* e *software* descritas, apresenta a camada do processo de desenvolvimento do projeto e os conhecimentos associados, todos estruturados em um fluxo de implantação a fim de construir a camada de Processos de Gestão e Suporte (Figura 10.4). O fluxo de execução do projeto é formado por etapas que consideram a visão de aspectos estratégicos e operacionais, como o nível de maturidade do projeto, as barreiras envolvidas e descrição do projeto piloto. A Figura 10.6 ilustra a visão geral do fluxo e suas etapas correspondentes.

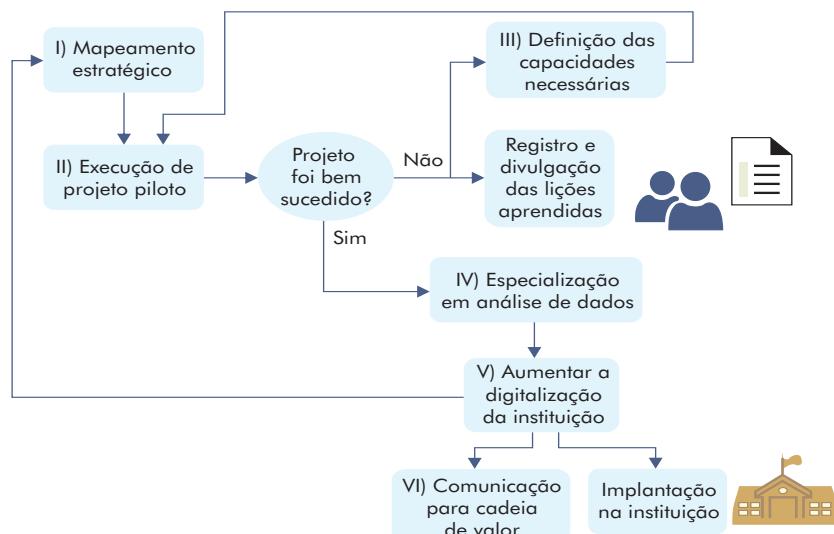


Figura 10.6 Modelo de Referência da Execução do Projeto GenIoT.

Fonte: Adaptado de CORDEIRO et al. (2017).

Etapa I – Mapeamento Estratégico

O mapeamento estratégico do projeto começa com um reconhecimento das barreiras e desafios pertinentes ao ambiente de digitalização, totalizando dez conceitos que podem ser medidos a partir da opinião da equipe envolvida. Neste momento, o objetivo é mapear as possíveis dificuldades que serão encontradas antes do início do desenvolvimento técnico.

As possíveis barreiras mapeadas para implantação são: investimento; perfil de competências profissionais; aceitação da equipe, funcionários e usuários; padronização e arquiteturas de referências; segurança; redes de comunicação; mudanças organizacionais e de processo; aspectos legais; tratamento de dados; tecnologia.

Após ter o conhecimento sobre as possíveis barreiras, é necessário fazer uma avaliação da maturidade do projeto tanto para os aspectos relacionados às tecnologias de digitalização quanto para aspectos de eficiência energética. Neste caso, será descrita uma avaliação qualitativa sobre o nível de maturidade do GeniIoT alinhado às tecnologias de digitalização por meio de uma matriz composta por quatro estágios/níveis de desenvolvimento e sete dimensões, conforme ilustrado na Figura 10.7.



Figura 10.7 Avaliação qualitativa do nível de maturidade de digitalização no GeniIoT.

Fonte: Adaptado de PWC (2016).

A avaliação de maturidade analisa aspectos estratégicos, organizacionais e técnicos, tendo assim uma visão ampla do desenvolvimento e execução do projeto com este tipo de tecnologia. Para o GeniIoT é feita a seguinte caracterização:

- **Modelos de negócio e acesso a clientes digitais:** Conceito de integrador vertical, pois a solução de Big Data gera uma quantidade de dados relacionados a medição das variáveis ambientes e perfil de consumo do usuário, porém, mesmo que a medição seja de diferentes tipos de ambientes, a solução ainda é dentro de uma unidade específica da universidade, neste caso a FEM. Logo, tem-se primeiras soluções digitais e aplicativos isolados. Nesta dimensão, os novos insumos econômicos (dados) irão refletir em novas formas de pensar sobre o modelo de gestão da organização, além de criar um novo perfil de consumidor;
- **Digitalização de ofertas de produtos e serviços:** Dimensão não aplicável neste projeto, no momento caracteriza-se como um projeto de pesquisa e desenvolvimento dentro do âmbito da universidade, o resultado pode ser considerado como um protótipo. Sendo assim, futuramente pode ser feita uma análise de viabilidade da plataforma para prospecção da oferta de produtos ou serviços na área de eficiência energética;
- **Integração da cadeia de valor:** Classificação como integrador, pois as informações de medição podem ser disponibilizadas internamente para departamentos da universidade, usuários, entre outros, dentro do ambiente da universidade por meio de uma página *web*. Existem subprocessos digitalizados, como a medição das variáveis ambientais, e não há ainda uma definição de fluxo de colaboração entre os envolvidos na cadeia;
- **Capacidade de análise de dados:** Refere-se a forma de como a informação é tirada do grande montante de dados que foram coletados (manipulação automatizada, autoaprendizagem, análise de impacto da informação e apoio à decisão). Na dimensão deste projeto pode ser considerado um nível

avançado para este padrão, pois está sendo feita a estruturação de um *Analytics* com informações sobre conforto térmico, *feedback* do usuário e análise de RCB, porém esta informação precisa de mais validações na prática;

- **Arquitetura de TI:** Infraestrutura de TI comum com repositório de dados e troca segura é classificada como iniciante pela forma experimental das ações e por utilizar componentes adequados a este tipo de desenvolvimento, porém com a execução do projeto piloto é possível evoluir para tornar o protótipo didático e a infraestrutura física mais robustos. Arquitetura de TI *in house*;
- **Acordos, segurança, aspectos legais e fiscais:** Classificação não aplicável neste momento devido o projeto não mapear de forma mais detalhada questões legais tanto para a área de eficiência como para a permissão de acesso às informações coletadas. No entanto, esta iniciativa pode influenciar aspectos da política de PEE.
- **Organização, funcionários e cultura digital:** Características de integrador por meio da colaboração em ações e compartilhamento de práticas entre todos os agentes envolvidos dentro do Subprojeto GeniIoT e da universidade.

Em resumo, tem-se a aplicação das tecnologias e conceitos de Sistemas Ciberfísicos, *IoT*, Ferramentas e Modelos de Simulação, *Big Data*, Digitalização, em soluções a nível micro, pontuais e referentes ao ambiente interno de uma instituição. Além desta avaliação da maturidade de forma qualitativa, está sendo validada uma proposta para medir quantitativamente a relação entre as barreiras e nível de evolução digital do projeto que poderá resultar em um diagnóstico futuro.

Outro ponto importante consiste em fazer uma avaliação de maturidade para aspectos de eficiência energética do resultado do projeto. Neste sentido, existem alguns estudos que apoiam tal avaliação, como por exemplo o trabalho desenvolvido por Prashar (2017), no qual é feita a avaliação de sete dimensões (Iniciativas de gestão eficaz; Estrutura e procedimentos; Acordos regulatórios e oportunidades de

incentivos financeiros; Sistema de informação para gestão da energia; Inovações de produto e processo; Comunicação interna; Cultura) em cinco níveis de maturidade (Nível avançado; Nível engajado; Nível organizado; Nível iniciante; Nível esforçado).

A partir do mapeamento do grau de maturidade sobre a tecnologia de digitalização, levantamento da aplicação de conceitos de eficiência energética e definições de desafios e barreiras da digitalização, a equipe do projeto pode dar andamento às próximas etapas e ajustar o escopo do objetivo a ser desenvolvido, de modo que as informações estejam mais claras e evidentes. Esta etapa ajuda a direcionar a organização quanto ao real objetivo da implantação de alguma tecnologia alinhada à estratégia do local. Ressalta-se que este não é um processo estático e pode ser reavaliado à medida que for necessário algum tipo de atualização no projeto.

Etapa II - Execução do Projeto Piloto

A etapa de execução do projeto piloto concretiza os conceitos e objetivos delineados na etapa estratégica. Inicialmente, é necessário que sejam feitas atividades pertinentes ao contexto de planejamento do projeto, atendendo ao aspecto de gestão. Dentre essas atividades podem ser listadas: definição de cronograma, definição de equipe do projeto e matriz de responsabilidades, mapeamento dos custos e orçamento para execução, mapeamento e mensuração de riscos, dentre outros aspectos.

Após executado este planejamento, inicia-se a execução do projeto no seu âmbito físico e operacional. Para tanto, é necessário definir os fluxos dos processos pertinentes às aplicações práticas, garantindo assim seu funcionamento e operação após período de término e entrega da solução.

Um projeto piloto de gestão e eficiência energética é composto de muitas atividades na sua execução, como: Mapear novas tecnologias de eficiência energética; analisar as informações sobre ISO e do Manual PEE ANEEL; mapear editais de projetos de eficiência energética e soluções existentes no mercado; analisar o aspecto de etiquetagem;;fazer

o pré-diagnóstico; definir sensoriamento; elaborar projeto de manutenção; definir gestão da etiquetagem, entre outros, como ilustrado na Figura 10.2.

Com relação a arquitetura operacional do projeto piloto, descrito nos tópicos 2.4.2 e 2.4.3, também é importante definir o nível de desenvolvimento que a estrutura física irá atingir para o projeto em execução. Para tanto, neste estudo utiliza-se uma referência composta por cinco níveis de evolução de um sistema inteligente, conforme proposto por Lee, Bagheri e Kao (2015).

Em resumo, o resultado do projeto em forma de produto, neste caso o sistema de monitoramento GenIoT, pode estar evoluindo desde um Nível de Conexão Inteligente, caracterizado principalmente pela instalação de uma rede de sensores, até o Nível de Configuração, no qual existe a autoconfiguração, ajuste e otimização do sistema sem intervenção do homem para execução das decisões.

No GenIoT, identifica-se que o produto do projeto será direcionado a atingir o Nível Cognitivo de Desenvolvimento (IV), pois serão gerados dados sobre as melhores configurações do ambiente de consumo energético considerando as informações coletadas nos ambientes e simulação computacional para conforto térmico. Estas informações serão fornecidas aos usuários que irão configurar o sistema de ar-condicionado e fornecer o *feedback* ao sistema, realizando a tomada de decisão colaborativa em paralelo a ações de conscientização. A Figura 10.8 representa o nível da arquitetura operacional.

Em uma visão geral o sistema piloto na FEM/Unicamp monitora, de maneira constante, o consumo de equipamentos e grandezas espaciais relacionadas ao uso. Os dados são armazenados, processados e as informações pertinentes são apresentadas ao ocupante do ambiente. Os *feedbacks* são coletados de maneira online através de aplicativos de celular.

Dando sequência ao fluxo estabelecido pela metodologia de execução do projeto, os resultados dos projetos pilotos seguem basicamente dois caminhos: resultados positivos possibilita a introdução do

conceito dentro da instituição, partindo para etapa de especialização em análise de dados (IV); resultados não satisfatórios necessitam que sejam feitas análises dos motivos do ocorrido e registros de aprendizados sobre execução, recomendando-se a execução da etapa de definição das capacidades necessárias (III). Lembrando que é necessário sempre fazer o registro das lições aprendidas para garantir a gestão e transferência de conhecimento.

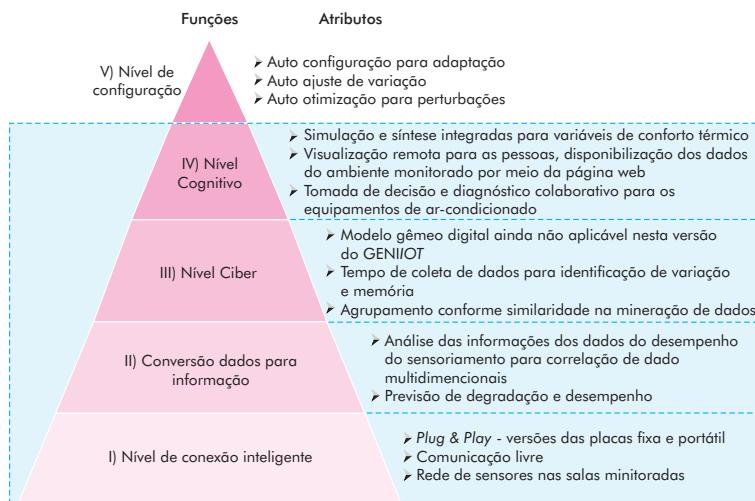


Figura 10.8 Nível de desenvolvimento da arquitetura operacional do projeto piloto.

Fonte: Adaptado de Adaptado de LEE, BAGHERI e KAO (2015).

Neste estudo, como se trata de um projeto de pesquisa e desenvolvimento, é possível direcionar resultados para as duas etapas mencionadas. De modo que a placa didática em sua versão 1 permita tanto a sua instalação na instituição para monitoramento dos dados, bem como mapear as capacidades necessárias para desenvolvimento das próximas versões.

Etapa III - Definição das Capacidades Necessárias

A partir da etapa III até VI o estudo encontra-se em validação, sendo possível uma descrição do escopo de suas funções.

A definição das capacidades necessárias (Etapa III) refere-se a recursos humanos e físicos que foram identificados em resultados de projetos pilotos que não tiveram sucesso. Sendo assim, à medida que essas características foram mapeadas por meio da operacionalização de um projeto piloto, deve-se revisar o projeto em andamento e executá-lo novamente para verificar se as necessidades foram supridas.

Alguns estudos mapeiam capacidades possíveis de desenvolvimento (MCKINSEY e COMPANY, 2015). No caso do GenIoT, pode-se identificar algumas variáveis para aprimoramento considerando:

- Recursos e Processos – Consumo inteligente de energia por meio da relação com o usuário; otimização de desvios em tempo real na camada de *software*;
- Utilização de ativos – Controle e monitoramento remoto do uso dos aparelhos de ar-condicionado; manutenção preventiva a partir do histórico de uso;
- Trabalho – Controle e monitoramento remoto do uso das salas; colaboração entre usuário e o sistema; trabalho de automação do conhecimento para suporte a iniciativas de educação energética;
- Qualidade – Gerenciamento digital da qualidade de uso dos recursos (ar-condicionado, iluminação);
- Oferta e Demanda – Previsão de demanda baseada em dados monitorados a partir das placas instaladas.

A partir do aprimoramento de algumas das capacidades identificadas como necessárias durante o projeto piloto, novamente é possível dar andamento ao projeto piloto para avançar no fluxo de implementação.

Etapa IV - Especialização em Análise de Dados

No ambiente de digitalização os dados são aspectos centrais e estratégicos para tomada de decisões. Esta etapa IV inicia após a execução do projeto piloto com resultado positivo e consiste em organizar e analisar os dados gerados visando tomar decisões de maneira mais

efetiva e rápida. Neste contexto, é necessário estruturar iniciativas que vão desde a necessidade de desenvolver sistemas que possibilitem a combinação de diferentes tipos de dados até o treinamento da equipe e usuários que interagem com a solução no dia a dia.

Para o GenIoT existem dados coletados na camada da Planta (Dados de Infraestrutura – localização do sistema fisicamente, regras de operação para identificação se o acionamento será autônomo ou manual; Dados de Equipamentos – regime de uso, quantidade, especificação técnica; Dados de Uso – horário de funcionamento, contagem de quantidade de pessoas, informações do perfil do usuário, informações de temperatura, umidade, corrente), camada de *hardware* (Dados dos componentes – taxa de falha dos sensores), camada de *firmware* (Dados de validação do funcionamento do sistema – calibração, rastreabilidade) e camada de *software* (Dados de simulação e otimização).

Neste cenário é um grande desafio identificar informações estratégicas e relacioná-las a partir do montante de dados (*Big Data*) para estruturação de um *Analytics* que proporcione análises, por exemplo aferição de RCB e avaliação comportamental dos hábitos de uso.

Etapa V - Aumentar a Digitalização da Instituição

A ação de aumentar a digitalização da instituição (Etapa V) consiste na ampliação da digitalização no ambiente interno da instituição, neste caso para toda a Cidade Universitária Zeferino Vaz. Com o intuito de captar os benefícios da tecnologia, é necessário, muitas vezes, tornar a instituição inteira digital, ou seja, evoluir de um nível inexistente ou iniciante para avançado digital.

Para que a ampliação do projeto passe apenas de uma unidade de ensino, ou seja, da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) para outras unidades do Campus é fundamental a expansão da capacidade de coleta, gerenciamento e análise dos dados, bem como iniciativas de investimentos para produção de mais unidades do protótipo e manutenção da atualização tecnológica.

Neste caso, há bastante influência de aspectos estratégicos e políticas de governança institucional para incentivo ao desenvolvimento

de projetos com estas características e estabelecimento de parcerias para financiamento. O projeto também deve contemplar uma documentação de replicação do sistema para multiplicar seu conceito e garantir a transferência de conhecimento.

Etapa VI - Comunicação para Cadeia de Valor

A última etapa consiste em expandir o conceito do projeto para além das fronteiras da instituição, ou seja, promover que a comunidade, empresas parceiras e outras instituições também possa ter a possibilidade de implantar o Sistema GeniIoT, e garantir a troca de informações e disponibilização de dados em uma escala maior considerando um contexto mais diversificado. Este tipo de evolução do projeto contribui para o desenvolvimento do conceito de cidades inteligentes.

10.5 Resultados

A eficiência energética se faz completa quando a mudança comportamental se junta à eficientização do ambiente e dos equipamentos. Uma instalação projetada para ser eficiente pode não ter seus resultados esperados se o uso pelos ocupantes não for consciente.

Neste projeto GeniIoT , que é Sistema para Gestão de Energia Inteligente baseado em *IoT*, a operação ocorre desde a planta física até o processo de macrogestão (produto, sistema, processo e negócio), incluindo suas interfaces. Como resultado foi desenvolvido um *hardware* com duas versões (versão 1 – sistema local fixo e versão 2 – sistema local portátil), que monitoram as condições ambientais fornecendo informações de conforto térmico.

As informações coletadas são disponibilizadas ao usuário que passa a ser um tomador de decisão de forma colaborativa com o sistema, visando a eficiência energética por meio do direcionamento da utilização dos equipamentos de ar-condicionados e do fator comportamental. Além de fornecer dados para o usuário, esta estrutura também contribui para o processo de etiquetagem de edifícios com uso da versão portátil para monitoramento de instalações temporárias e para

diagnósticos por janela de tempo, trabalho este também alinhado às ações de eficiência energética. Por fim, também é proposto o modelo de gestão para implantação de projetos alinhados às tecnologias de digitalização, sendo um estudo motivador inicial para o desenvolvimento de um modelo de referência.

Por fim, esta pesquisa objetiva contemplar o âmbito do ensino por meio das iniciativas de educação e conscientização dos hábitos de consumo, visando a questão da sustentabilidade. No segmento da pesquisa contribui-se com o desenvolvimento de projetos relacionados a aspectos técnicos, como implantação da tecnologia *IoT* para eficiência energética, e também propostas na área de gestão por meio do modelo para desenvolvimento de projetos de digitalização. Por fim, a questão da extensão proporcionará a troca de conhecimento entre a universidade e a comunidade, uma vez que os usuários do sistema Geni*IoT* possam replicar esse conhecimento e hábitos em outros momentos na sociedade.

10.6 Recursos Financeiros Envolvidos e Parcerias

O Subprojeto Geni*IoT* contou com o financiamento contemplado na Chamada nº 001/2016 da ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, com o Grupo CPFL Energia. O principal marco do projeto Campus Sustentável – Unicamp consiste em contribuir na redução dos custos das Instituições de Ensino Superior Estaduais e Federais, sendo a primeira vez em que os programas de Eficiência Energética (PEE) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) foram obrigatórios dentro da mesma chamada.

Outra importante parceria estabelecida foi direcionada para o desenvolvimento do *hardware* com a empresa R4F, que realizou o dimensionamento das placas, validação do projeto e estudos de melhorias em campo.

Na FEM, existe a colaboração com Laboratório de Manufatura Avançada e I4.0 (Bloco HD2) que fornece sua estrutura física para o desenvolvimento dos testes em bancada e acomodação da equipe do projeto, sendo esta uma base na FEM. Além disso, também existe um trabalho conjunto com a equipe de manutenção desta unidade.

Por fim, o Escritório Campus Sustentável oferece o suporte auxiliando na coordenação das atividades e apoiando o monitoramento dos resultados.

Referências

- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Programa de Eficiência Energética – Informações sintéticas dos projetos*. (Plano eletrônico). 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>. Acessado em: 14 set. 2020.
- CORDEIRO, G. C. et al. Etapas para implantação da Indústria 4.0: uma visão sob aspectos estratégicos e operacionais. In: *XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - "A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção"*, Joinville, SC, 2017.
- CORDEIRO, G. C.; ORDONEZ, R. E. C.; FERRO, R. Theoretical Proposal of Steps for the Implementation of the Industry 4.0 Concept. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 2, p. 166-179, 2019. Disponível em: DOI: 10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a1
- CNI –, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Desafios para indústria 4.0 no Brasil*. Brasília: [s. n.], 2016. Disponível em: <https://doi.org/2016>.
- FRANTZESKAKI, N.; DE HAAN, H. Transitions: Two steps from theory to policy. *Futures*, v. 41, n. 9, p. 593-606, 2009.
- GEELS, F. W. *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Cheltenham, UK; Northampton, Mass.: Edward Elgar Pub, 2005.
- KEMP, R.; ROTMANS, J. The Management of the Co-evolution of Technical, Environmental and Social Systems. In: WEBER, M.; HEMMELSKAMP, J. (Eds.). *Towards environmental innovation systems*. Berlin, New York: Springer, p. 33-55, 2005.
- LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, [S. l.], v. 3, p. 18-23, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- MCKINSEY&COMPANY. *Manufacturing's next act*, 2015. Disponível em: <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>. Acessado em: 15 abr. 2017.
- NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL. *Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil*. Casa ONU Brasil, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/index.php/pt-br/sdgs>. Acessado em: 19 fev. 2021.
- PRASHAR, A. Energy efficiency maturity (EEM) assessment framework for energy-intensive SMEs: Proposal and evaluation. *Journal of Cleaner Production*, v. 166, p. 1187-1201, 2017.
- SARTORIUS, C. Second-order sustainability-conditions for the development of sustainable innovations in a dynamic environment. *Ecological Economics*, v. 58, n. 2, p. 268-286, 2006.

11

DIAGNÓSTICO DE ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DA UNICAMP

Lucila Chebel Labaki

Elisabeti de Fátima Teixeira Barbosa

Adriana Petito de Almeida Silva Castro

Larissa Silva Grego

Camila de Freitas Albertin

Letícia Thomé Rosa

Ana Carolina Leardi Felippe

11.1 Introdução

Neste Capítulo são abordados os estudos e informações pertinentes ao diagnóstico de etiquetagem de eficiência energética nas edificações da Unicamp.

Nos últimos anos, a preocupação em relação ao consumo de energia tem sido extremamente enfatizada em diversos países e o setor da construção civil tem evoluído cada vez mais na busca de parâmetros sustentáveis para suas edificações.

Neste sentido, a Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações merece atenção como uma das alternativas que possibilitam a redução

do consumo de energia. Essa metodologia foi desenvolvida por meio da parceria entre a estatal Eletrobrás e o Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (Inmetro).

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) tem como finalidade o combate ao desperdício de energia, bem como o incentivo ao uso racional da energia nas edificações.

Inicialmente voluntário, o processo de etiquetagem tem iminente caráter obrigatório para edificações em todo o território nacional, sendo compulsória a classificação máxima (nível "A"), para edificações públicas federais, desde 2014. Entretanto, para se alcançar a efetiva eficiência energética, é necessária uma mudança de comportamento, tanto individual como coletivo.

Mesmo com acentuado crescimento, a aplicação da Etiquetagem ainda carece de estudos, disseminação de boas práticas, treinamentos e difusão do conhecimento nas mais diversas classes sociais de modo a alavancar ainda mais o processo de maneira adequada, segura e sustentável.

No projeto Campus Sustentável - Unicamp, a equipe que atua no subprojeto 7 (SP7) trabalha no levantamento dos parâmetros de projeto, uso e ocupação, para aplicação do método prescritivo do Regulamento Técnico de Qualidade de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), em vigência desde 2014.

Nas próximas subseções serão apresentados a metodologia para aplicação da Etiquetagem e os resultados do complexo de edifícios da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) e do Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU).

11.2 Contextualização e Motivação

Nas últimas décadas, observa-se que a preocupação com a necessidade de proteção e respeito ao meio natural, diante das consequências da atual forma de desenvolvimento. Tem revelado grande crescimento. As pressões globais pela redução dos impactos ambientais, aliadas à crise

no setor de fornecimento de energia, intensificaram a racionalização do consumo energético e a busca por novas tecnologias.

Como consequência, o desempenho térmico e energético de edificações é temática constante em pesquisas, tanto nacional como internacional.

O uso racional de energia é de extrema importância, tanto para garantir demandas futuras, quanto para evitar o desperdício. A contextualização bioclimática (sustentável) na arquitetura deve assegurar um bom desempenho da edificação, desde a etapa de elaboração do projeto, priorizando estratégias passivas e minimizando o uso de energia para iluminação e climatização. Isso significa potencializar o uso dos recursos naturais, economizando energia durante todo o período de utilização.

A potencialização dos meios naturais como estratégia de desempenho pode contribuir para amenizar o uso de energia na edificação. A necessidade premente é de melhorar o desempenho termo-energético na arquitetura, adequando-se aos novos conceitos de sustentabilidade. É fato conhecido que é mais barato economizar energia do que fornecê-la.

O Brasil tem considerado programas de eficiência energética direcionados a tecnologias de eletrônicos eletroeletrônicos desde a década de 1980. Entretanto, nas últimas duas décadas passou a investir em pesquisas para a evolução e melhorias do desempenho das edificações. Mesmo com este histórico, ainda existem muitas barreiras para a eficiência energética, principalmente nas edificações públicas.

O desconhecimento e a ausência de informações sobre as edificações dos setores de serviços e públicos, juntamente com o grande número de edifícios reservados a essa tipologia de uso, incentivaram a realização de pesquisas com estudos *in-loco* no Campus de uma universidade pública.

Diante desse cenário, o SP7 (subprojeto 7) compõe o projeto Campus Sustentável, utilizando a Unicamp como um laboratório vivo para o diagnóstico de eficiência energética nas edificações do Campus, contribuindo para a pesquisa, capacitação e divulgação de conhecimento científico.

11.3 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar o diagnóstico da classificação do nível de eficiência energética de edificações na Unicamp, por meio da aplicação do método prescritivo e de simulação computacional, propostos pelo PBE Edifica, em 2017. Com isso, será possível avaliar a eficácia de ações de gestão da demanda energética em edificações de universidades públicas.

11.3.1 Objetivos específicos

- Diagnóstico das edificações previamente selecionadas, classificando o desempenho dos diferentes sistemas de envoltória, ar-condicionado e iluminação, através do Método Prescritivo do PBE/Edifica;
- Avaliação da eficácia e viabilidade de soluções tecnológicas como trocas de lâmpadas, e equipamentos de ar-condicionado, instalação de placas fotovoltaicas para geração de energia visando a promoção da eficiência energética;
- Avaliação da eficácia das medidas implementadas quanto ao alcance de melhorias dos indicadores de desempenho das edificações em relação aos padrões de etiquetagem do PBE/Edifica.

11.4 Caracterização da Área Objeto de Estudo

11.4.1 Edificação modelo existente no campus da universidade

Os edifícios “padrão” existentes na Unicamp são da década de 1980 do século passado; trata-se de um projeto desenvolvido a pedido do Prof. Dr. José Aristodemo Pinotti (Reitor da Unicamp de 1982 a 1986). Esse projeto foi replicado dezenas de vezes nos anos seguintes e somam, atualmente, em torno de 80 edifícios no Campus de Campinas. A Figura 11.1 mostra uma das edificações “padrão” no Campus da Universidade.



Figura 11.1 Edifício “Padrão” no Campus da Unicamp.

Fonte: acervo pessoal.

O Local da Pesquisa – Prédios Selecionados

As edificações foram selecionadas para a pesquisa de acordo com sua implantação, orientação solar, e categorias de uso, de modo a atender as tipologias existentes na Universidade. Além disso, foi considerada também a disponibilidade de cada Unidade em participar da pesquisa.

De modo representativo, abrangendo toda extensão do Campus, foram avaliados edifícios de ensino - salas de aulas, administrativo, saúde, biblioteca, restaurante e ginásio de esportes. A localização de cada unidade pode ser observada na Figura 11.2.

Foram avaliados edifícios de salas de aulas e administrativo da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU); Centro de Saúde da Comunidade (CECOM); Restaurante Saturnino (RS); Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH); Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU) e a Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM).

Cabe ressaltar que neste capítulo serão apresentados os resultados das análises do conjunto de edifícios da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) e do Ginásio Multidisciplinar (GMU).

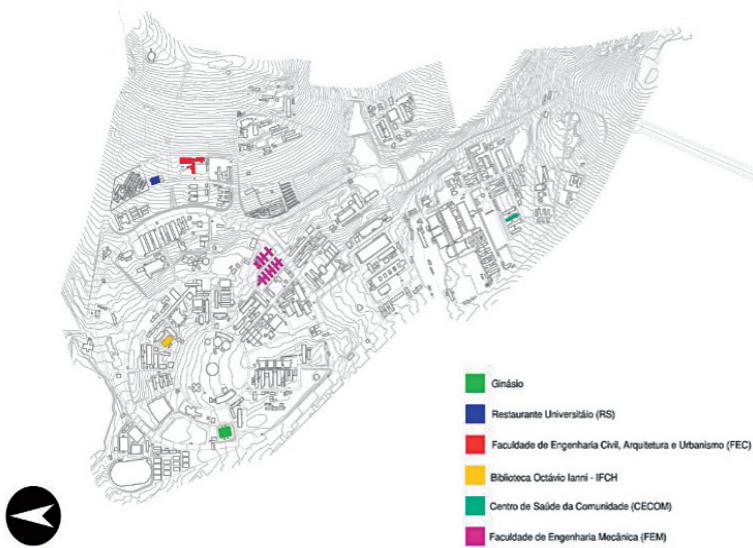


Figura 11.2 Planta baixa com a localização das edificações selecionadas para a pesquisa.

Fonte: Autoria própria.

A Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM)

A FEM, se constitui de um complexo de dez prédios “padrão” com três pavimentos cada, separados em dois conjuntos.

Conjunto 1 – o primeiro conjunto de blocos está nomeado em ordem alfabética a partir da letra B até G, totalizando seis prédios. Possui cobertura com telhas termoacústicas de baixa transmitância térmica.

Conjunto 2 – o segundo conjunto de blocos está nomeado a partir da letra H até K, ou seja, com quatro prédios. A cobertura é constituída de telhas de fibrocimento e amianto. Cabe ressaltar que entre os edifícios há áreas de transição entre um bloco e o outro, as quais foram computadas no número de edifícios analisados, totalizando 18 unidades.

Encontram-se, também, nomeados por seção direita e esquerda, por exemplo: bloco B, lado esquerdo, primeiro piso, é nomeado de BE1. Os blocos são interligados por corredores edificados, contendo salas hall ou não.

Os edifícios foram analisados a partir da determinação do tipo da envoltória, sendo que ambos os conjuntos possuem a mesma concepção construtiva; entretanto, o que os difere são as coberturas. A área média útil dos prédios varia entre mil e dois mil metros quadrados.

Na FEM, as lâmpadas foram substituídas por novas tecnologias em LED. Também foram trocados 41 equipamentos de ar-condicionado por equipamentos mais eficientes, com classificação A pelo Inmetro.

A FEM foi considerada como sendo o “laboratório” de estudo de caso referência para o subprojeto Etiquetagem.

Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU)

O Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU), possui área útil (AU) igual a 10.013,12 m². Foi aberto à comunidade em 3 de fevereiro de 1986 e começou a ser usado intensamente para atividades esportivas e artísticas. Abriga diversos eventos esportivos. Nas diversas áreas das arquibancadas a capacidade oficial ultrapassa 3.000 lugares, complementada por outras pequenas áreas para o público, além de 250 lugares nas Tribunas de Honra. Ainda há Salas de Apoio de aproximadamente 33 m² cada, áreas de circulação e camarins, dentre outros. Na Figura 11.4 pode-se observar detalhes da fachada do ginásio.



Figura 11.3 Complexo de edifícios da FEM e

Figura 11.4 Ginásio Multidisciplinar da Unicamp

Fonte: Adaptada do Google Maps.

11.5 Metodologia

A metodologia foi desenvolvida por meio de um pré-diagnóstico do nível de desempenho energético dos edifícios, através da aplicação do Método Prescritivo do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE/ Inmetro). Este método está inserido no Regulamento Técnico da Qualidade para Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços, de Serviços e Públicos (RTQ-C).

O RTQ-C oferece métricas para avaliação do nível de eficiência energética das edificações pelo método prescritivo e/ou simulação. As avaliações são concentradas no desempenho dos sistemas de envoltória, iluminação e ar-condicionado.

Os edifícios pesquisados totalizaram 18 unidades, tendo sido utilizado o método prescritivo como base de análise.

Por se tratar de edifícios existentes (antigos), muitas vezes com ausência ou defasagem de projetos, foi necessária a utilização de outros meios como forma de complemento e entendimento do edifício. Por exemplo, foi utilizado a SketchUp para análise das sombras, *software* SOL-AR- que fornece as máscaras de sombras que as estruturas de proteção fazem na edificação, além da Carta Solar para representação gráfica das trajetórias solares aparentes em todos os dias e estações do ano.

A análise dos edifícios foi realizada a partir da seleção da edificação e categoria de uso para aplicação do método prescritivo.

11.5.1 Sequência Metodológica

- Identificação da Zona Bioclimática onde se localiza a edificação, conforme (NBR 15220-3);
- Levantamento de projetos;
- Visitas técnicas *in-loco*;
- Visitas para levantamento de dados, confirmação de projetos, coleta de dados de (projeto- uso real e planta, iluminação e ar-condicionado);

- Atualização dos projetos com relação ao uso real da edificação;
- Aplicação do RTQ-C nos três sistemas.

Envoltória

- Localização da zona bioclimática onde se insere a edificação – ZB3;
- Avaliação dos **pré-requisitos específicos** de envoltória para cada nível pretendido, que varia de A ao E: transmitância térmica e absorção (paredes externas e cobertura) e iluminação zenital, para áreas condicionadas e não condicionadas;
- Cálculos e avaliação dos parâmetros dimensionais de projeto, como por exemplo, Área da Projeção Horizontal da Cobertura (Apcob), **Área da Projeção do Edifício** (Ape), Área da Envoltória (Aenv), Área Útil (AU), Área Total Construída (Atot), Volume Total da Edificação (Vtot), Fator Altura (FA), Fator de Forma (FF), características de aberturas, absorção solar, transmitância térmicas, dentre outros.

Iluminação

Verificação de atendimento dos três **pré-requisitos**:

- Análise da divisão dos circuitos de iluminação;
- Contribuição da luz natural;
- Desligamento automático do sistema de iluminação.

Classificação do sistema de iluminação de acordo com as exigências do RTQ-C para os limites de potência instalada, respeitando os critérios de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme indicado no Manual RTQ-C (abril de 2017), p. 124.

Verificação da aplicação do método das áreas ou das atividades em consonância com a tipologia do edifício.

Condicionamento de Ar

Verificações *in loco*, a fim de determinar as quantidades e os modelos de equipamentos de ar-condicionado existentes no local.

Verificação do atendimento aos pré-requisitos exigidos pelo método para a categoria A de eficiência. Este procedimento é realizado por meio de checklist, por exemplo:

- O sistema possui isolamento térmico adequado para tubulação de fluídos?
- O sistema atende aos indicadores mínimos de eficiência energética?

Para analisar o sistema, utilizaram-se os manuais técnicos dos fabricantes e as tabelas do Inmetro, que classificam a eficiência energética de cada equipamento.

A Tabela 11.1 mostra um resumo da sequência para avaliar do sistema de ar-condicionado.

Tabela 11.1 Resumo da sequência dos passos para avaliação do sistema de ar-condicionado

Sequência de passos	Descrição
1- Aparelho/ Sistema	Identificação do tipo de sistema existente: Split, janela ou central.
2- Potência	Identificação da potência de cada um deles
3- Ponderação	Ponderação da potência de cada equipamento ou sistema pelo somatório de todas as potências.
4- Classificação do Aparelho	Identificação da classificação de cada aparelho pelo INMETRO, de acordo com o pré-requisito, que deve ser primeiramente analisado.
5- Equivalente Numérico	Identificação do equivalente numérico tabelado do RTQ-C de acordo com a classificação de cada equipamento.
6-Ponderação x Equivalente Numérico	Ponderação da potência identificada de cada aparelho pelo seu equivalente numérico.

Aplicação da equação correspondente a zona bioclimática do local onde se insere o projeto (Equação 11.1):

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot .5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,30 \cdot (EqNumDPI) + \\ 0,40 \cdot \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot .5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b_0^1 \quad (\text{Equação 11.1})$$

Sendo:

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;

APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;

AC: área útil dos ambientes condicionados;

AU: área útil;

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a um.

Observando-se a Equação 11.1 observa-se que cada quesito tem um peso específico, indicado na Figura 11.5.



Figura 11.5 Porcentagem de cada sistema.

Fonte: BARROS (2020).

As bonificações referem-se a iniciativas adotadas para aumentar a eficiência energética. Dentre elas, pode-se citar: sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água, sistemas ou fontes renováveis de energia, sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas.

O número de pontos obtido na Equação 11.1 irá definir a classificação geral da edificação, de acordo com a Tabela 11.2.

Tabela 11.2 Classificação Geral

Classificação Final	Pontuação Total
A	$\geq 4,5 \text{ a } 5$
B	$\geq 3,5 \text{ a } < 4,5$
C	$\geq 2,5 \text{ a } < 3,5$
D	$\geq 1,5 \text{ a } < 2,5$
E	$< 1,5$

No decorrer dos trabalhos houve investimentos para benfeitorias em algumas edificações (troca de lâmpadas, trocas de equipamentos de ar-condicionado e ou inserção de placas fotovoltaicas), sendo estes fatos considerados nas análises.

A avaliação do desempenho ocorreu em duas etapas, pré e pós-retrofit sendo ainda considerados também os benefícios da instalação de placas fotovoltaicas para geração de energia na cobertura de alguns edifícios.

A Figura 11.6 mostra o resumo metodológico da avaliação realizada nos edifícios da Unicamp.

Por se tratar de edificações antigas com projetos desatualizados, ou indisponíveis, foi realizado um estudo solar das fachadas como forma de conhecimento da interferência da trajetória solar nos edifícios.

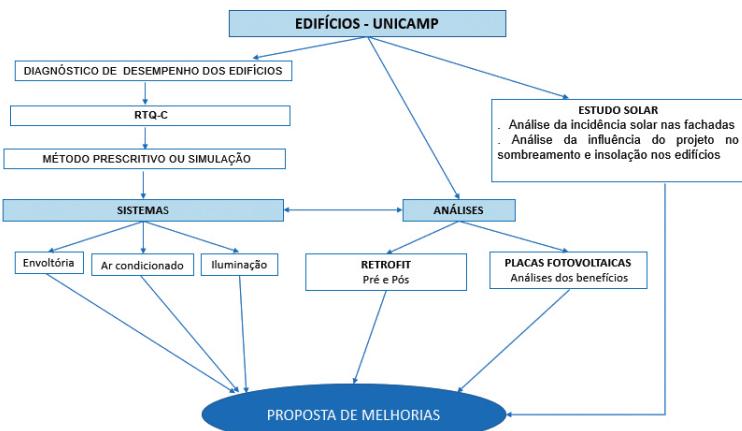


Figura 11.6 Resumo metodológico da avaliação dos edifícios da Unicamp.

Fonte: Elaboração própria.

Resultados

Os resultados obtidos estão ilustrados nas figuras a seguir.

Para a envoltória (Figura 11.7), todos os blocos da FEM receberam a Etiqueta C de eficiência energética. As áreas de transição receberam etiqueta D.

Isso ocorreu, principalmente, devido ao não atendimento dos pré-requisitos de transmitância térmica das coberturas. O pré-requisito de absorção também não foi atendido, pois as fachadas são escuras, com alta absorção solar.

Para aumentar a eficiência da envoltória, sugere-se a pintura da cobertura com uma cor mais clara, a fim de atender ao pré-requisito e aumentar a classificação energética.

Quanto ao sistema de iluminação (Figura 11.8), todos os blocos receberam a etiqueta B, com exceção do bloco K, que recebeu a etiqueta C. Importante ressaltar que as lâmpadas fluorescentes comuns foram trocadas por novas tecnologias em LED. Destaca-se que o bloco K recebeu nível C devido a dois motivos: primeiramente pelo fato de a potência total instalada ser menor que a potência limite para nível C.

Além disso, no momento do levantamento dos dados, as lâmpadas desse bloco ainda não haviam sido trocadas por LED. No entanto, é importante usar lâmpadas com bom desempenho, pois há diferença na etiqueta obtida, ilustrada na figura 8: em todos os blocos houve a troca de lâmpadas, com exceção do bloco K.

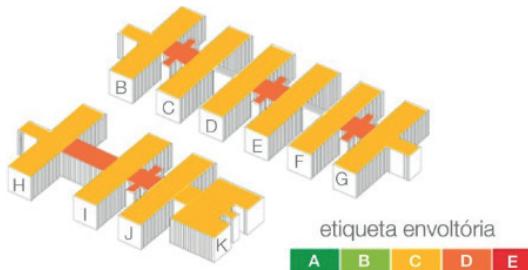


Figura 11.7 Etiquetas envoltória.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

Pelo cálculo da potência instalada nos prédios, comparando-se com as potências limites, a maioria deles recebeu etiqueta nível A. Porém, de acordo com o RTQ-C, como os edifícios não possuem desligamento automático dos circuitos, o nível máximo que pode ser obtido é B.

Para aumentar a eficiência, sugere-se a instalação de dispositivos de desligamento automático, como por exemplo “dimers” (sensores de presença).



Figura 11.8 Etiquetas iluminação.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

Em relação ao condicionamento de ar (Figura 11.9), os blocos B, C, D e H foram classificados com nível C. Os blocos E, F, I e K receberam nível D. Para as áreas de transição BC, HI e IJ obtive-se nível E. As áreas de transição sem etiqueta não possuem sistemas de ar-condicionado.

Convém observar que os equipamentos antigos contribuíram para uma baixa eficiência, em alguns blocos.

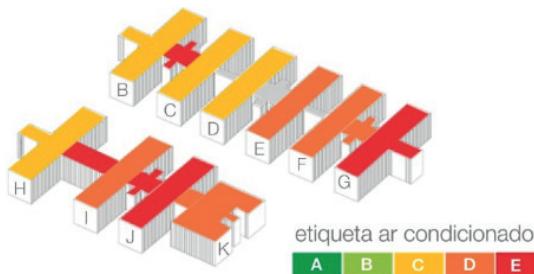


Figura 11.9 Etiquetas condicionamento de ar.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

Como o RTQ-C faz uma ponderação entre os três sistemas (envoltória, iluminação e ar-condicionado), a pontuação final obtida para cada edifício está representada na Figura 11.10, por meio das etiquetas gerais.

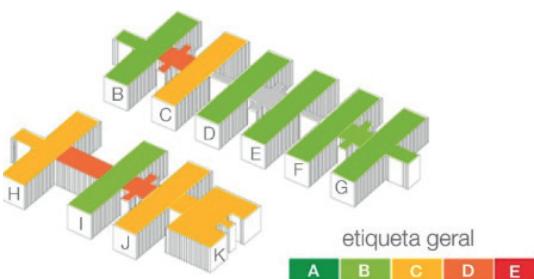


Figura 11.10 Etiqueta geral.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

De modo geral, a classificação obtida foi nível B, podendo-se inferir que seria necessário, por exemplo, incluir algumas bonificações sugeridas pelo RTQ-C, como por exemplo instalação de placas fotovoltaicas, reuso de água, arejadores nas torneiras, descargas com duplo acionamento, dentre outras.

Além disso, a implantação de sensores de presença e a pintura das coberturas com cores de tintas mais refletivas, poderia também contribuir para maior eficiência energética.

Na Tabela 11.3 indica-se os resultados das classificações dos edifícios avaliados na Unicamp.

Tabela 11.3 Resumo da Classificação de Desempenho das Edificações

EDIFÍCIOS	NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS			
	ENVOLTÓRIA	ILUMINAÇÃO	AR-CONDICIONADO	GERAL
Ginásio pré-retrofit	C	D	E	D
Ginásio pós-retrofit	C	B	B	B

10 prédios da FEM possuem uso misto (sala de aula, administrativo, laboratório):

BLOCO/ PRÉDIO	ENVOLTÓRIA	ILUMINAÇÃO	AR-CONDICIONADO	GERAL
B	C	B	C	B
C	C	B	C	D
D	C	B	C	B
E	C	B	D	B
F	C	B	D	B
G	C	B	E	B
H	C	B	B	B
I	C	B	D	B
J	C	B	C	C
K	C	E	D	C

No caso do Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU), é evidente a maior eficiência energética após a realização de retrofit.

Ao se comparar as classificações pré e pós-retrofit, percebe-se que o sistema de iluminação aumentou de nível D para B, o condicionamento de ar era nível E antes do *retrofit* e passou a ser B (aumento significativo) e a classificação geral teve sua eficiência final B, pós-retrofit

(era nível D no pré-retrofit). Em paralelo, a implantação de placas fotovoltaicas na cobertura do ginásio contribuiu com significativa economia de energia, além de acrescentar pontos de bonificação na pontuação final da classificação do nível de eficiência energética do edifício, aumentando a eficiência geral de D para B.

Nos edifícios da FEM pode-se perceber a diferença na classificação do desempenho da iluminação do prédio K com relação aos demais. No momento do levantamento dos dados já haviam sido trocadas as lâmpadas dos demais prédios, e apenas o prédio K ainda se encontrava com as lâmpadas antigas. Portanto, é razoável supor que com a troca, a etiqueta tenha passado a ser B como as outras edificações.

Os resultados da simulação computacional para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) das edificações da FEM/Unicamp mostraram que o Conjunto 1 recebeu um nível de eficiência superior ao Conjunto 2 ("B" e "C", respectivamente). Este resultado pode ser explicado principalmente pela cobertura das edificações. Enquanto o Conjunto 1 possui uma envoltória com telhas termoacústicas de baixa transmitância térmica, o Conjunto 2 possui telhas de fibrocimento e amianto, com pior desempenho térmico, o que eleva o consumo de energia para resfriamento e traz níveis insatisfatórios de conforto térmico aos usuários.

Com a proposta de adequação, ambos os Conjuntos receberam nível "A" na ENCE, proporcionando tanto por meio do uso da ventilação natural aliada aos sistemas artificiais de condicionamento, como devido à substituição da cobertura do Conjunto 2 por telha termoacústica.

11.6 Algumas Considerações

Tendo em vista o que foi observado nas visitas técnicas aos prédios da FEM somado aos resultados obtidos por meio da aplicação do Método da Etiquetagem, são necessárias intervenções de modo a mitigar a baixa eficiência energética apresentada pelos edifícios analisados. Por conta da localização, da orientação arquitetônica, bem como dos usos

dos espaços da FEM, as intervenções devem focar nos ambientes internos em detrimento dos externos, uma vez que a área no entorno já comporta uma vegetação sem perspectiva de ampliação por conta da necessidade de espaços livres para a passagem e evacuação da área.

Assim, intervenções no sentido de melhorar a eficiência e qualidade dos equipamentos, seja de iluminação, seja de condicionamento de ar se fazem necessárias, visto que os mesmos são utilizados continuamente longos períodos ao longo dos dias e semanas. Os ambientes se mostraram de difícil utilização devido ao desconforto que proporcionam aos usuários levando a dependência contínua de climatização mecânica para torná-los menos ineficientes.

Muitos equipamentos apresentam defasagem de tecnologia e consomem, portanto, recursos energéticos além do necessário. Além da tecnologia defasada, os mesmos também não funcionam de acordo com suas especificações iniciais, tendo em vista o longo período de utilização e em comparação com as tecnologias atuais disponíveis. Neste sentido, a troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, bem como a troca dos equipamentos de condicionamento de ar por novos, com tecnologia correspondente à sua época de utilização, e que visem melhoria nos custos com energia, podem mitigar o desconforto causado aos usuários.

Cabe destacar que adequar uma edificação aos padrões de eficiência energética pode significar, na maioria das vezes, o encarecimento da construção. A preocupação com a inserção do edifício no meio ambiente deve ser constante, tanto na fase de sua concepção e construção, quanto por parte dos futuros usuários da edificação.

Todavia, ao longo do desenvolvimento do trabalho, foi possível reconhecer alguns dos obstáculos enfrentados para a implantação de uma nova postura frente preocupação com a eficiência energética. O processo todo permitiu perceber a necessidade da conscientização dos benefícios a longo prazo de um edifício sustentável, como a redução nas despesas e nos impactos ambientais, bem como a importância do envolvimento de todos os profissionais envolvidos.

Assim, à medida que a eficiência energética alcance uma notória disseminação, ganhos significativos em termos do desempenho energético de edifícios tendem a ocorrer, de modo a tornarem mais adaptados ao clima e construídos de forma mais consciente.

Referências

PROCEL EDIFICA; ELETROBRAS; INMETRO; CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÉNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. *Manual para Aplicação do RTQ-C*. Versão 4 com base na Portaria nº 372 e complementares nº 17,299 e 126, 2017.

RTQ-C. *Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comercias, de Serviços e Públcas*. Eletrobrás, 2013.

BARROS, I. P. S. *Escola Eficiente*: proposta de retrofit e etiquetagem para edifícios institucionais. Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. 2020. Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

12

Transição Energética: Educação e a Capacitação de Recursos Humanos em Sustentabilidade Energética

Danúsia Arantes Ferreira

João Guilherme Ito Cypriano

Hugo Soeiro Moreira

Antônio Inácio dos Santos de Paula

Barbara Janet Teruel Mederos

Luiz Carlos Pereira da Silva

12.1 INTRODUÇÃO

Asustentabilidade energética é um tema abordado no Brasil e está vinculado às questões da transição energética, presente nos desafios cotidianos das pessoas e das organizações. Reconhecer que as pessoas estão na centralidade dessa pauta é primordial para os avanços das políticas de sustentabilidade compromissadas com a formação de recursos humanos para o setor energético. Neste contexto, o universo educativo apresenta alto potencial para o engajamento na capacitação dos espaços acadêmicos, pesquisadores e profissionais do mercado.

O subprojeto Capacitação (CAPE) integra as ações do projeto Campus Sustentável – Unicamp e tem o objetivo de capacitar recursos humanos para as ações contempladas nas demandas da transição energética e sustentabilidade do setor elétrico.

A concepção de educação e capacitação adotada pelo subprojeto CAPE contempla os saberes, conceituais e metodológicos, embasados na epistemologia da interdisciplinaridade. Desse modo, privilegia a problematização e os processos de aprendizagem pela investigação e a sua aplicação. Sobre esta abordagem, é possível refletir que “o discurso sobre a interdisciplinaridade não deve ser apenas oportunista, pois é pertinente para nossa compreensão do caráter e do devir das ciências. Inclusive, para compreendermos por quê, entre os cientistas, ainda se privilegia a nobreza das pesquisas fundamentais sobre as consideradas finalizadas (aplicadas), nas quais geralmente se concentram os temas interdisciplinares” (JAPIASSU, 2006, p. 26).

O investimento no tema capacitação de recursos humanos para a sustentabilidade energética se justifica pela identificação da alta demanda de profissionais com formação acadêmica e qualificação profissional adequada ao setor. Ademais, o desenvolvimento das pesquisas, experimentações e aplicações práticas de temas como energias renováveis, implantação de módulos de treinamento interno e externo em geração distribuída (GD), *smart grid*, eficiência energética, conservação da energia, etiquetagem de edifícios, mobilidade elétrica, armazenamento de energia, sustentabilidade, *internet* das coisas, ciência de dados e inteligência artificial são considerados emergentes para o CAPE.

A oferta de capacitação é direcionada para os cursos de graduação, pós-graduação e para os técnicos responsáveis pela operação e manutenção da rede e dos equipamentos elétricos na Unicamp, bem como para a comunidade interna e externa.

Todavia, esse entendimento acerca da sustentabilidade energética remete à reflexão, questionando como o Laboratório Vivo Campus Sustentável - Unicamp contribui com a proposta de capacitação de recursos humanos, enfatizando a promoção e o desenvolvimento da sustentabilidade energética?

O presente estudo se norteia por uma metodologia exploratória e descritiva, empregando como método uma breve revisão de literatura e a sistematização do estudo de caso Capacitação (CAPE).

12.2 Desenvolvimento

12.2.1 Contextualização

O CAPE fundamenta-se na emergência da universidade contribuir, efetivamente, na sustentabilidade energética e na promoção para a formação de recursos humanos. Com objetivo de aprimorar e capacitar os profissionais do futuro, busca promover e divulgar os conhecimentos técnico-acadêmico adquiridos no projeto Campus Sustentável – Unicamp, sistematizando informações e saberes na matriz de conhecimentos difundidos por meio de disciplinas, palestras, aulas práticas, materiais didáticos e *workshop*. Com isso, este consolidado livro *Campus Sustentável - Unicamp: um modelo de inovação em gestão energética para América Latina e o Caribe* tem como foco contribuir com outras instituições público-privadas no planejamento e na implantação de experiências similares dispostas a fomentar o crescimento do país rumo à competitividade tecnológica e sustentável.

A Figura 12.1 sistematiza o fluxo do conhecimento gerado, fruto das práticas experimentadas no CAPE como referência para outras Instituições de educação superior e, também, para diferentes entidades públicas e privadas do país, América Latina e o Caribe como exemplo a ser observado e replicado. A organização das informações e dos dados propostos como resultados prevê o desenvolvimento, acompanhamento e a síntese dos resultados alcançados como inspiração para ser capilarizado.

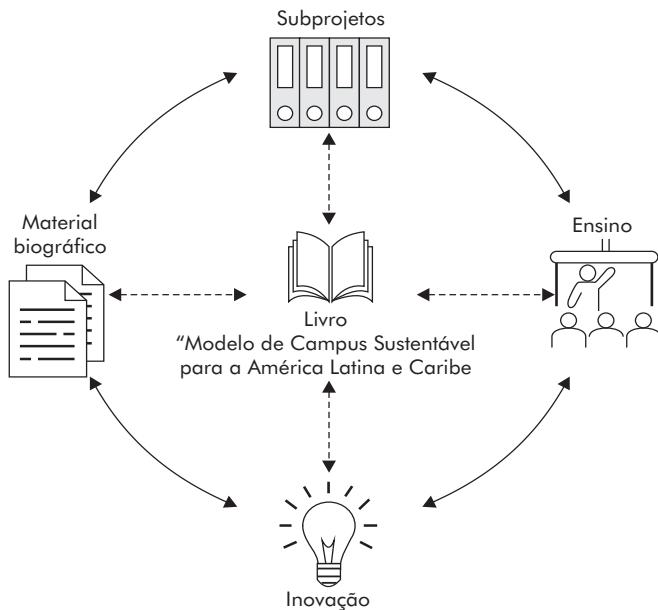


Figura 12.1 Ciclo integrado em prol da capacitação e dos resultados almejados.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

12.2.3 Educação, capacitação e sustentabilidade energética

A integração de conhecimentos visa novos questionamentos, novas buscas e cria possibilidades para a transformação da própria realidade. No contexto educacional, a interação e a integração interdisciplinar estão propostas na concepção do subprojeto CAPE, como ambiente de aprendizagem colaborativa para além do campo formal da educação.

Ademais, cabe ressaltar o impasse ocasionado pelo esfacelamento do saber que dificulta projetos de formação inicial e continuada e, também, firmar que urge religar os saberes que na sua maioria estão estruturados em disciplinas e apresentam demandas sistêmicas com quadros conceituais e metodológicos atentos aos problemas complexos que permeiam a sustentabilidade energética. Porém, muito além de um simples religar e valorizar os conhecimentos multi e interdisciplinares, faz-se necessário promover o desenvolvimento da tríade

ensino-pesquisa-extensão e considerar as possibilidades nos espaços formais e não formais da educação (FERREIRA, 2018, p. 22).

Ainda segundo Ferreira (2018) na teoria da interdisciplinaridade se encontra a efervescência e a transição, onde a interiorização e exteriorização promovem o movimento emergencial em busca de uma nova compreensão do contexto educacional e do papel dos educadores/pesquisadores diante do desafio de pensar globalmente, agir localmente e participar da transição.

A motivação para o desenvolvimento do CAPE contempla questões inerentes às mudanças climáticas globais, a transição energética, o futuro das energias renováveis com foco na capacitação e qualificação de recursos humanos para a sustentabilidade energética. Motivação que propõe, também, na sua abordagem conceitual e metodológica a vertente apresentada por Fazenda (2011) ao admitir que interdisciplinaridade seja produto e origem, isto é, que para efetivamente ocorrer é essencial existir, ou melhor, que a atitude interdisciplinar seja uma decorrência natural da própria origem do ato de conhecer as disciplinas para sua efetivação.

Os temas emergentes desenvolvidos no CAPE – energias renováveis, implantação de módulos de treinamento interno e externo em geração distribuída (GD), *smart grid*, eficiência energética, conservação da energia, etiquetagem de edifícios, mobilidade elétrica, armazenamento de energia, sustentabilidade, *internet* das coisas, ciência de dados e inteligência artificial, estão na centralidade da matriz de conhecimento, que valoriza a disciplinaridade dos saberes, mas, sobretudo, buscar articular as complementaridades fundantes para a estruturação dos saberes interdisciplinares que dialogam com a complexidade da sustentabilidade energética.

12.2.4 Matriz de conhecimento do CAPE

A matriz de conhecimento contempla onze subprojetos, sendo sete originais ao projeto Campus Sustentável (Seção II), dentre eles o próprio CAPE como espaço de estudo, pesquisa, aplicações tecnológicas

e desenvolvimento de capacitação de recursos humanos, e quatro complementares (Seção III). Organizar os saberes é, também, elaborar bases do que formalmente chamamos currículo. Nessa vertente, Turano (2012) enfatiza que o currículo apresenta em sua estrutura interna, uma concepção indutivo-teórica, dado que implica na seleção e ordenação dos objetos ou da prática social de uma determinada profissão, ou seja, contendo componentes científicos como técnicos, pertinentes ao contexto social em que os problemas ocorrem.

Consoante a estes posicionamentos, Zabala (2002) defende que a organização dos currículos, conteúdos e metodologia didática devem atender ao objetivo maior que é o de formar cidadãos e profissionais que possam enfrentar a complexidade da realidade vivida na contemporaneidade. Todavia, a instituição de ensino deve promover um amplo cenário com convites à reflexão dos alunos sobre a complexidade que a perspectiva globalizadora demanda.

Neste contexto e reforçando Zabala, Turano (2002) acrescenta que a proposta de um currículo integrado dinamiza o ensino, a prática e a teoria, deixando de atuar de forma central nas disciplinas e passando a valorizar os processos e as relações que se estabelecem.

Para Ferreira (2018), a indução à interdisciplinaridade amplia o diálogo da comunidade, promove a interação, a institucionalização e a internalização entre instituições promovendo sinergias inerentes à concepção e metodologia da ação. Afirmação que corrobora com Fazenda, ao registrar que no limiar do século XXI e no contexto da internacionalização caracterizada por intensa troca entre os homens, a interdisciplinaridade assume papel de grande importância. Além do desenvolvimento de novos saberes, a interdisciplinaridade na educação favorece novas formas de aproximação da realidade social e novas leituras das dimensões socioculturais das comunidades humanas (FAZENDA, 2011, p. 22).

Ademais, destaca-se na Figura 12.2, os produtos identificados como eixos no subprojeto Capacitação na composição da matriz de conhecimento fomentada e disseminada no ambiente de experimentação denominado Laboratório Vivo Campus Sustentável – Unicamp:

Projetos Estruturantes	Projetos Conceituais
 COS - Centro de Operação	 MOBE - Ônibus Elétrico
 FV - Geração Fotovoltaica	 Reduz - Iluminação pública inteligente
 EE - Eficiência Energética	 Olhos no futuro
 GenIOT - Gestão Energética com IoT	 MERGE - Microrredes
 CAPE - Treinamento e Capacitação	
 Etiquetagem de Edificações	
 Contratação de Energia Elétrica	



Figura 12.2 Subprojetos Estruturantes (2018) e Conceituais (2019 e 2020).

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

12.3 Apresentação dos Resultados

O subprojeto de Capacitação (CAPE) vem atuando desde a concepção do projeto Campus Sustentável, no ano de 2017, até a sua finalização em 2021 no desenvolvimento de disciplinas, palestras, aulas práticas, materiais didáticos, *workshops* e comunicação científica para a sociedade interna e externa à Universidade. O CAPE levou conhecimento a mais de 8 mil pessoas, em 5 anos, com um total de 3.000 horas de exposição neste período. Deste modo, pode-se dizer que em cada dia de trabalho duas horas e meia foram dedicadas ao CAPE, capacitando 6,7 pessoas por dia útil.

Este conhecimento adquirido e divulgado seguirá além da vigência do projeto intitulado e descrito neste livro, o projeto Campus Sustentável – Unicamp. Isso se deve à solidificação da equipe de pesquisadores, docentes e técnico-administrativos, bem como de voluntários, através do Escritório Campus Sustentável (veja o Capítulo 17).

Esta infraestrutura física e intelectual formada neste Escritório permite, através da criação de um grupo de Comunicação, difundir o conhecimento acadêmico e técnico à sociedade mais ampla. Assim, além das disciplinas e atividades acadêmicas ofertadas para a sociedade, também são produzidos conteúdos informativos, boletins, reportagens

e notícias, recorrendo a metáforas, analogias, ilustrações, infográficos, entre outras modalidades de divulgação científica, sendo publicizados através de mídias sociais. Atualmente, este grupo é responsável pela operação e manutenção das mídias: *Instagram*¹, *Facebook*², *YouTube*³, *LinkedIn*⁴, *website*⁵ e *Linktree*⁶.

12.3.1 Disciplinas

Entre os anos de 2017 a 2021 foram oferecidas vinte e oito disciplinas, sendo vinte para a graduação e dezoito para a pós-graduação, totalizando 1.110 horas e 781 pessoas capacitadas nos temas de Eficiência Energética; Gestão de Energia; Mercado Livre de Energia Elétrica; Contratação de Energia Elétrica; Inovação e Empreendedorismo; Mobilidade Elétrica; Direitos Humanos, Tecnologia e Sustentabilidade; Microrredes Elétricas; Práticas em Engenharia Elétrica; Tecnologia de Sistemas Fotovoltaicos; Geração Distribuída; Eficiência Energética em Edificações; Etiquetagem de Edificações.

12.3.2 Cursos de Extensão

Os cursos de extensão têm importância no foco ao público externo da Universidade, trazendo formação continuada aos profissionais que desejam estar à frente do mercado de trabalho. Pelo CAPE foram oferecidos três cursos de extensão na temática de Energia Solar Fotovoltaica⁷, são eles:

- Introdução à Energia Solar Fotovoltaica – Sistemas Isolados e Conectados à Rede

¹ <https://www.instagram.com/campussustentavelunicamp/>

² <https://www.facebook.com/campusustentavelunicamp/>

³ https://www.youtube.com/channel/UCRn_zCC3Rdc8SC7hCFZyHGQ

⁴ <https://www.linkedin.com/in/campussustentavel/>

⁵ <https://www.campus-sustentavel.unicamp.br/>

⁶ <https://linktr.ee/campusustentavelunicamp>

⁷ <http://www.curso solar.com.br/>

- Projeto e Dimensionamento de Usinas Solares e Sistemas Fotovoltaicos
- Instalação e Integração de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica

Desde 2017, 81% dos alunos matriculados em cursos de extensão na Unicamp escolheram pelo menos um destes cursos, totalizando mais de 4 mil pessoas capacitadas em 113 edições, com 261 bolsas integrais oferecidas pelo CAPE.

Além da importância na capacitação para o mercado de trabalho, estes cursos têm grande importância para os pesquisadores (iniciação científica, mestrado ou doutorado) que trabalham como professores, instrutores, monitores e na organização dos cursos, trazendo um grande diferencial na formação acadêmica, profissional e pessoal para estes pesquisadores.

12.3.3 *Workshop, Fórum e Treinamentos*

Foram realizados quatro treinamentos para pesquisadores e técnico-administrativos da Universidade, um Fórum aberto à comunidade e 6 *workshops* na modalidade *online*, devido à pandemia do SARS-COV-2. Foram despendidas quarenta horas para mais de 4 mil pessoas, nos temas:

- **Treinamento:** Energia e suas Transformações;
- **Treinamento:** O Projeto ‘Campus Sustentável’;
- **Treinamento:** Geração de Energia Elétrica a partir de Painéis Solares Fotovoltaicos;
- **Treinamento:** Curso Domus para análise de eficiência energética em edificações;
- **Fórum:** Universidade como Laboratório para Cidades Inteligentes e Humanas;
- **Workshop:** Energia Solar Fotovoltaica;
- **Workshop:** Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária “Olhos no Futuro”;
- **Workshop:** Etiquetagem e Desempenho de Edificações;

- **Workshop:** GenIoT – Gestão Energética Inteligente Baseada em IoT;
- **Workshop:** Chamada nº 001/2016 ANEEL;
- **Workshop:** Setor Público no Mercado Livre de Energia;
- **Workshop:** Tendências e Novas Tecnologias do Setor Fotovoltaico.

12.3.4 Apresentações em Eventos e Outros

Foram feitas mais de vinte e três apresentações em eventos diversos, totalizando sessenta e três horas dedicadas a um público multidisciplinar e diversificado. Eventos como semanas acadêmicas, encontros e eventos sobre sustentabilidade e inovação, palestras em cursos e disciplinas (palestrante convidado) e eventos com público infantil, como o “Férias no Museu”, promovido pelo Museu Exploratório de Ciências da UNICAMP.

12.3.5 Qualificação Profissional

O projeto Campus Sustentável contou com a participação de cinquenta e sete pesquisadores no seu quadro de execução, sendo quinze docentes de diversas áreas do conhecimento, 2 doutores no Programa de Pós-Doutorado da UNICAMP, dezoito doutorandos (com título de mestre), 5 mestrando (1 com título de especialista e 6 com título de graduação) e quatorze alunos de iniciação científica (graduando).

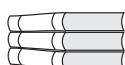
Esta equipe foi responsável pela publicação de 33 artigos em congressos científicos, 2 artigos em periódicos renomados, 1 publicação em capítulo de livro, 1 registro de *software* e 1 licença MIT de *software*, aberto para uso e desenvolvimento colaborativo pela comunidade científica e geral.

12.3.6 Grupo de Comunicação

Atualmente, o Setor de Comunicação e Divulgação (SCDC) do Campus Sustentável – Unicamp, ancorado no âmbito do CAPE, conta com 4 integrantes: uma coordenadora de comunicação; um jornalista; uma

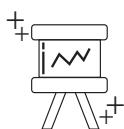
ilustradora e um *designer* de *website*. Exceto a primeira função realizada por uma professora da Unicamp, as demais são desenvolvidas por estudantes-bolsistas. No que diz respeito a esse número de agentes, entre o período de 2019 (quando o *website* foi criado) a 2021, o SCDC contou com a participação ainda de três estudantes-bolsistas e uma assistente técnica que, em períodos distintos a atual equipe, estiveram envolvidas no funcionamento do setor. De modo mais amplo seria possível trazer outras pessoas para esta quantificação, porém esta demonstração considerou apenas a relação de gestão das atividades do SCDC do Campus Sustentável – Unicamp.

RESULTADO



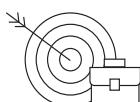
1

DISCIPLINAS + 1.110 horas de aula
+ 781 pessoas
28 disciplinas sendo 10 de graduação e 18 de pós-graduação



2

CURSOS DE EXTENSÃO + 1 de 4.000 pessoas
+ 261 bolsas integrais fornecidas
113 edições de cursos de capacitação



3

WORKSHOPS, FÓRUM E TREINAMENTOS + 40 horas
+ de 4.000 pessoas
6 workshops, 4 treinamentos e 1 fórum aberto à comunidade



4

EVENTOS E OUTROS + 63 HORAS
23 apresentações em eventos diversos



5

QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL + 35 artigos
+ 1 publicação em livro
+ 1 registro de software
+ 1 licença MT de software
57 pesquisadores: 15 docentes, 2 doutores, 18 doutorandos,
7 mestrandos e 14 alunos de iniciação científica

6

GRUPO DE COMUNICAÇÃO + 4 pessoas
Equipe de comunicação e divulgação do campus Sustentável

12.4 Abrangência

A abrangência do CAPE apresenta uma visão macro estruturante do papel das universidades nas políticas ambientais, na qual destaca a sustentabilidade energética como eixo estruturante de um programa de capacitação de recursos humanos, com resultados que oportunizam reflexões e exemplos práticos acerca das aplicações no cenário local e, também, em cenários da América Latina e do Caribe. Demonstra um programa de capacitação desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) no ambiente do Laboratório Vivo Campus Sustentável.

O livro é um instrumento de comunicação científica, contribui com a abrangência do CAPE e com a sistematização das demais pesquisas e experimentações aplicadas no laboratório vivo. Ação integrada dos atores da hélice quíntupla, sob a liderada pela academia com o compromisso de difundir o resultado em três idiomas – português, espanhol e inglês.

Produção didática e referência para o planejamento, desenvolvimento, execução e avaliação de projetos, colocando à disposição de educadores e gestores, de todos os níveis de ensino, a experiência acumulada pelos autores ao longo dos últimos anos no trabalho com projetos na área de sustentabilidade energética.

12.5 Considerações Finais

Diante do exposto neste capítulo, é possível afirmar que o CAPE contribui com a proposta de capacitação de recursos humanos, enfatizando a promoção e o desenvolvimento da sustentabilidade energética. De acordo com Paula, Ferreira, Silva e Cypriano (2001), esse subprojeto colabora na formação de profissionais mais conscientes, portanto, compromissados com o processo de transição energética. “São gestos que contribuem para a formação de cidadãos mais comprometidos consigo, com os outros, por conseguinte, com o destino da humanidade” (2001, p. 216).

Com o desenvolvimento dos processos formativos integrando os onze subprojetos e envolvendo comunidade interna e externa no ambiente do

laboratório vivo como espaço de experimentação e aprendizagem, foi possível confirmar o alcance dos objetivos propostos e concretizadas dentro do cronograma estabelecido, ainda que impactado pelas dificuldades inerentes a pandemia da Covid. Contudo, os dados consubstanciados referentes ao COS, PV, MOBE, EFEM, GENIOT, Etiquetagem, Contratação de Energia, o próprio CAPE na modalidade de disciplinas, palestras, aulas práticas, materiais didáticos, workshop e o consolidado no livro Campus Sustentável, consolida a interdisciplinaridade presente na abordagem conceitual e metodológica e, especialmente, na formação sistêmica que o ambiente do laboratório vivo proporcionou e continuará proporcionando para os estudos, reflexões, experimentações e práticas fundamentais para o exercício profissional no setor energético.

Sendo assim, é possível afirmar que a concepção e a prática adotada para o processo de elaboração da matriz de conhecimento e execução das ações que envolveram o CAPE dentro de um campus universitário é uma proposta recomendável e factível de ser replicada. Todavia, não se esgota com o presente trabalho sugerindo-se um maior aprofundamento por parte de estudiosos e interessados na temática e que possam ampliar as várias lacunas identificadas na matriz de conhecimento para a formação de recursos humanos no que diz respeito à transição e sustentabilidade energética.

Referências

- Escritório de projetos especiais – Campus sustentável. Disponível em: <https://www.campus-sustentavel.unicamp.br>.
- FERREIRA, D. A. *Interdisciplinaridade e políticas públicas: experiência do Programa Goiás Solar*. São Paulo: PUC, 2018.
- FAZENDA, I. C. A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- PAULA, A. I. S.; FERREIRA, D. A. ; SILVA, L. C. P. ; CYPRIANO, J. G. I. . Engenharia elétrica e direitos sociais: efeitos de dignidade humana. In: Néri de Barros Almeida. (Org.). Os direitos humanos e as profissões Diálogos fundamentais. 1^aed.Campinas: Unicamp, 2021, v. 4, p. 210-217.
- TURANO, M. de F. *O currículo integrado no ensino superior, como proposta político-pedagógica*. [s.n.]: Montes Claros/MG, 2012.
- ZABALA, A. *Organização dos currículos de aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002.



SEÇÃO III

Projetos Conceituais

Introdução

Ao encontro da Seção II, esta terceira Seção apresenta estudos e evidências de alguns resultados no âmbito do Campus Sustentável – Unicamp. Iniciativas continuadas e, também, em fase de implantação que ampliam o acesso a novas tecnologias, impactam diretamente na sustentabilidade e economia financeira da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Sobretudo, potencializa o debate e ações inovadoras no contexto da transição energética com capacidade de serem apropriadas e replicadas por diversos setores da sociedade.

A preocupação crescente relacionada às questões ambientais, em particular a redução de gases de efeito estufa, intensificou-se a busca por alternativas ao uso de combustíveis fósseis nos meios de transporte. O avanço tecnológico na mobilidade elétrica já é realidade em vários países como China e Noruega, realidade com demanda de desenvolvimento no Brasil. Nesta perspectiva, o Capítulo 13 da Seção apresenta os estudos com seus impactos técnicos, econômicos e ambientais presentes na inserção de um ônibus elétrico na frota de ônibus circulares do campus Barão Geraldo da Universidade de Campinas (Unicamp). Considerado Energia Zero, sua recarga provém de fontes renováveis de energia elétrica da geração fotovoltaica produzida pela Instituição conforme encontra-se sistematizado no Capítulo 8 da Seção II do livro.

O Capítulo 14 da seção sistematiza o projeto “Desenvolvimento de Microrredes Eficientes, Confiáveis e Sustentáveis” (Merge) busca desenvolver conhecimento para antecipar oportunidades, enfrentar ameaças e gerar valor agregado por meio do estudo da implantação de aplicações reais no Brasil. Estudo inovador no processo de integração das microrredes com a rede de distribuição, com objetivo de aumentar eficiência, confiabilidade, qualidade de serviço e qualidade de energia, redução das perdas e das emissões de gases de efeito estufa. Modelo que prevê a operação das microrredes conectadas e ilhadas.

O Capítulo 15 destaca o estudo que ultrapassou as limitações territoriais da Cidade Universitária Zeferino Vaz ao alcançar realidades presentes nos municípios brasileiros, envolvendo projetos de eficiência

energética. Assunto que também pode ser aprofundado no Capítulo 9 da segunda Seção do livro. O capítulo está centrado no estudo do projeto “Iluminação Pública para Cidades Inteligentes”, aprovado no 3º PAR PROCEL. Tem como objetivo implantar ações de eficiência energética no sistema de iluminação pública integrado com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Por fim, o último Capítulo (16) desta Seção é intitulado de Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária Olhos no Futuro: caminhos para a implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). O seu objetivo é a aproximação da sociedade mais ampla e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), promovendo a tríade ensino e pesquisa como princípio para curricularização da extensão universitária. Como se observa, o texto expõe o alinhamento de pesquisas acadêmicas, envolvendo pesquisadores e graduandos bolsistas de iniciação científica, mestrandos e doutorandos, das mais diversas áreas de conhecimento, promovendo ações práticas extensionistas interdisciplinares.

13

Projeto Ônibus Elétrico: A Unicamp como Laboratório Vivo para Estudos de Mobilidade Urbana

Madson Cortes de Almeida

Luis Fernando Ugarte Vega

Flávio Tonioli Mariotto

Ruben Hernan Ullon Alcivar

Luís Henrique Tenório Bandória

Henrique Cândido de Oliveira

Rafael Lino dos Santos

Carla Kazue Nakao Cavaliero

13.1 Introdução

Em função das crescentes preocupações com as mudanças climáticas e do consequente interesse no uso de fontes de energia renováveis, surge a alternativa de adotar veículos elétricos para atender às demandas do transporte público. Apesar dos benefícios, a conexão de veículos elétricos às redes de energia elétrica tem potencial para causar efeitos indesejáveis. Esses efeitos tendem a ser mais significativos sobre veículos elétricos de grande porte, como os ônibus elétricos usados no transporte público (MAHMOUD *et al.*, 2016).

No cenário brasileiro, aspectos importantes para a definição de políticas de estímulo aos veículos elétricos consideram algumas particularidades do país, como por exemplo, o perfil de geração de energia elétrica com maior participação de fontes renováveis, mistura compulsória de biodiesel ao óleo diesel, características dos grandes centros urbanos e a pequena importância do transporte público eletrificado nesses centros. Há poucos estudos nos quais essas particularidades são consideradas e, em virtude das potenciais vantagens dos ônibus elétricos, a avaliação precisa ser feita considerando não só as alternativas hoje existentes no Brasil e o atual contexto de geração de energia elétrica, mas também as opções de motorização futuras, as alternativas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e as alternativas de geração elétrica no futuro (especialmente a geração distribuída).

Diante deste contexto, este projeto busca, de forma inovadora, estudar os impactos técnicos, econômicos e ambientais da inserção de um ônibus elétrico na frota de ônibus circulares da Cidade Universitária Zeferino Vaz, transformando a universidade em um Laboratório Vivo para os estudos pretendidos.

13.1 Justificativa

Tendo em vista que o uso de veículos e ônibus elétricos será uma realidade nas cidades brasileiras nas próximas décadas, é de suma importância que os impactos causados pela conexão do ônibus elétrico na rede elétrica sejam bem conhecidos para que a adoção de ônibus elétricos em larga escala seja realizada de forma segura e confiável. Assim, este projeto busca estabelecer as bases tecnológicas para a implantação massiva de linhas de ônibus elétricos no transporte público das grandes cidades, fornecendo os conhecimentos necessários às concessionárias e segurança às empresas que optarem por esta tecnologia. Nesse contexto, o desenvolvimento de dispositivos de monitoramento da operação e das recargas do ônibus elétricos viabiliza a criação de soluções para o gerenciamento inteligente de eletropostos e de recargas dos ônibus elétricos, viabilizando a criação de novos negócios.

13.2 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é, de forma inovadora, desenvolver um Laboratório Vivo de mobilidade elétrica no sistema de transporte público da Unicamp para investigação de impactos técnicos, econômicos e ambientais da inserção de ônibus elétricos em frotas de transporte urbano. Este projeto tem foco no monitoramento amplo e na conectividade em tempo real do eletroposto, dos ônibus elétrico e convencional e da rede de energia elétrica.

13.3 Atores e Governança do Projeto

A equipe de pesquisadores é composta pelo coordenador do projeto, o Prof. Madson Cortes de Almeida. Os professores consultores com experiência na realização de projetos de P&D da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação são: Prof. Walmir Freitas Filho, Prof. Luiz Carlos Pereira da Silva, Prof. Marcelo Gradella Villalva, Prof. José Tomaz Vieira Pereira, Prof. José Luiz Pereira Brittes, Prof. Daniel Dotta, Profa. Fernanda Caseño Trindade Arioli, Prof. Fabiano Fruet, Prof. Marcos Julio Rider Flores, e Prof. Maurício B. Camargo Salles. O projeto também conta com professores pesquisadores da Faculdade de Engenharia Mecânica, os quais são: Prof. Arnaldo César da Silva Walter, Prof^a. Carla Kazue Nakao Cavaliero, Prof. Joaquim Eugênio Abel Seabra, e Prof. Henrique Cândido de Oliveira; e a post-doutoranda Simone Pereira de Souza.

Em relação aos alunos envolvidos no projeto, a equipe é composta por sete doutorandos: Luis Fernando Ugarte Vega, Flávio Tonioli Mariotto, David A. Sarmiento, Thiago R. Fernandes, João Luis Jucá, Daniela Godoy Falco e Jorge Enrique Velandia. Também consta na equipe seis alunos de mestrado: Luís Henrique Tenório Bandória, Daniel F. Vieira, Rafael Lino dos Santos, Ruben Hernan Ullon Alcivar, Fransk Puma e Tatiane Costa. Por último, a equipe está composta por três alunos de iniciação científica: Lara F. Busato, Caio V. Castro e Vinícius Civali.

O projeto conta ainda com o suporte dos funcionários do Escritório Campus Sustentável da Unicamp e da Agência de Transportes da Unicamp (UNITRANSP).

13.4 Pilares do Projeto

O projeto prevê a implementação de um Laboratório Vivo no sistema de transporte público da Unicamp, a partir de três grandes pilares: (i) infraestrutura de monitoramento em tempo real do Eletroposto Energia Zero (EE0), (ii) dispositivos e sensores *IoT* de monitoramento dos ônibus (elétrico e convencionais) em tempo real e (iii) infraestrutura de monitoramento da rede elétrica do campus em tempo real. Esses pilares são ilustrados na Figura 13.1.

Todos os dados coletados nos ônibus, no eletroposto e na rede de energia elétrica são enviados em tempo real para o Centro de Operação do Campus (MiniCOS). Para a comunicação são usadas a rede *Wi-fi* do campus, uma rede LoRa e telefonia celular GPRS. Essas diferentes tecnologias são adotadas pois há medidores e sensores *IoT* estacionários na rede elétrica e no eletroposto e móveis nos ônibus circulares do campus.

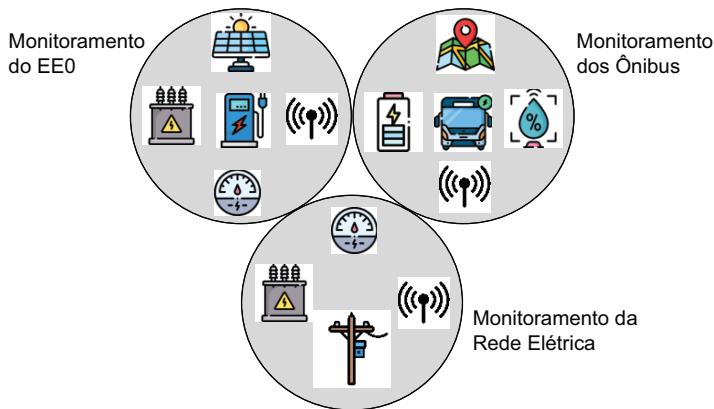


Figura 13.1 Pilares para o Laboratório Vivo de mobilidade elétrica

Fonte: Elaboração própria (Ícones desenhados por Freepik em www.flaticon.com).

13.4.1 Descrição do Ônibus Elétrico

A Unicamp está implantando o Laboratório Vivo integrando a geração renovável, a mobilidade elétrica, a eficiência energética em edifícios,

o monitoramento e a gestão da demanda de energia. No contexto de mobilidade elétrica, este projeto adquiriu um ônibus elétrico modelo BYD D9W mostrado na Figura 13.2.

Este modelo de ônibus permite a realização de recargas com um ou dois conectores. A recarga com um conector demanda uma potência máxima de 40 kW e a recarga com dois conectores demanda a potência máxima de 80 kW. As principais características deste ônibus elétrico estão listadas na Tabela 13.1.



Figura 13.2 Ônibus elétrico modelo BYD D9W.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

Tabela 13.1 Principais características do ônibus BYD D9W

Característica	Ônibus BYD D9W
Autonomia	~250-300 km
Velocidade Máxima	60 km/h
Capacidade da Bateria	324 kWh
Tensão de Carregamento	380 VAC
Corrente Máxima	~126 A
Frequência de Carregamento	60Hz
Potência de Carregamento	40 kW (Um conector) 80 kW (Dois conectores)

13.4.2 Monitoramento do Eletroposto Energia Zero

O eletroposto para recarga do ônibus elétrico foi projetado com um transformador dedicado, com potência nominal de 112,5 kVA e tensão 11,9kV/380V, conectado diretamente à rede de média tensão. O carregador do eletroposto é o modelo EVA080KS/01 fabricado pela empresa BYD. A estação de recarga conta ainda com um sistema fotovoltaico e a rede elétrica principal, como é ilustrado na Figura 13.3.

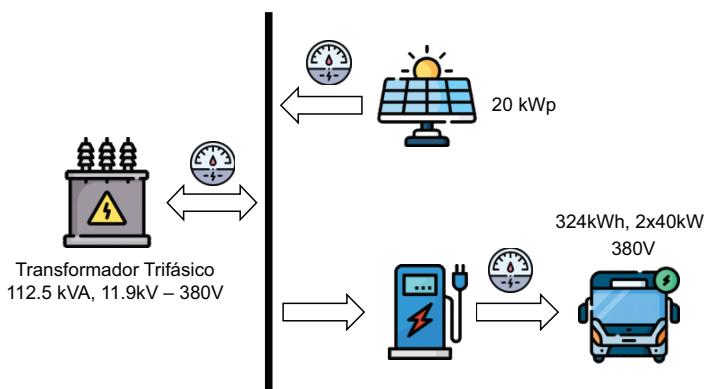


Figura 13.3 Estação de recarga considerando energia fotovoltaica para recarga do OE.

Fonte: Elaboração própria (Ícones desenhados por Freepik em www.flaticon.com).

De acordo com as condições atuais de uso o sistema fotovoltaico do eletroposto é capaz de gerar até 50% da energia anual utilizada pelo ônibus elétrico. Nele são usados painéis solares fotovoltaicos de marca BYD do modelo painel P6D-36 Series-4BB. O restante da energia requerida pelo ônibus é gerado no sistema fotovoltaico de 330 kWp instalado no telhado do ginásio multidisciplinar da universidade. Este sistema fotovoltaico está instalado a menos de 200 metros de eletroposto no mesmo alimentador. Assim, é possível garantir que toda a energia consumida pelo ônibus elétrico durante o ano seja gerada no campus a partir de fontes limpas, dando origem ao conceito de Eletroposto de Energia Zero (EE0).

13.4.3 Monitoramento dos Ônibus Circulares

No Laboratório Vivo, o ônibus elétrico e os cinco ônibus convencionais (movidos a diesel) que circulam diariamente no campus são monitorados com uma ampla gama de sensores. Os sistemas de monitoramento foram desenvolvidos pelos pesquisadores do projeto em parceria com a empresa Time Energy (TE).

Os sistemas utilizados no ônibus elétrico são mostrados na Figura 13.4. Estes sistemas permitem monitorar variáveis como: aceleração, velocidade angular, temperatura, umidade, entre outras, a partir do sistema XDK da BOSCH (BOSCH, 2017). Os ônibus contam ainda com dispositivos denominados Bus Passenger Counter (BPC) para contagem de embarque/desembarque de passageiros; um leitor de informações do barramento CAN do ônibus elétrico para coleta de dados da condição de operação do ônibus elétrico – como a quilometragem e do modo de operação – bem como dos sistemas internos, tais como (i) bateria – estado de carga (SoC), tensão, corrente, temperatura –, (ii) motores – rotação e temperatura –, (iii) sistema de arrefecimento, (iv) sistemas de freios e (v) sistemas de acionamento das portas. O sistema de monitoramento dos ônibus conta ainda com um sistema global de navegação por satélite (Global Navigation Satellite System – GNSS). Todos os sistemas de monitoramento direcionam os dados coletados para o concentrador denominado MMIoT, que é capaz de armazenar e transmitir informações por meio das tecnologias 3G, *Wi-fi* e LoRa para serem armazenadas em um servidor.

A Figura 13.4 ilustra alguns dos dispositivos posicionados no ônibus. Além dessas soluções, existem outros sistemas de sensoramento desenvolvidos em projetos de mestrado, também trabalhados no âmbito desse projeto, como: (i) sistemas de contagem automático de passageiros por meio de sensores infravermelhos que permitem a detecção de pessoas; (ii) sistema detecção de rotas dos passageiros por meio do rastreio de sinais *Wi-fi* de dispositivos moveis e (iii) leitor de informações do barramento CAN do ônibus. Todos os sistemas de monitoramento, exceto o leitor CAN, também estão instalados nos ônibus convencionais (a diesel).

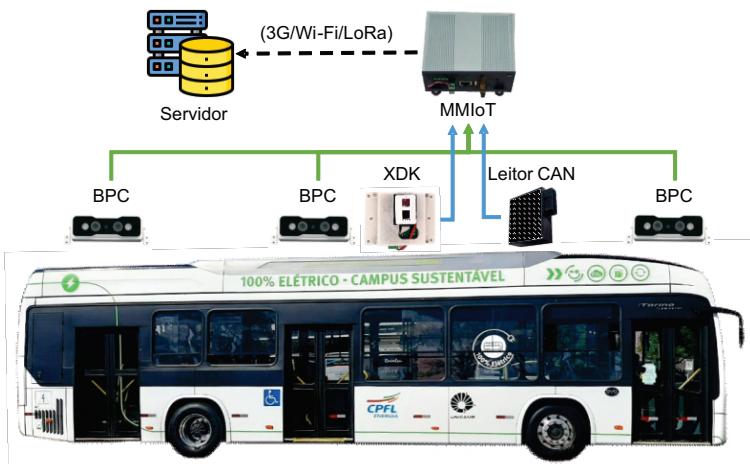


Figura 13.4 Sistemas instalados no ônibus elétrico.

Fonte: Elaboração própria (ícones desenhados por Freepik em www.flaticon.com).

13.4.4 Monitoramento da Rede Elétrica

A rede elétrica do campus de Barão Geraldo da Unicamp é atendida por cinco alimentadores de média tensão conectados a um transformador de 26 MVA / 11,9 kV. O Eletroposto Energia Zero está conectado ao alimentador BGE06. Este alimentador possui 45 transformadores de distribuição trifásicos com capacidade nominal variando entre 10 kVA e 1.000 kVA.

Todos os transformadores são monitorados com medidores digitais (modelo Neras fabricado pela Time Energy) conectados no lado de baixa tensão dos transformadores. Esses medidores enviam para o MiniCOs a cada minuto os valores das tensões, correntes, potências ativas e reativas nas três fases dos transformadores via rede *Wi-fi* do campus.

O alimentador BGE-06 da Unicamp é ilustrado na Figura 13.5 por meio da qual é possível observar a localização da subestação de energia do campus, a localização do eletroposto energia zero e o PV instalado no telhado do ginásio multidisciplinar. A topologia deste alimentador também pode ser vista na figura. O Comprimento total do alimentador é de aproximadamente 4,38 km.

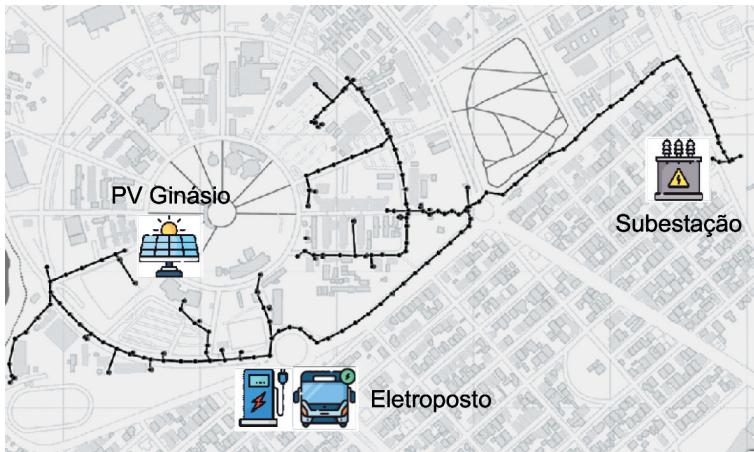


Figura 13.5 Alimentador BGE06 contendo o EEO e o PV do Ginásio Multidisciplinar.

Fonte: Elaboração própria (ícones desenhados por Freepik em www.flaticon.com).

13.5 Exemplos de Estudos Realizados

Em função das diferentes naturezas das variáveis coletadas, é necessária uma infraestrutura de armazenamento. Para isso, na fase de estudos, foi usado um servidor de dados baseado em documentos do tipo JSON.

As análises e estudos produzidos com os dados coletados foram realizados utilizando uma versão minimamente modificada da metodologia *Knowledge Discovery Databases* (KDD), ilustrada na Figura 13.6. Neste processo os dados selecionados são filtrados, pré-processados, transformados e usados na produção de conhecimento. A partir dessa lógica, podem ser geados, por exemplo, indicadores relacionados à qualidade da energia elétrica, indicadores econômicos, indicadores da qualidade dos serviços de transporte e indicadores da qualidade das vias, etc. A seguir são apresentados, para efeito ilustrativo, resultados de estudos realizados.



Figura 13.6 Metodologia KDD modificada.

Fonte: Elaboração própria (ícones desenhados por Freepik em www.flaticon.com) com base em FAYYAD *et al.*, 1996.

13.5.1 Indicadores Obtidos com Dados do Barramento CAN

O módulo leitor do barramento CAN permite coletar um conjunto abrangente de dados em tempo real durante a movimentação do ônibus e durante as recargas, possibilitando diversos tipos de análise, tais como: avaliação de desempenho da bateria do ônibus usando medições de tensões, corrente e o estado de carga (State of Charge – SoC); (ii) monitoramento de consumo em tempo real; (iii) análise de consumo médio em função dos trajetos percorridos, dos motoristas, da temperatura ambiente, da demanda de passageiros e das condição de uso do ar condicionado.

13.5.2 Indicadores Econômicos

Os ônibus elétricos consistem em uma alternativa do transporte público para reduzir os impactos ambientais dos combustíveis fósseis e aumentar a eficiência energética. Seus custos operacionais são mais baratos em comparação com os ônibus a diesel, mas o investimento inicial de aquisição ainda o torna pouco competitivo. Dependendo das rotas as quais os ônibus elétricos são submetidos, podem alcançar uma maior eficiência energética e obter melhores retornos financeiros quando comparados a ônibus similares a diesel (MARIOTTO *et al.*, 2020). Desta forma, por meio de modelos de simulações, diversas propostas de rotas podem ser analisadas considerando informações coletadas por sistemas GNSS, do barramento CAN e do consumo de energia medido no eletroposto. Os modelos, que utilizam dados de GNSS também podem ser usados para avaliar o consumo de ônibus a

diesel operando nas mesmas condições, obtendo-se uma análise comparativa e identificando as rotas em que os ônibus elétricos são ainda mais competitivos.

13.5.2 Indicadores de Qualidade do Sistema de Transporte

A partir dos dados coletados pelos diferentes sensores e dispositivos *IoT* instalados nos ônibus é possível calcular indicadores de diversas naturezas que são úteis para o gerenciamento do transporte. Por exemplo, para a validação do conforto dos passageiros nos ônibus do sistema, foram calculados indicadores de conforto térmico, acústico, inercial e de lotação. A Figura 13.7 traz valores de um indicador de conforto térmico dos passageiros durante uma viagem de um ônibus convencional.

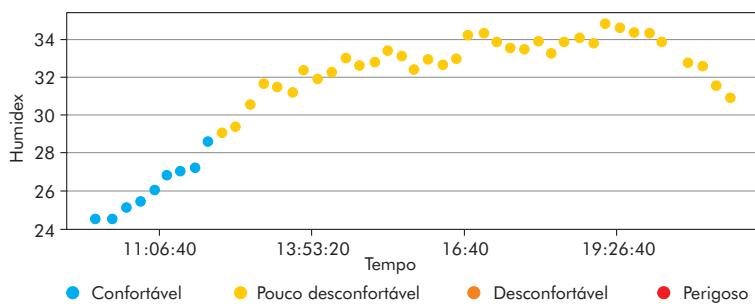


Figura 13.7 Cálculo do indicador Humidex durante uma viagem.

Fonte: Elaboração própria com base em FAYYAD *et al.*, 1996.

13.6 Estudo de Impactos Ambientais

Se por um lado a adoção dos ônibus elétricos na mobilidade coletiva permite a mitigação das emissões reguladas dos veículos automotores (por exemplo, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e material particulado) e das emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas ao seu uso. Por outro lado, caso a demanda adicional de energia elétrica seja atendida a partir de fontes não renováveis, os

benefícios comparativos serão reduzidos. Assim, fica claro a necessidade de uma avaliação mais ampla, considerando não apenas o uso do ônibus elétrico, mas também o contexto da geração de eletricidade, a operação de recarga das baterias (horário, frequência, duração, etc.), os potenciais riscos de contaminação do solo e corpos d'água – em função da produção e do descarte das baterias – entre outros aspectos (FALCO, 2017).

Essa análise está sendo realizada no projeto a partir do uso da ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (VELANDIA VARGAS, 2016), considerando desde a extração de matérias-primas até o uso e a disposição final (“do berço ao túmulo”), tanto dos ônibus convencionais e elétricos quanto das fontes de energia, como se verifica no exemplo da Figura 13.8. Os efeitos de uma maior demanda de energia elétrica, da exploração de recursos naturais para a produção de baterias, da alteração da oferta de diesel e biodiesel diante da penetração dos ônibus elétricos, do incremento da geração distribuída, etc. serão avaliados no horizonte de 2035 e no contexto da cidade de São Paulo.

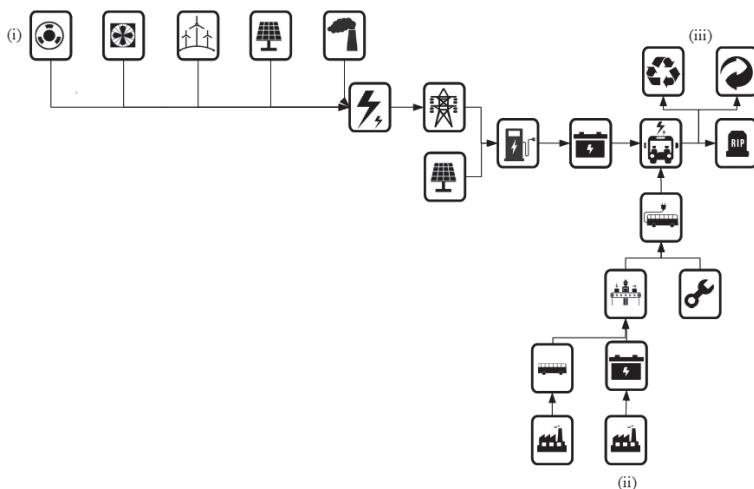


Figura 13.8 Análise berço ao túmulo da mobilidade.

Fonte: Elaboração própria (ícones desenhados por Freepik em www.flaticon.com) com base em Cavaliero *et al.* (2019).

Para que os resultados reflitam da melhor forma possível as condições de operação real dos ônibus com motorização à combustão e elétrica, optou-se pelo monitoramento on-board das emissões de gases poluentes e de dióxido de carbono (CO_2) de um ônibus convencional operando o serviço de transporte coletivo interno da Cidade Universitária Zeferino Vaz em Barão Geraldo/Campinas – SP. O monitoramento será realizado com equipamento para medição das emissões de material particulado com equipamento da empresa (AVL, 2019), referência no desenvolvimento de sistemas de propulsão e de monitoramento das emissões da motorização à combustão. Os resultados da medição *on-board* (dados primários) serão analisados e sevirão de referência para a estimativa de emissões em condições ambientais distintas das verificadas durante o monitoramento, sendo incorporados na avaliação de desempenho ambiental dos ônibus convencionais do projeto.

O projeto também prevê a avaliação dos impactos socioeconômicos e ambientais da inserção de uma frota de ônibus elétrico para substituir totalmente os ônibus convencionais no contexto brasileiro em 2035. Para promover esse “choque”, mudanças relevantes e distintas poderão ocorrer em alguns setores da economia brasileira, como nos setores de extração e refino de petróleo (com a alteração da demanda de diesel), de extração de gás natural (para geração de energia elétrica), de produção de biocombustíveis (com a redução da demanda de biodiesel), etc. (WALTER *et al.*, 2016). Variações em parâmetros como oferta de combustíveis líquidos, desemprego, renda e consumo das famílias, etc. decorrentes do “choque” provocado na economia brasileira serão obtidos a partir do Modelo de Equilíbrio Geral (FOCHEZATTO, 2003). O Modelo será também usado no cenário tendencial, no qual o crescimento da frota de ônibus elétricos seguirá a tendência estimada em função do atual contexto de desenvolvimento tecnológico, das características de produção dos insumos, da energia (eletricidade e combustível) e dos ônibus.

Ao final, a análise comparativa entre o cenário tendencial e de “choque” permitirá estimar a dimensão dos efeitos socioeconômicos diretos e indiretos da motorização elétrica dos ônibus. Além disso, a

partir da abordagem consequencial da ACV, serão também estimados os potenciais impactos ambientais da substituição da frota de ônibus convencional no contexto nacional e regional. Todos esses resultados auxiliarão à proposição de políticas públicas de incentivo à motorização elétrica dos ônibus no transporte coletivo de passageiros no Brasil e na cidade de São Paulo.

13.5 Conclusões

O aumento do uso de veículos elétricos para fins de transporte particular e público é uma tendência mundial. Admitida a premissa de que o uso de veículos e ônibus elétricos será um fato nas cidades brasileiras nas próximas décadas, este projeto pode dar forma às bases tecnológicas e de conhecimentos necessários para se inserir o uso intenso de ônibus elétricos no transporte público em grandes cidades. Assim, todos os produtos e resultados obtidos com a execução deste projeto possuem elevado potencial de aplicação, bem como de criação de novos negócios.

A execução deste projeto permitirá que a Unicamp estude de forma realista uma alternativa ambientalmente sustentável para o transporte interno na Cidade Universitária Zeferino Vaz, alavanque o desenvolvimento dos seus laboratórios vivos, forme mão de obra especializada em um tema de altíssima relevância para o país, transfira conhecimentos para sociedade e catalise o processo de conscientização sobre a necessidade de preservação do meio ambiente.

Referências

BOSCH. *Cross Domain Development Kit XDK, Bosch Connected Devices and Solutions GmbH*. 2017. Disponível em: https://www.bosch-connectivity.com/media/downloads/xdk/xdk_node_110_combined_datasheet.pdf. Acessado em: 29 mai. 2021.

CAVALIERO, C. K. N. et al. Etapa 24: Definição dos cenários “baseline” e do “choque”. Relatório de Pesquisa. Projeto de P&D PA3043 - Laboratório Vivo de Mobilidade Elétrica para Transporte Coletivo na UNICAMP: Integração de Eletroposto Sustentável, Monitoramento Amplo e Conectividade em Tempo Real. 2019. 28p.

FAYYAD, U. M. et al. Knowledge discovery and data mining: Towards a unifying framework. *KDD*, v. 96, p. 82-88, 1996.

LEOU, R-C. et al. Stochastic analysis of electric transportation charging impacts on power quality of distribution systems. *IET Generation, Transmission & Distribution*, v. 12, n. 11, p. 2725-2734, 2018.

MAHMOUD, M. et al. Electric buses: A review of alternative powertrains. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. v. 62, p. 673-684, 2016.

MARIOTTO, F. T. et al. Assessment of diesel and electric buses under different routes features A case study at the Living Lab of the University of Campinas. Proceedings of ECOS 2020, 33rd International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, Osaka, Japão, 15 jul 2020, Segunda versão online. 2020. p. 2048-2059. ISBN 9781713814061.

UGARTE, L. F. et al. Living Lab for Electric Mobility in the Public Transportation System of the University of Campinas. In: 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference-Latin America (ISGT Latin America, 2019, September). IEEE.

AVL. AVL M.O.V.E PM PEMs - Portable soot and particulate (PM) measurement device. 2019. Disponível em: <https://www.avl.com/documents/10138/885965> AVL+M.O.V.E+PM+PEMS+Portable+soot+and+particulate+(PM)+measurement+device. Acessado em: 01 fev. 2019.

FALCO, D. G. *Avaliação do desempenho ambiental do transporte coletivo urbano no estado de São Paulo*: uma abordagem de ciclo de vida do ônibus a Diesel e elétrico a bateria. 174p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2017.

FOCHEZATTO, A. Construção de um modelo de equilíbrio geral computável regional: aplicação ao Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2003. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0944.pdf. Acessado em: 01 mar. 2019.

VELANDIA VARGAS, J. H. *Análise da competitividade ambiental de veículos elétricos no Brasil no cenário atual e futuro*. 131p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2016.

WALTER, A. C. S. et al. *Avaliação de ciclo de vida de veículos elétricos nas condições brasileiras: relatório parcial – etapa 7*. Projeto de P&D PA0060. Campinas, 2016.

14

Projeto Merge: Microrredes Eficientes, Resilientes e Sustentáveis

José Antenor Pomilio

João Inácio Yutaka Ota

Juan Camilo Lopez Amezquita

Danúzia Arantes Ferreira

Rodolfo Quadros

14.1 Introdução

O sistema elétrico vem passando por importantes transformações. O modelo que considera centrais geradoras de grande porte, uma ampla rede interligada para a transmissão e a distribuição de energia, chegando até as cargas, sofreu um primeiro impacto estrutural com a disseminação da geração distribuída (GD).

A presença de unidades geradoras de baixa potência (mini e microgeração) em locais em que, no modelo convencional, havia apenas cargas, tornou necessária a revisão de metodologias de análise e para o planejamento das redes elétricas. A possível inversão no fluxo de potência, as adequações dos procedimentos de atuação das proteções, as modificações dos procedimentos de tarifação, as consequentes alterações dos perfis de tensão dos alimentadores, foram alguns

aspectos que emergiram com a existência dos geradores nos locais das cargas consumidoras (HATZIARGYRIOU, 2014).

O uso de fontes renováveis, principalmente solar e eólica, e também a presença de acumuladores de energia, baterias e células a hidrogênio torna obrigatório o emprego de conversores eletrônicos de potência (CEP) para possibilitar a conversão de energia em forma CC para CA e sua utilização na rede de distribuição. Inexoravelmente há reflexos também no que se refere a problemas de qualidade de energia elétrica (QEE) (LI *et al.*, 2014). Possivelmente o impacto mais imediato seja no perfil de tensão por conta da injeção variável de potência de acordo com o comportamento das fontes renováveis.

Outro elemento de grande importância para o sistema elétrico, e que decorre da implantação de GD, se refere às chamadas microrredes. Existem diversas definições do que seja uma microrrede. Uma dessas definições pode ser assim expressa:

Sistema elétrico, geograficamente delimitado, formado por fontes de geração, equipamentos de armazenamento e cargas conectadas eletricamente, que podem operar tanto conectadas ao sistema principal como de forma isolada. Deve ser controlada pelo operador do sistema como um sistema agregado no qual se pode planejar e gerenciar a energia gerada e consumida. (CALLEJO, 2019)

Outra definição não exige que a microrrede tenha a possibilidade de ser conectada ao sistema principal, ou seja, considera como microrrede também um sistema isolado, mantida a delimitação geográfica e a presença de fontes e cargas distribuídas.

De acordo com uma definição da International Electrotechnical Committee:

Microrredes são utilizadas por pequenos consumidores residenciais ou comerciais; minigrids são configurações maiores, que podem abastecer grandes estabelecimentos comerciais, universidades, fábricas e até ilhas. (IEC, 2021)

Adicionalmente pode-se agregar ao conceito de rede o adjetivo “Inteligente”, levando ao conceito de redes elétricas inteligentes, *smart grids* (SG), no termo em inglês. O que caracteriza uma rede elétrica

como “inteligente” é a sua capacidade de medir, comunicar, analisar, integrar e coordenar as ações de todos os agentes, sejam geradores, consumidores ou os chamados “*prosumers*” (do inglês, “*productor and consumer*”), traduzido como “prossumidor” no neologismo português, ou seja, agentes que ora se comportam como geradores de energia, ora como carga. Dentre os objetivos de uma rede inteligente de energia, busca-se a produção, o transporte, a distribuição e o uso final de energia elétrica de modo eficiente, ambientalmente sustentável, viável economicamente e de forma confiável e segura.

O Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) define uma microrrede como um “grupo de cargas interconectadas e recursos de energia distribuída dentro de limites elétricos claramente definidos que atuam como uma única entidade controlável em relação à rede e pode se conectar e desconectar da rede para permitir que ela opere tanto no modo conectado à rede como no modo ilhado” (TON e SMITH, 2012). Na China, o conceito de SG refere-se a uma rede que venha a assegurar um suprimento de eletricidade de modo confiável, econômico e ambientalmente sustentável. Na Europa, a principal motivação tem sido a necessidade de integrar grandes quantidades de fontes renováveis à rede, no intuito de diminuir o impacto ambiental devido à geração de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis (DELFINO *et al.*, 2018).

Um dos aspectos mais relevantes das redes elétricas inteligentes é a possibilidade de um controle que pode ser centralizado ou distribuído, de todos os agentes a ela conectados, sejam fontes (GD) ou cargas. Tipicamente tais agentes possuem uma interface com a rede CA realizada por um conversor eletrônico de potência o qual, no conceito SG, possui facilidades de comunicação bidirecional com o operador, o qual pode determinar, a partir de algum requisito de desempenho estabelecido, as características de operação do conversor.

A tomada de decisão por parte do operador depende da quantidade e qualidade de informações do estado das variáveis elétricas da rede. Diferentemente dos conceitos tradicionais em que a gestão se faz quase que exclusivamente a partir de informações de potência ativa, potência reativa e frequência, em uma microrrede, dada a presença quase hegemônica de CEPs fazendo a conexão de fontes e cargas,

problemas de instabilidade sistêmica podem ocorrer em faixas especiais muito acima do que acontece em sistemas baseados em máquinas girantes. Isso coloca um desafio aos medidores de energia que precisam ser capazes de identificar problemas nas tensões e correntes.

Além disso, a gestão da microrrede pode exigir uma maior quantidade de medidores e analisadores de energia, distribuídos por toda instalação, uma vez que podem ocorrer trocas de energia entre os agentes (conversores), sem que isso seja sentido por medidores no ponto de acoplamento com a rede externa.

As primeiras microrredes foram implantadas em comunidades remotas e bases militares, para fornecer independência e resiliência energética. Novos projetos exploram esses benefícios para comunidades urbanas, *campi* de universidades e complexos industriais. Diversas tecnologias devem convergir para a realização de microrredes, tecnologias essas que aparecem de forma independente e com diferentes níveis de maturidade técnica e comercial.

As microrredes são uma alternativa para o combate a interrupção para consumidores ou grupos de consumidores. Esses benefícios não são restritos à continuidade do serviço, pois, uma microrrede adequadamente planejada e operada permite reduzir perdas, aumentar a extração das energias renováveis e criar modelos de negócios.

14.2 O Projeto Merge

O projeto “Desenvolvimento de Microrredes Eficientes, Confiáveis e Sustentáveis” – Merge (*Microgrids for Efficient, Reliable and Greener Energy*) busca desenvolver conhecimento para antecipar oportunidades, enfrentar ameaças e gerar valor agregado por meio do estudo da implantação de aplicações reais no Brasil. É feita a integração com a rede de distribuição com vistas a aumentar eficiência, confiabilidade, qualidade de serviço e qualidade de energia. A integração também permite reduzir as perdas, emissões de gases de efeito estufa, entre outros benefícios. As microrredes desenvolvidas preveem operação conectada ou no modo ilhado (LOPEZ *et al.*, 2020).

O projeto tem uma duração inicial prevista de quatro anos, com a instalação de quatro microrredes experimentais, de diferentes características. O orçamento total é de R\$ 45.300.000,00.

A epistemologia da interdisciplinaridade apresenta-se como abordagem promotora da interação e integração entre as áreas do conhecimento científico articuladas. Requer, dada a complexidade que envolve a produção do conhecimento interdisciplinar, identificar as convergências dos saberes científicos e metodológicos, nas áreas estratégicas do projeto.

A pesquisa interdisciplinar envolve uma nova forma de produzir conhecimento. Para isso, a compreensão da linguagem do outro e o conhecimento do grupo são pré-requisitos. A interdisciplinaridade pressupõe o reconhecimento das diferenças e do desafio de formar pessoas para trabalhar integradas, entendendo as partes que compõem o todo e o todo compreendido nas suas partes (FERREIRA 2018, p. 40).

A Figura 14.1 apresenta uma visão de funcionalidades necessárias a uma microrrede com capacidades de operação tanto com conexão à rede quanto ilhada. As principais funções estão divididas em três grupos segundo a camada de operação. No nível superior estão as relacionadas com a interação da microrrede com a rede externa e o mercado energético. No nível intermediário encontram-se as funcionalidades relativas ao controle interno da microrrede em termos de gerenciamento energético e controle integrado dos sistemas de potência. No nível inferior encontram-se funções de operação em tempo real relacionadas principalmente com o controle local de cada um dos conversores de potência. A camada de telecomunicações, transversal a todos os processos, permite a verificação do estado da microrrede e, com isso, a tomada de decisões de operação. Destaca-se a interdisciplinaridade do projeto, em que pesquisas são desenvolvidas nos tópicos de sistemas de gerenciamento energético, eletrônica de potência, estimativação de estado, previsão de demanda/geração renovável, estabilidade, segurança cibernética e regulação.

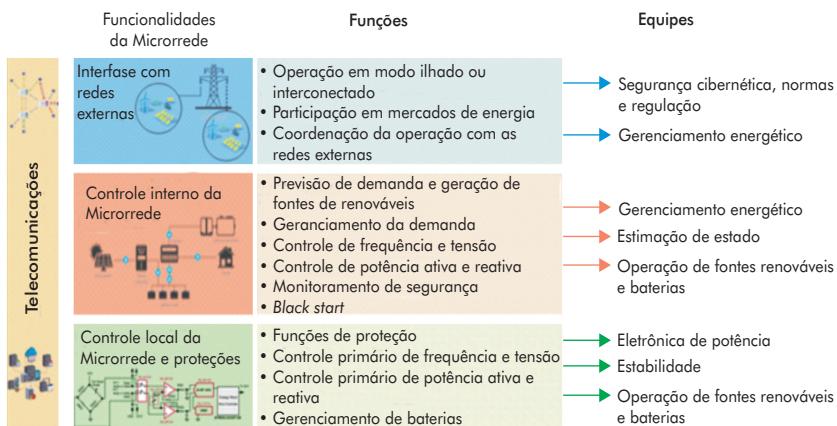


Figura 14.1 Funcionalidades das microrredes.

Fonte: Elaboração própria.

É evidente a necessidade de desenvolver conhecimentos e ferramentas para projetar e operar microrredes no Brasil, adequadas às peculiaridades das redes elétricas do país. Também é preciso propor ajustes na regulação e normas, atualizar procedimentos e guias das distribuidoras de forma a preparar e capacitar seus profissionais para este novo cenário.

O projeto propõe um plano de pesquisa interdisciplinar com abrangência em todas as escalas de tempo associadas aos fenômenos intrínsecos à operação de microrredes, a saber:

- **Milissegundos:** fenômenos rápidos associados ao funcionamento dos conversores eletrônicos de potência. São objeto de análise as formas de onda de tensão e de corrente, incluindo toda faixa de harmônicas e avançando para análise de efeitos da comutação eletrônica;
- **Segundos:** análise do comportamento das potências elétricas, estudos de controle e estabilidade envolvendo fontes rotativas com dinâmica um pouco mais lenta;
- **Minutos a Horas:** com base no comportamento energético, considera modelos de otimização para despacho de ações para a operação de curto prazo das microrredes;

- **Horas a Dias:** modelos de otimização incluindo previsão de clima e de demanda para despacho de ações para o planejamento da operação das microrredes no médio prazo.

A interdisciplinaridade é uma característica intrínseca dos projetos de microrredes. Não obstante, as diversas equipes possuem atribuições de acordo com cada especialidade:

- **Eletrônica de Potência:** a equipe dá suporte técnico às especificações, implantação e testes dos conversores eletrônicos de potência nas microrredes, é responsável pela implantação, caracterização e operação do LabREI;
- **Estabilidade Transitória:** a equipe desenvolve estudos e implanta técnicas de controle para garantir uma operação estável das microrredes durante a operação ilhada e nas operações de ilhamento das microrredes;
- **Estimação de Estado:** a equipe desenvolve soluções para garantir a integração de todos os dados coletados nas microrredes, a estimativa de dados adicionais necessários, e o fornecimento de dados e informações necessárias em outras aplicações das microrredes;
- **Gerenciamento Energético:** a equipe desenvolve novas metodologias para o gerenciamento dos recursos distribuídos das microrredes e desenvolve sistemas de gerenciamento energético nas microrredes, visando minimizar os custos operacionais e maximizar a integração das fontes renováveis de energia;
- **Segurança Cibernética:** são desenvolvidos e estudados protocolos e estratégias para proteger e blindar os equipamentos e sistemas das microrredes em caso de ataques cibernéticos;
- **Temas Regulatórios:** são desenvolvidos estudos de impacto regulatório com propostas de alterações necessárias das normas vigentes para viabilizar o novo mercado de microrredes e, ao mesmo tempo, proteger e garantir segurança ao mercado regulado de distribuição de energia.

O projeto foi desenhado para ter ampla abrangência e amplitude sob os aspectos da pesquisa, da implantação de pilotos, da exploração de novos negócios e soluções de engenharia, da multidisciplinaridade do tema, e da avaliação dos diversos impactos no mercado das distribuidoras de energia.

As pesquisas são realizadas por equipes interdisciplinares de pesquisadores e preveem a intersetorialidade envolvendo as instituições executoras: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI), contando ainda com suporte de profissionais da Unicamp e da CPFL. No total, mais de 60 participantes entre docentes, pesquisadores, estudantes e profissionais levam adiante as quase 400 etapas previstas para o Projeto. Existe a possibilidade da participação de uma equipe da China Electric Power Research Institute (CEPRI), o que poderia trazer oportunidades de cooperação internacional ao Projeto Merge.

14.3 As Microrredes

Como mencionado, o Merge visa a implantação de quatro microrredes, nas quais os níveis de complexidade acompanham o acúmulo de experiências e conhecimento da equipe. Cada microrrede apresenta características e desafios particulares, devido à natureza da demanda que deve satisfazer e das fontes de energia a serem integradas.

A gestão do conhecimento interdisciplinar aplicado ao desenvolvimento das microrredes sistematiza as etapas do projeto e os avanços da pesquisa visando, principalmente, a identificação das intersetorialidades institucionais, a produção do conhecimento interdisciplinar entre as equipes e o desenvolvimento da governança.

14.4.1 LABREI: Laboratório de Redes Elétricas Inteligentes

A microrrede LabREI, com característica laboratorial e instalada na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp,

oferece um ambiente controlado para testes e estudos de redes elétricas inteligentes (*smartgrids*) e microrredes (OTA, 2020). A concepção desta infraestrutura remete às considerações expressas por Poncela-Blanco (2015) de que

uma infraestrutura de pesquisa é necessária para testar protótipos e sistemas, para a verificação da interoperabilidade destes novos sistemas, para avaliar o seu desempenho e integração em todo o sistema e também para certificar sua conformidade com as normas relacionadas, bem como entre as normas pertinentes”... “Somente através de programas de pesquisas bem definidos e ambientes capazes de reproduzir com um elevado nível de precisão cenários da vida real, pode-se minimizar as incertezas da aplicação dessas novas tecnologias.

A Figura 14.2 apresenta um esquema simplificado da microrrede LabREI. Trata-se de uma rede trifásica a quatro fios, formada por 13 barras, com comprimento total de 300 m. A microrrede possibilita alterações em sua configuração e na localização de cargas e fontes. O conceito do LABREI inclui o uso de tecnologias reais de geração, armazenamento, consumo controlável e não controlável, monitoramento, gestão, entre outros. Além disso, fornece plataformas para estudos em simulação computacional, simulação em nível experimental, bem como a combinação de ambos, através de simulação em tempo real do tipo *hardware-in-the-loop*. A estrutura permite estudos também de redes CC que são importantes no desenvolvimento da NANOGRID.

O LABREI representa um ambiente de baixo risco, para uma ampla gama de estudos e simulações, e um elevado impacto no nível de conhecimento e domínio dos temas de investigação. O projeto Merge integra-se com o projeto temático “Pesquisas Interdisciplinares em Redes Inteligentes de Energia Elétrica” da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). O financiamento atinge cerca de R\$ 6 milhões, com 50% fornecidos pela FAPESP e 50% pelo Merge.

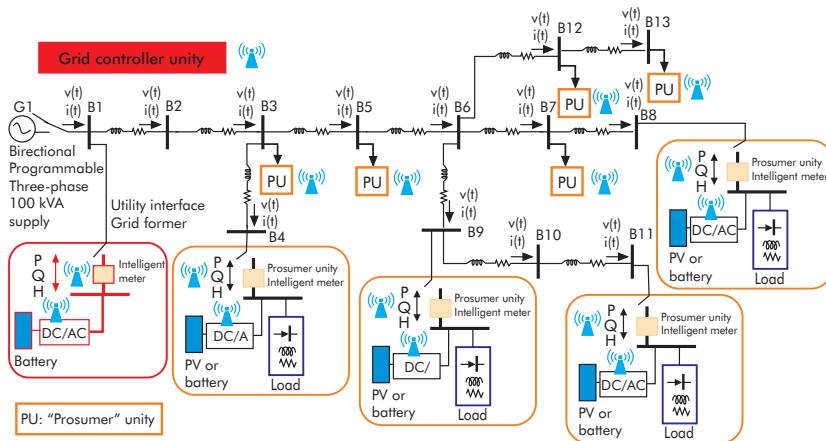


Figura 14.2 Esquema da Microrrede LabREI.

Fonte: Elaboração própria.

14.4.2 CAMPUSGRID: Microrrede do Campus Universitário da Unicamp

A microrrede CAMPUSGRID é a aplicação de grande porte em parte da Cidade Universitária Zeferino Vaz, em Campinas, Brasil. Dadas suas características particulares, em especial a potência instalada e o perfil de usuários, pode ser considerada uma referência para o setor elétrico brasileiro para este tipo de aplicação. As etapas de estudos, dimensionamento, implantação e testes estiveram sob responsabilidade das equipes da Unicamp, da UFMA e da CPFL.

A Figura 14.3 mostra a área alvo da CAMPUSGRID que abrange as instalações do Ginásio Multidisciplinar (GMU), do Centro de Convenções, da Biblioteca Central César Lattes (BC), da Biblioteca de Obras Raras (BORA) e da Faculdade de Educação Física (FEF). Esse conjunto de cargas, pelas características de uso das instalações, apresenta uma demanda que se concentra ao longo do dia, razoavelmente coincidente com a geração fotovoltaica, o que diferencia a aplicação de cenários mais usuais de microrredes. Isso implicou no desenvolvimento de

metodologias inovadoras de dimensionamento de fontes e armazenedores, assim como tem implicações para a gestão do sistema. São essas peculiaridades da CAMPUSGRID que levam ao desenvolvimento tecnológico e científico buscados pelo Projeto.

A geração fotovoltaica total é de aproximadamente 800 kWp, contando com um sistema de armazenamento de ≥ 525 kW/810 kWh, além de um gerador a gás de 150~170 kW e uma estação de carregamento do ônibus elétrico referente ao projeto P&D PD-00063-3032/2017 (ANEEL, 2017). A microrrede, quando em pleno funcionamento, terá uma capacidade instalada superior a 1 MVA.



Figura 14.3 Área da microrrede CAMPUSGRID – Unicamp.

Fonte: Banco de imagens institucionais da Unicamp. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/banco-de-imagens/2018/05/01/imagens-institucionais-da-unicamp#>.

14.4.3 NANOGRID: Nanorrede de Corrente Contínua (CC)

A NANOGRID objetiva a implantação de uma nanorrede de corrente contínua, tendo como cargas principais a recarga da frota de veículos elétricos na sede da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) em Campinas,

Brasil. A NANOGRID agregará de geração fotovoltaica e armazenamento de energia em baterias, aliados a uma gestão energética e de recarga, realizados em plataformas local e remota. O objetivo é explorar o conceito de microrredes e nanorredes de corrente contínua (CC) e a viabilidade de integração com a infraestrutura elétrica existente (DRAGIČEVIĆ *et al.*, 2016). A NANOGRID tem também servirá de um *showroom* de tecnologias e soluções associadas às microrredes para profissionais do setor elétrico e para a sociedade em geral.

Um dos principais desafios relacionados com a nanorrede CC é a pouca experiência do setor elétrico brasileiro com a implantação de sistemas em corrente contínua de baixa tensão. Em termos conceituais, muitos dos temas de investigação relacionados às microrredes em CA também se aplicam à NANOGRID: dimensionamento de fontes, gestão de cargas, medições e qualidade de energia, problemas de estabilidade dos conversores, etc. São significativamente diferentes, no entanto, os materiais e métodos de instalação, os dispositivos e procedimentos de proteção, as normas técnicas, muitas vezes inexistentes, etc.

14.4.4 CONGRID: Rede em Condomínio Residencial

Esta microrrede tem o objetivo de implantar um piloto fora do Campus, levando o conceito a consumidores residenciais. A ideia é uma microrrede em um condomínio na região de Barão Geraldo, nas vizinhanças da Unicamp. Tal localidade permite integrar tecnologias de geração fotovoltaica, armazenamento e gestão, podendo operar em modo conectado com a rede de distribuição ou em ilhamento forçado ou intencional. A implantação da microrrede se dará a partir da integração de sistemas fotovoltaicos e de um dispositivo de armazenamento (100 kW / 255 kWh) pré-existentes, decorrentes de projetos de P&D anteriores (ANEEL, 2014; 2016).

A transformação desse sistema em uma microrrede demandará a revisão dos sistemas prévios, com a modernização de medições e com a inclusão de facilidade de comunicação e controle de cargas e fontes. Pelas características de perfil de demanda da CONGRID, muito distinto

da CAMPUSGRID, os procedimentos de dimensionamento e de gestão da microrrede terão que ser revistos e adaptados à nova situação.

Esta microrrede também passará pelo levantamento de dados, planejamento, projetos de engenharia, implantação e testes, sendo que a segurança física e cibernética são aspectos críticos neste caso. A CONGRID deverá estar totalmente operacional somente no último ano do projeto. Vale destacar que a implantação do CONGRID dependerá do grau de sucesso dos experimentos anteriores, em especial a CAMPUSGRID.

14.5 Conclusões

Para além das implantações das quatro microrredes, o pioneirismo do Projeto Merge vem acompanhado de inúmeros desafios. Para além dos desafios científicos, metodológicos e tecnológicos, há o grande desafio da interdisciplinaridade. A convergência tecnológica representada pelas microrredes é uma oportunidade excepcional para a agregação de diversas áreas do conhecimento. Sistemas de potência, redes de comunicação, segurança e tratamento de dados, eletrônica de potência, controle aplicado, fontes renováveis e distribuídas de energia, são alguns dos campos de conhecimento que necessariamente tem que ser considerados conjuntamente para o sucesso de uma microrrede. Além disso, o Merge abre espaço para outros aspectos de grande importância, como parte normativa e legal. Ao longo de todo o projeto a equipe é acompanhada e assessorada para que a interdisciplinaridade seja valorizada e se efetive em todas e em cada etapa de trabalhos. Esse também é um aprendizado essencial para que sejam vencidos os muitos desafios científicos e tecnológicos associados à microrredes.

Referências

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Projeto P&D PD-0063-3012/2014: Aplicação massiva de geração distribuída solar em diferentes tipologias de telhados na cidade de Campinas. Brasília, 2014.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Projeto P&D PD-02937-3018/2016: Inserção técnico-comercial para implementação, desenvolvimento e análise de aplicações de tecnologias de armazenamento de energia na operação de redes de distribuição da CPFL. Brasília, 2016.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Projeto P&D PD-00063-3032/2017: Desenvolvimento de um modelo de Campus Sustentável na UNICAMP – Laboratório vivo de aplicações de minigeração renovável, eficiência energética, monitoramento e gestão do consumo de energia. Brasília, 2017.

CALLEJO, L. H. *Microrredes Eléctricas*. Ibergarceta Publicaciones, 2019.

DELFINO, F. et al. *Microgrid Design and Operation: Toward Smart Energy in Cities*. Norood, USA: Artech House, 2018.

DRAGIČEVIĆ, T. et al. DC Microgrids-Part II: A Review of Power Architectures, Applications, and Standardization Issues. *IEEE Transactions on Power Electronics*, v. 31, n. 5, p. 3528-3549, 2016.

FERREIRA, D. A. Interdisciplinaridade e políticas públicas: experiência do Programa Goiás Solar. São Paulo: PUC, 2018.

HATZIARGYRIOU, N. (2014). *Microgrids: Architectures and Control*. West Sussex, UK: Wiley-IEEE Press, 2014.

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMITTEE. *Minigrids and Microgrids*. 2021. Disponível em: <https://www.iec.ch/energies/minigrids-microgrids>. Acessado em: 9 mai. 2021.

LI, L. et al. Power-quality of distribution networks with high penetrated intermittent distributed generation: A survey. *International Conference on Power System Technology*, 2014.

LÓPEZ, J. et al. Objetivos e desafios do projeto de P&D Merge: Microgrids for efficient, reliable and greener energy. *VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos*, 25 a 28 de agosto de 2020.

OTA, J. I. Y.; POMILIO, J. A. LabREI: Ambiente experimental para pesquisas interdisciplinares e formação de recursos humanos em redes inteligentes de energia elétrica. *VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos*, 25 a 28 de agosto de 2020

PONCELA-BLANCO, M. et al. Smart Grids Laboratories Inventory 2015. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2015.

TON, M. A.; SMITH, D.T. The U.S. Department of Energy's Microgrid Initiative. *The Electricity Journal*, v. 25, p. 84-94, 2012.

15

A Unicamp como Laboratório Vivo para Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes de Iluminação Pública

Glauco Niro

Juliana Paula da Silva Ulian

Fernando César Vieira

João Guilherme Ito Cypriano

Luiz Carlos Pereira da Silva

15.1 Introdução

Criado em 1985, através da Portaria Interministerial nº 1.877, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, executado pela Eletrobras e tem como finalidade integrar as ações de conservação energética, promovendo o uso eficiente da energia elétrica, combatendo seu desperdício e garantindo a disseminação do conhecimento adquirido no tema para conscientizar os hábitos de consumo energético.

Em maio de 2016, com a promulgação da Lei nº 13.280, 20% dos recursos que as concessionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar nos programas de eficiência energética, conforme comentado no Capítulo 9 - Seção II, passaram a ser destinados para o Procel. Deste modo, surgem os Planos de Aplicação de Recursos (PAR) que são financiados com esses recursos direcionados e tem como objetivo promover ações de eficiência energética em diversos segmentos da economia, que além de economizar energia irão gerar benefícios para a sociedade.

Assim, com a publicação do 3º PAR Procel 2020/2021, a Unicamp, através do Escritório Campus Sustentável, submeteu e teve aprovado um projeto de eficiência energética em iluminação pública, que com a adoção de tecnologias de ponta, além de gerar os benefícios com a economia de energia, servirá como modelo a ser adotado em cidades inteligentes. Intitulado de "Iluminação Pública para Cidades Inteligentes", este projeto também pretende realizar estudos e pesquisas sobre políticas públicas, automação e ciência de dados para Iluminação Pública para aplicação em municípios brasileiros.

Neste capítulo veremos como esse projeto foi idealizado, os objetivos e os benefícios esperados após sua conclusão. Veremos também como se dará a integração com os outros projetos e ações do Campus Sustentável, contribuindo para que a Unicamp seja um modelo de Laboratório Vivo em solução para iluminação pública.

15.2 Situação Geradora

A Unicamp é cliente no Mercado Livre de Energia Elétrica e toda a rede de energia do campus é de gestão e responsabilidade da universidade. Isso inclui a rede de distribuição em média tensão e o sistema de iluminação pública, além de todo fornecimento de energia em baixa tensão.

Apesar de ter a responsabilidade por sua rede, a universidade segue os padrões, especificações e normas técnicas da CPFL Paulista,

distribuidora de energia da cidade de Campinas-SP, de modo a mentar as melhores práticas e gestão na sua rede interna. Desta forma, o campus Cidade Universitária Zeferino Vaz tem sua iluminação pública composta por luminárias com lâmpada de vapor de sódio com potência de 250 W conforme apresentado na Figura 15.1.

Entre o segundo semestre de 2019 e primeiro de 2020, foi implantado um projeto piloto de iluminação pública em LED com telegestão da iluminação na Rua Cinco de Junho (localização e luminária indicadas na Figura 15.2), um dos 119 logradouros do campus, onde foram instaladas 6 luminárias LED com potência de 60 W para os estudos. Posteriormente, esse projeto piloto foi ampliado, sendo instaladas 9 luminárias LED na Rua Cláudio Abramo (localização e luminária indicadas na Figura 15.3), sendo 6 de 100 W, 2 de 150 W e 1 de 115 W.

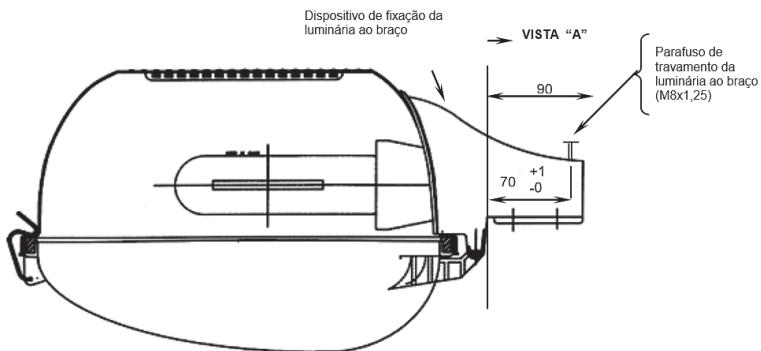


Figura 15.1 Luminária com lâmpada vapor de sódio existente - padrão CPFL.

Fonte: GED 2600 (Iluminação Pública), CPFL Energia.

Com um sistema composto por mais de 2.615 de lâmpadas vapor de sódio 250 W instaladas em mais de 1560 postes, em diversos tipos de logradouros (ruas e avenidas, com e sem canteiro central) e postes com diversas tipologias (1, 2, 3 e até 4 luminárias por poste), além de iluminação instalada em estacionamentos, praças e áreas comum do campus, essas plantas piloto implantadas mostraram o grande potencial para estudos e novas soluções e tecnologias na área de iluminação pública.

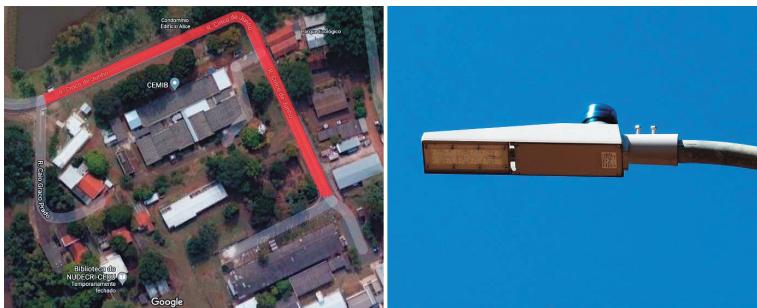


Figura 15.2 Localização e luminária da planta piloto na Rua 5 de Junho.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.



Figura 15.3 Localização e luminária da planta piloto na Rua Cláudio Abramo.

Assim, a abertura do edital do 3º PAR Procel apresentou-se como uma excelente oportunidade da Unicamp avançar e firmar-se como um modelo na adoção de ações de eficiência energética e tornar-se um modelo precursor ao integrar ações de eficiência e tecnologias e soluções em telegestão que permitirão acompanhar em tempo real o funcionamento do sistema.

15.3 Justificativa

Com a implantação do projeto Campus Sustentável, atuando em diversas frentes para promover o uso eficiente de energia elétrica, dado o

tamanho do sistema de iluminação pública da Cidade Universitária Zeferino Vaz, era natural a adoção de medidas de eficiência energética nesta área.

Atualmente os gestores da rede de iluminação pública não possuem gestão ativa do sistema, todo o acompanhamento do funcionamento e necessidade de melhorias baseia-se em inspeções diárias e informações dos usuários do campus, modelo semelhante a diversos municípios brasileiros. Com a adoção de automação e telegestão, os dados da rede e indicadores ficarão disponíveis para acompanhamento em tempo real, permitindo uma gestão mais direta e ativa do parque de iluminação.

Além dos benefícios para a gestão de ativos, manutenção e operação do sistema de iluminação pública, o projeto prevê a adequação da iluminação nas vias. Isto é, as luminárias são iguais e de mesmo padrão para todas as vias do campus, porém, conforme a NBR 5101 - Iluminação Pública, é possível adequar cada via a um nível específico, conforme a sua necessidade de aplicação. Esta personalização para cada tipologia de via, de acordo com suas características, proporcionará economia de consumo de energia elétrica e adequação do sistema de iluminação pública a um dimensionamento correto da realidade da instituição.

15.4 Objetivo Geral

O projeto “Iluminação Pública para Cidades Inteligentes”, aprovado no 3º PAR Procel tem como objetivo implantar ações de eficiência energética no sistema de iluminação pública integrado com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

15.4.1 Objetivo Específico

O principal objetivo do projeto é promover ações de eficiência energética. O modelo adotado será através de *retrofit* do sistema de iluminação, realizando a troca das atuais lâmpadas de vapor de sódio de 250 W

por lâmpadas LED com potência entre 70 e 150 W, conforme a tipologia da via, praça ou estacionamento.

Aproveitando a redução da demanda em até 60% da necessidade atual é possível estudar a readequação do parque de transformadores dedicados à iluminação pública, buscando otimizar seu uso e carregamento, evitando assim as perdas relacionadas ao seu funcionamento, principalmente quando sobre dimensionados.

Aliado às ações de eficiência energética, o projeto pretende realizar estudos luminotécnicos, que definirão os níveis de iluminância adequados para cada via e finalidade, orientando o correto dimensionamento das luminárias e seu uso.

O plano ainda inclui o desenvolvimento de um completo sistema de aterramento para 1.560 postes, de maneira a garantir a máxima vida útil às luminárias LED e seus drives eletrônicos, contra descargas atmosféricas ou outras ocorrências.

Na área de pesquisa, o projeto irá estudar e implementar um sistema de telegestão para automação, monitoramento e gerenciamento de sistemas de iluminação pública. Deste modo, os dados coletados criarão uma base de indicadores e informações para tomada de decisões e atuação no sistema para operação e manutenção, em tempo real, sempre buscando a melhor eficiência, levando em consideração o conforto e segurança dos usuários da Universidade. Além da telegestão, o projeto prevê estudos em políticas públicas para adoção de sistemas inteligentes de iluminação pública para municípios brasileiros, bem como os requisitos mínimos para editais, com modelos de negócio entre parcerias público-privada (PPP), consórcio ou outras.

Na área de capacitação o Laboratório Vivo Campus Sustentável da Unicamp pretende se colocar como um espaço para visitação e formação de gestores públicos municipais na temática de tecnologias para iluminação pública, telegestão, medição de consumo em sistemas de iluminação pública, uso de inteligência artificial e ciência de dados para monitoramento e gestão da operação e manutenção de sistemas de iluminação pública.

15.5 Mapeamento dos Atores e Governança do Projeto

O projeto conta com dois atores principais. A Eletrobras, além de ser a financiadora do projeto, atuará na validação e análise de documentos e contratações, para a liberação de recursos do projeto. A Unicamp contará com a participação e integração de vários órgãos internos e externos à instituição, bem como de alunos de graduação, mestrado e doutorado.

Internamente, a Divisão de Água e Energia (DAE) atuará fornecendo as diretrizes técnicas e apoio na análise e aprovação do projeto executivo a ser realizado. Por ser o órgão responsável pela rede de iluminação pública do campus, sua equipe irá receber treinamentos para a operação e manutenção deste novo modelo a ser implantado, com telegestão, indicadores e relatórios.

Outra unidade é a Secretaria de Vivência do Campus (SVC), órgão responsável pela segurança no campus. Possui grande importância, pois definirá e indicará os níveis de luminância esperada para as vias, de acordo com as normas e diretrizes vigentes.

Será responsabilidade da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), através do Plano Diretor, orientar quanto a integração do projeto com o planejamento de uso e ocupação da Universidade.

A Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (Funcamp) irá atuar como interveniente do contrato firmado entre a Eletrobrás e a Unicamp, além de ser a responsável pelos processos de contratação de empresas que prestarão serviços ou que fornecerão os materiais e equipamentos.

Por fim, o Escritório Campus Sustentável será a ponte entre a UNICAMP e a Eletrobrás, através da execução do projeto de retrofit e da pesquisa proposta. Também irá garantir a sinergia entre os atores internos da instituição de modo que, ao final, o projeto se conte com de acordo com as necessidades reais da Universidade.

15.6 Recursos Financeiros Envolvidos

O projeto, tanto em suas ações de eficiência energética quanto atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, será financiado pelo Procel

através do 3º Plano Anual de Aplicação de Recurso. O valor total investido no projeto será de R\$ 4.999.950,89.

A execução do projeto de eficiência energética foi dividida através da contratação de serviços e materiais por 7 Termos de Referência (TR), que irão garantir as especificações técnicas e normas obrigatórias para atender às necessidades do projeto. Os TRs são:

- Aquisição das luminárias LED dimerizáveis, sendo 42,4% do custo total do projeto.
- Aquisição de materiais auxiliares e de aterramento (10,9%).
- Aquisição do serviço de substituição das luminárias (velhas por novas) e aterramento:
 - serviço substituição das luminárias (5,0%);
 - serviço de aterramento dos 1.560 postes (2,9%);
 - serviço de readequação dos circuitos de iluminação pública (0,5%);
- Aquisição do serviço de Medição e Verificação (M&V), sendo 1,1% do custo total do projeto;
- Aquisição do sistema de telegestão (21,7%), incluso os sensores, sistema de comunicação, gateway, servidor e licença de uso e upgrade do software do fornecedor.
- Aquisição dos serviços de descarte (0,3%)
- Aquisição da plataforma IoT (2,4%), para integração com o Centro de Operações (Capítulo 6, seção II).

O total para a execução do projeto de eficiência energética e inteligência (telegestão) do sistema de iluminação pública é responsável pelo custo de 87,3% do projeto. Os restante, 8,7% é direcionado à parte de pesquisa e gestão do projeto, através de bolsas para estudantes de iniciação científica, mestrado e doutorado, bem como da contratação de um assistente administrativo.

15.7 Resultados Esperados

O parque de iluminação pública da Cidade Universitária Zeferino Vaz possui 2.615 lâmpadas de vapor de sódio 250W em ruas, avenidas, praças e estacionamentos, conforme apresentado na Figura 15.4. Os pontos vermelhos representam os postes com 1 luminária, os azuis postes com 2 luminárias, os amarelos postes com 3 luminárias e os roxos postes com 4 luminárias.



Figura 15.4 Localização das luminárias de IP do campus.

O retrofit prevê a instalação de 1.453 lâmpadas LED de 110W, 1.021 de 80W e 141 de 33W (luminárias em áreas de estacionamento com altura baixa). Todas atendem às especificação de: Eficiência mínima de 140lm/W; Alumínio injetado; FP mínimo de 0,95; Frequência 60Hz; TCC 4000 K; Vida útil mínimo de 50.000 horas; mínimo IP-66; mínimo IK-08; Tomada de 7 posições. Espera-se como resultado direto a redução do consumo e da demanda de energia do campus.

Assumindo que o sistema de iluminação pública funcione 12 horas por dia e 365 dias por ano, apenas com essa substituição de lâmpadas, será gerada uma economia de 1.803,51 MWh/ano. Considerando-se o consumo de energia da Cidade Universitária Zeferino Vaz em 2019, a redução percentual de energia é apresentada na Tabela 15.1.

Tabela 15.1 Redução percentual de energia referente aos dados de 2019

	Consumo (MWh)	Economia (%)
Iluminação Pública	3.138,18	57,47
Cidade Universitária Zeferino Vaz	69.596,60	2,59

Considerando que das 12 horas de funcionamento do sistema de iluminação, 3 serão em horário de ponta, haverá uma redução de 411,76 kW na demanda de energia elétrica neste período, representando um percentual de 3,66% na demanda de ponta média do campus em 2019.

Para garantir este resultado esperado, será feito um estudo luminotécnico para todas as vias e passeios do campus para o correto dimensionamento da iluminação. Atualmente existem postes com luminárias nas mais diversas configurações: poste com 2 lâmpadas voltadas para a via, 2 lâmpadas, uma voltada para a via e 1 para a calçada, outras topologias com 2 luminárias, postes com 3 e até 4 luminárias. Com esse estudo, verificou-se que alguns postes de mais de uma luminária instalada e voltados para o mesmo sentido da via (formato em V), com a adoção da tecnologia LED, poderão ser reorganizados através da diminuição da quantidade de luminárias por poste. Isso possibilitou que novos pontos de iluminação em estacionamentos e fachadas de prédios também possam receber o retrofit e assim potencializar ainda mais os resultados de eficiência e economia.

Outra ação que será tomada é a implantação de automação e telegestão. Isso permitirá que a DAE faça uma gestão ativa do sistema, acompanhando de perto o funcionamento das luminárias. Atualmente a inspeção é feita por equipe em campo que identificam

pontos a terem atuação de manutenção. Com o sistema de telegestão, enviando dados e alarmes para o Centro de Operações (Capítulo 6), o aviso de necessidade de intervenção será feito de forma automatizada, propiciando uma ação rápida, além de melhorar o planejamento de serviços.

Na parte da pesquisa científica, serão estudadas propostas de automação das luminárias, que junto com a dimerização delas, propiciarão que o sistema se torne inteligente, atendendo as demandas dos usuários de acordo com as suas necessidades. Isso permite vários cenários possíveis. Por exemplo: é possível que o sistema fique em pleno funcionamento nos horários em que há movimento no campus e após o horário das aulas e do fluxo de estudantes e funcionários o nível de luminância seja reduzido. Ações como essa serão simuladas e estudadas quanto ao atendimento às normas e legislações vigentes bem como as diretrizes de segurança do campus.

Atualmente, o campus conta com 30 transformadores de iluminação pública. A sua localização no campus é apresentada na Figura 15.5. Esses transformadores operam com baixo carregamento, em média 33%, e com a troca das lâmpadas por LED, isso será mais acentuado.

Assim, o projeto irá estudar e propor o rearranjo dos circuitos de iluminação pública, de modo a reduzir a quantidade dos atuais transformadores e melhorar suas distribuições e carregamentos. Isso irá reduzir as perdas inerentes ao funcionamento do transformador com pouca carga.

Todas essas medidas, das mais diversas naturezas, terão como resultado final a redução do consumo de energia de forma direta. Além disso, se integrarão com os demais projetos do Campus Sustentável e, no conceito de Laboratório Vivo, fornecerão novas tecnologias e soluções que poderão se tornar políticas públicas a serem adotadas nessa área.

Ao término do projeto, espera-se que o sistema de iluminação eficiente e inteligente implantado, torne-se um modelo de aplicação para municípios de pequeno e médio porte, além da possibilidade dos resultados gerados poderem ser replicados no conceito de cidades inteligentes.



Figura 15.5 Localização dos transformadores de iluminação pública.

Fonte: Elaboração própria (adaptado de GoogleMaps).

Como resultado do projeto, estão previstas, tanto para a comunidade interna da Unicamp quanto para a externa, ações de conscientização do uso eficiente da energia elétrica e do sistema de iluminação pública, através de campanhas educativas, publicações em sites e mídias sociais, além de *workshop* que irá apresentar todos os dados e resultados obtidos ao longo do projeto, permitindo que o modelo adotado no campus possa ser replicado.

15.8 Abrangência

O projeto abrangerá todo o sistema de iluminação da Cidade Universitária Zeferino Vaz da Unicamp, situado em Barão Geraldo, Campinas, São Paulo. No entanto, busca se tornar uma referência para gestores públicos municipais do Brasil e América Latina, criando espaço e oportunidades para visitação e capacitação no tema de iluminação pública para cidades inteligentes.

Referências

PROCEL INFO. *O programa*. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2DA273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>. Acessado em: 15 jul. 2021.

Portaria Interministerial nº 1877, de 30 de Dezembro de 1985.

Lei nº 13.280, de 03 de Maio de 2016.

Especificação técnica – GED 2600 Iluminação Pública – Luminária não integrada, versão 2.8. CPFL Energia

16

Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária Olhos no Futuro: Caminhos para Implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Danúsia Arantes Ferreira
João Guilherme Ito Cipriano
Luiz Carlos Pereira da Silva
Antônio Inácio dos Santos de Paula

16.1 Introdução

Asustabilidade é um assunto de grande interesse por parte de todos os setores da sociedade: consumidores, pesquisadores e empresas. De fato, o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, a escassez de recursos naturais, o avanço do desmatamento e a extinção de espécies vegetais e animais foram os primeiros gatilhos que fomentaram nos últimos anos a introdução de políticas de desenvolvimento sustentável no mundo (SANTIAGO e MACHADO, 2015).

O termo desenvolvimento sustentável foi introduzido pelo Relatório Brundtland, nomeado de “Nosso Futuro Comum”, produzido pela

Organização das Nações Unidas (ONU) em 1987. Ele é caracterizado como “o desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades atuais sem que se comprometa a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas necessidades”. Nesse contexto, em 2015, a ONU participou da proposta da *Agenda 2030*, incluindo 17 metas, ou Objetivos para atingir o Desenvolvimento Sustentável, as chamadas ODS (ONU, 2015).

O Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária Olhos no Futuro: caminhos para a implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), está inserido neste contexto e pretende planejar e desenvolver projetos e ações que contribuam para o alcance da *Agenda 2030*, estabelecendo o diálogo e aproximação da universidade e a sociedade mais ampla. Assim, vinculado ao Programa, foi concebido o Projeto Interdisciplinar de Intervenção Social na escola pública Dr. Telêmaco Paioli Melges, com a participação de oito subprojetos com foco na promoção do conceito de trabalho decente para crianças e adolescentes em idade escolar, por meio dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), de modo a empoderar jovens, combater o trabalho infantil e a exploração no trabalho, esclarecendo sobre o que caracteriza o trabalho análogo ao escravo.

O Programa aproxima a sociedade e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e promove a tríade ensino e pesquisa como princípio para curricularização da extensão universitária. Nesse movimento, insere a pauta dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) alinhados às pesquisas acadêmicas que envolvem professores-pesquisadores e estudantes-bolsistas de iniciação científica, assim como mestrandos e doutorandos das diversas áreas de conhecimento, com ações promotoras das práticas extensionistas interdisciplinares.

Todavia, a reflexão sobre o Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária “Olhos no Futuro” permite questionar: por meio da abordagem dos ODS, como a sistematização da integração entre universidade e sociedade mais ampla possibilita novos percursos estratégicos de comunicação e para a formação de agentes de transformação?

O presente estudo apresenta a concepção do Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária, como base para o Projeto e seus

subprojetos norteado pela metodologia exploratória e descritiva empregando uma breve revisão de literatura e a sistematização da abordagem conceitual, metodológica e os desdobramentos no processo pedagógico de implantação.

16.2 Desenvolvimento

16.2.1 Concepção e atores envolvidos

O Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária Olhos no Futuro foi concebido a partir dos estudos e pesquisas sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), articulados ao currículo de ensino-aprendizagem das Faculdades da Unicamp que integram o Programa, promovendo a tríade ensino, pesquisa como foco no processo da curricularização da extensão universitária. Enquanto a pesquisa e o ensino funcionam nas suas respectivas singularidades, o mesmo não ocorre com a extensão. E, por isso, a importância da curricularização da extensão. Nesse bojo a sua construção interdisciplinar recorre à integração das Faculdades de Engenharia: Química (FEQ), Elétrica e de Computação (FEEC), Agrícola (FEAgrí), Alimentos (FEA), Mecânica (FEM), a Faculdade de Educação (FE), o Instituto de Geociências (IG) e o Instituto de Artes (IA).

A concepção, o planejamento e a execução do Programa contempla a organização pedagógica do projeto e dos seus oito subprojetos: CANALise, Energizar, SustentavelMente, Desembalando, Nosso Busão, Educação Ambiental na Prática e Comunicação como ferramenta de transformação, que prevê a formação dos agentes multiplicadores do conhecimento na sociedade, chamados de agentes de transformação.

Programa concebido a partir do projeto Campus Sustentável – Unicamp, com o apoio institucional do Observatório de Direitos Humanos, da Diretoria Executiva de Direitos Humanos da Unicamp e do Ministério Público do Trabalho da 15^a Região. Também conta com a parceria da Escola Estadual Dr. Telêmaco Paioli Melges, situada na Vila San Martin, em Campinas (SP), espaço de intervenção social para o

desenvolvimento do projeto piloto com potencial para ser capilarizado nas escolas públicas do estado de São Paulo e, também, das outras regiões do país.

O público alvo do “Projeto Interdisciplinar de Intervenção Social: os objetivos do desenvolvimento sustentável’ (ODS) como promotores do trabalho decente e da infância e juventude” é composto pelo atendimento dos níveis de ensino fundamental II e ensino médio, totalizando 583 alunos matriculados. Já o corpo docente e administrativo é formado por 49 professores e 11 funcionários do quadro de magistério. As ações com esses agentes são realizadas a partir dos resultados do ensino e da pesquisa de cada um dos oito subprojetos, liderados por professores pesquisadores das oito unidades supracitadas da Unicamp, com a participação de estudantes de iniciação científica, mestrandos, doutorandos e pós-doc e voluntários, somando o total de 36 pessoas vinculadas a Unicamp neste programa, no projeto e subprojetos.

16.2.2 Motivação para o desenvolvimento do Projeto Interdisciplinar de Intervenção Social na Escola Pública

Com ênfase na temática Trabalho Decente, a atenção ao ODS 8 partiu da compreensão dos estudos e informações formalizados pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) em 1999, onde o conceito de trabalho decente sintetiza a sua missão histórica promover oportunidades para que homens e mulheres obtenham um trabalho produtivo e de qualidade, em condições de liberdade, equidade, segurança e dignidade humanas, condições fundamentais para a superação da pobreza, a redução das desigualdades sociais, a garantia da governabilidade democrática e o desenvolvimento sustentável.

No caso de crianças e adolescentes, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta que 2,7 milhões de crianças e adolescentes brasileiros de 5 a 17 anos trabalham em todo o território nacional, representando quase 2% do existente no mundo, com 152 milhões de crianças e adolescentes, segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT).

Este problema social permeia a realidade da EE Telêmaco Paioli Melges e pode ser reconhecido como tema emergente, pois evidencia que destes, apenas 406 mil adolescentes a partir dos 14 anos trabalham de forma legal (FNPETI, 2014). Logo, a maior parte se caracteriza como trabalho infantil, sendo toda forma de trabalho realizado por crianças e adolescentes abaixo da idade mínima permitida, conforme a legislação de cada país.

No Brasil, o trabalho é proibido para quem ainda não completou 16 anos, como regra geral, a menos que seja na forma de aprendiz, quando a idade mínima passa para 14 anos. Destas crianças e adolescentes em situação de trabalho infantil, 59% são meninos e 41% são meninas, com maior concentração nas regiões Nordeste (852 mil) e Sudeste (854 mil), seguidas das regiões Sul (432 mil), Norte (311 mil) e Centro-Oeste (223 mil).

Todas as regiões apresentam maior incidência de trabalho infantil em atividades que não são agrícolas, exceto a região Norte. A maior concentração de trabalho infantil está na faixa etária de 14 a 17 anos (83,7%). Na cidade de Campinas (SP), por exemplo, 4,5% da faixa etária de 10 a 17 se enquadram no trabalho doméstico, que segundo o Decreto nº 6.481 de 2008 enquadra esta exploração como uma das ‘Piores Formas de Trabalho Infantil’.

16.2.3 Abordagem conceitual e metodológica

A abordagem conceitual e metodológica tem como princípio a interdisciplinaridade que articula as áreas de conhecimentos envolvidas na tríade ensino e pesquisa, base de elaboração dos projetos de Iniciação Científica (IC) e para a curricularização da extensão universitária, com prática de difundir os saberes científicos. A ação é coordenada por professores-pesquisadores das oito (8) faculdades e institutos participantes. A metodologia privilegia o diálogo e as práticas interdisciplinares, intermediadas e fundamentadas na pesquisa científica, operacionalizada pela pesquisa bibliográfica e documental, levantamento de dados referentes à escola como campo de intervenção e a sistematização da pesquisa-ação.

A integração ensino-pesquisa-extensão está na centralidade da sua abordagem e busca, na construção científica, o desenvolvimento do processo pedagógico da curricularização da extensão, por ações correlatas, envolvendo a fundamentação, sistematização, produção de material didático, aplicação e avaliação de resultados. Dentre as várias ações destacam-se:

- Desenvolvimento de material teórico-didático para inserção dos ODS nos processos pedagógicos no ambiente escolar e extraclasse;
- Material de complementação pedagógica para a formação dos “agentes de transformação” no ambiente escolar;
- Inserção interdisciplinar dos ODS no currículo escolar;
- Desenvolvimento de atividades por acadêmicos de IC e professores da Escola parceira;
- Organização da rede de voluntários para a formação dos agentes de transformação.

A prática pedagógica proposta contribui para a melhora dos índices de desempenho da escola parceira e a organização referente às mudanças da nova Base Nacional Curricular Comum (BNCC), em especial do Ensino Médio. A abordagem dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), presente nos oito subprojetos de intervenção na escola, propõe a tríade ensino, pesquisa e extensão, junto da epistemologia da interdisciplinaridade, como concepção norteadora para a construção dos saberes e práticas pedagógicas. Neste sentido, a pesquisa transborda os limites da Ciência da Educação, perpassando as áreas das Engenharias, Ciências Agrícolas, Ciência dos Alimentos, Geografia e Comunicação Social. Nesse sentido, demonstra potencial para a compreensão da complexidade do diálogo entre ciências, portanto, na busca da superação da convergência dos conhecimentos disciplinares em novos conhecimentos interdisciplinares.

A inovação pedagógica pode ser percebida na abordagem integradora demonstrada a seguir na Figura 16.1. Destaca a construção interdisciplinar e organiza, a partir da integração da rede de saberes, o

fio condutor da concepção adotada na pesquisa e nas práticas pedagógicas que envolvem todas as unidades e seus agentes.



Ademais, a interdisciplinaridade amplia o diálogo da comunidade, oportuniza a interação, a institucionalização e a internalização entre instituições promovendo sinergias inerentes à concepção e metodologia da ação. Afirmação que pode ser confirmada pelos autores Fazenda e Japiassu.

Fazenda (2013), ao prefaciar a sexta edição do seu livro Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro, afirmou que “além do desenvolvimento de novos saberes, a Interdisciplinaridade na educação favorece novas formas de aproximação da realidade social e novas leituras das dimensões socioculturais das comunidades humanas” (FAZENDA, 2013 p. 13)

E para Japiassu (1976), independente das motivações daqueles que defendem a interdisciplinaridade, o fato é que esta se apresenta, hoje, como uma oposição sistemática a um tipo tradicional de organização do saber, o que constitui um convite a lutar contra a multiplicação desordenada das especialidades e das linguagens particulares nas ciências (JAPIASSU, 1976, p. 54).

16.2.4 Caminhos para implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Os ODS são abordados na diversificação dos oito subprojetos considerando a relevância, os objetivos, as metas ao favorecer o diálogo interdisciplinar das áreas científicas, do cumprimento de direitos humanos fundamentais e da relação com os objetivos de aprendizagem. O objetivo é contribuir com o desenvolvimento de competências-chave necessárias para se alcançar a sustentabilidade, como antecipatória, normativa, estratégica, de colaboração, pensamento crítico, autoconhecimento, resolução de problemas integrados e o pensamento sistêmico.

A ênfase dos subprojetos engloba a Metodologia da Ação Interdisciplinar (MAI) (FERREIRA, 2018), onde o público alvo participa da implementação dos ODS na especificidade das ações desenvolvidas, considerando o ano escolar, turno e faixa etária. Ademais segue uma breve descrição do escopo dos oito subprojetos evidenciando como os ODS estão contemplados.



I) A Faculdade de Engenharia Química (FEQ) participa com o subprojeto “CANAlise – da cana de açúcar ao etanol – caminhos para aprendizagem e enlaces dos ODS 4, 7 e 8, 17”, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades selecionadas da BNCC, nas áreas de conhecimento de Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas, a partir de 7 atividades com alunas(os) do 2º e 3º anos do Ensino Médio, no contexto da produção do etanol de segunda geração (etanol 2G) e dos ODS 4, 7, e 8. Atividades desenvolvidas com material assíncrono e vídeo aulas com propostas de atividades curtas e síncronas (plantões de dúvidas virtuais) com a participação da equipe de trabalho do CANAlise.



II) A Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) participa com o subprojeto Desembalando, que integra os ODS 2, 4, 8, 11 e 17, contribuindo com a formação dos alunos frente à Educação Alimentar e

Nutricional (EAN). Para isso, considera-se o contexto do desenvolvimento sustentável e a condução de atividades com foco na compreensão dos aspectos nutricionais dos alimentos *in natura*, leitura e compreensão de rótulos alimentícios, fundamentos de processamento de alimentos, geração de resíduos e reciclagem.



III) A Faculdade de Educação (FE) participa com o subprojeto Educação Ambiental na Prática, voltado para promoção dos ODS 4, 8 e 17. O objetivo é analisar criticamente como as políticas públicas educacionais, referentes ao meio ambiente, têm se dado em relação à Política Nacional de Educação Ambiental e às problemáticas contemporâneas relativas ao tema na formação de professores para estimular sua criticidade e iniciativa quanto à Educação Ambiental.



IV) O Instituto de Geociências (IG) participa com o subprojeto ReciclaMente, enfatizando os ODS 4, 8, 12 e 17, Produção e Consumo Sustentáveis (assegurar padrões de produção e de consumo sustentável). O objetivo é promover a sensibilização ambiental, acerca do trabalho decente e do valor do lixo, e o (re)pensar de alternativas sistêmicas, a partir do marco da Educação Ambiental Emancipatória e crítica e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



V) A Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) desenvolve o subprojeto SustentavelMENTE: Água, Solo e Reaproveitamento de Resíduos, abordando os ODS 2, 4, 8, 11, 12 e 17. O seu objetivo é popularizar conceitos básicos de produção e consumo alimentar, sob os âmbitos sustentáveis, tendo como ênfase formar agentes de transformação e multiplicadores de conceitos e ideias sustentáveis. Os conhecimentos adquiridos com a elaboração e implantação do subprojeto proporciona aos participantes uma visão crítica sobre desperdício de alimentos e recursos naturais.



VI) A Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) propõe o subprojeto Nosso Busão: formação de cidadãos para o desenvolvimento sustentável aplicado ao uso de ônibus, que destaca os ODS 4, 8, 11 e 17.

Objetiva promover a educação crítica, emancipadora e promotora da autonomia, ao adicionar novos significados da educação ao educando, mediante a capilarização de conhecimentos e valores acerca do Desenvolvimento Sustentável (e ODS) e Direitos Humanos, de modo transversal, como um pressuposto epistemológico, aplicado a projetos, cuja temática é a vivência no transporte público por ônibus. Para isso, a aplicação desse subprojeto considera cinco fases: Fase 1 - Conhecendo o Eu; Fase 2 - Conhecendo o Outro; Fase 3 - Conhecendo o Nós; Fase 4 - Nosso Busão: Participação cidadã dos agentes de transformação; e Fase 5 - Consolidação dos saberes.



VII) A Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) traz o subprojeto Energizar: a educação energética para transformação social, promovendo dos ODS 4, 7, 8 e 17. O seu objetivo se debruça no empoderamento de jovens, no combate a exploração e o trabalho infantil, esclarecendo o que caracteriza o trabalho análogo escravo. Além disso, promove a conscientização e a disseminação do conhecimento sobre as diferentes fontes de energia, principalmente as renováveis, eficientes e não poluentes. Assim, a ideia estimula o consumo seguro e consciente de energia elétrica por meio de oficinas, abordando os temas, como os tipos e diferentes usos de energia, exploração dos recursos energéticos e seus impactos no meio ambiente, consumo consciente e construção de hábitos sustentáveis no uso de recursos energéticos, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).



VIII) O Instituto de Artes (IA) participa com o subprojeto Comunicação como ferramenta de transformação, mobilizando os ODS 4, 8 e 17. Este subprojeto desenvolve oficinas de Educomunicação com alunos do Ensino Médio, para estimular discussões sobre informação e jornalismo no Brasil. Nas oficinas são realizados cinco encontros na escola para discutir a importância da comunicação e do compromisso ético que seus agentes devem ter ao informar uma sociedade. Além disso, entra também o desenvolvimento de oficinas de fotografia, desenvolvimento de redação informativa e roteiro para entrevistas tendo como foco a produção de conteúdos sobre os demais subprojetos desenvolvidos em paralelo.

16.3 Considerações Finais

O Olhos no Futuro, então, colabora para a aproximação da Unicamp e a sociedade mais ampla, promovendo o diálogo acadêmico, técnico, cultural e de vivências educativas, na perspectiva da transformação social por meio da curricularização da extensão universitária. A iniciativa é um exercício de cidadania com ações práticas de implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Como benefício direto, evidenciam-se as práticas relacionadas aos ODS, na articulação interdisciplinar dos saberes da universidade com a escola pública.

A integração ensino, pesquisa e extensão na centralidade do Programa, do Projeto e seus subprojetos, promove o desenvolvimento de ações correlatas que envolvem a fundamentação, sistematização, produção, aplicação e avaliação dos resultados de relevantes resultados. Dentre estes a iniciação científica, produção do conhecimento interdisciplinar e o desenvolvimento de material teórico-didático para inserção dos ODS nos espaços escolares e não escolares; a formação dos agentes de transformação e multiplicadores dos objetivos e metas do desenvolvimento sustentável; e a criação da rede de voluntários multiplicadores dessas temáticas.

Os resultados alcançados poderão ser replicados e capilarizados para outras instituições de educação formal e não formal, públicas ou privadas. Do mesmo modo, eles poderão embasar novas políticas públicas na área da educação, potencializando a aproximação da universidade e seu entorno, na perspectiva da curricularização da extensão.

O Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária Olhos no Futuro é base do Projeto Interdisciplinar de Intervenção Social na Escola Pública com foco na operacionalização dos subprojetos. Ação que integra universidade e sociedade e valoriza e viabiliza condições objetivas para a curricularização da extensão universitária e confirma avanços para o segmento educacional com a implementação dos ODS.

Neste contexto, o segmento da educação é estratégico, pois proporciona a ambientalização para aprendizagem comportamental, conceitual e metodológica envolvendo crianças, jovens e adultos no processo formativo de vivências e práticas pedagógicas integradas à pauta da educação e sustentabilidade.

Os resultados alcançados confirmam a possibilidade de ampliar o escopo de atuação da Unicamp no seu entorno para além da Escola de aplicação do projeto piloto, para toda Diretoria de Ensino da Região Leste de Campinas, com o objetivo de expandir e capilarizar para as 79 escolas que integram a Diretoria e, posteriormente, para todas as escolas públicas do estado de São Paulo, assim como, para outras regiões do país.

Sendo assim, é possível afirmar a possibilidade de planejar e operacionalizar práticas pedagógicas integradoras entre universidade-sociedade-escola, como forma de ampliar a visão crítica dos docentes e discentes frente o uso de ferramentas do método científico, permeando um futuro diferenciado para os mesmos e para a comunidade ao seu entorno tendo os ODS como estratégia de comunicação e formação de agentes de transformação.

Referências

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira – 2. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.156p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em 06 de julho de 2021.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. In: Brasil; Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica; Conselho Nacional da Educação; Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. p. 534 -562. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em 27 ago. 2021.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF: 28 abr. 1999. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Viveiros educadores: plantando vida. Brasília: MMA, Departamento de Educação Ambiental, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao12.pdf>. Acessado em: 06 maio 2020.
- COSTA, Maria C. C. e ROMANINI, Anderson. A educomunicação na batalha contra as fake news. Comunicação & Educação, 2019. Vol 24, Nº 2. Acessado em: fev 2021.
- DEMO, Pedro. Educar pela pesquisa. Campinas: Autores Associados, 1996.
- SANTIAGO, M. R.; MACHADO, P. A. O. Empresa, sustentabilidade e responsabilidade social: origens, motivações, críticas e aspectos práticos. Revista de Direito e Sustentabilidade. v. 1. n. 2. p. 95-118. 2015.
- ONU. Agenda 2030. Transformando Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Tradução: Centro de Informações das Nações Unidas para o Brasil, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 27/03/2021.
- FAZENDA, I. C. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia? São Paulo: Edições Loyola, 2013.
- FERREIRA, D. A. Interdisciplinaridade e políticas públicas: experiência do Programa Goiás Solar. São Paulo: PUC, 2018.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. [s.l.] Paz e Terra, 2002.
- JAPIASSU, H. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- MANUAL de boas práticas para a disseminação dos ODS em instituições de ensino. PRME Chapter Brazil, 2018. Disponível em:http://prmebrazil.com.br/pluginfile.php/50/mod_forum/attachment/27/PORTUGUESE_MANU_ALDEBOASPR%C3%81TICA_VERS%C3%83O01.pdf. Acessado em: 11 abr. 2021.
- GLOSSÁRIO de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7. Organização das Nações Unidas no Brasil (ONUBR), 2018. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/glossario-do-ods-7.html>. Acessado em: 06 ago. 2021.



SEÇÃO IV

Ecossistema de Governança
para Inovação

Introdução

Por sua natureza, a Universidade Pública, no âmbito brasileiro, é definida como um local de ensino, pesquisa e extensão, sendo a missão a de formar os melhores profissionais e intelectuais. Isto requer a produção da melhor ciência, a análise mais competente de conjuntura e inserção orgânica na sociedade brasileira a partir da sua qualidade. Neste contexto, o desenvolvimento de pesquisa é um requisito primordial tendo a função de contribuir com o desempenho dos docentes e a formação atualizada dos alunos, o que deriva na redução da distância entre o que é ensinado e a fronteira do conhecimento. A extensão universitária por sua vez, permite aos alunos a possibilidade de colocar em prática o conhecimento aprendido durante a graduação, ganhar experiência na carreira escolhida, enquanto presta um serviço à sociedade. Contudo, a disseminação de conhecimento também é imperiosa, e isso ocorre através da capacitação e formação de pessoas pelos programas de graduação, pós-graduação e de extensão, que só é possível por meio de colaboração de empresas e outras organizações para desenvolver projetos em conjunto, transferindo tecnologias e conhecimento para os setores produtivos ou mesmo para a abertura de *startups*. Em busca de cumprir seu papel fundamental, a Unicamp, através da formação de Escritórios especializados, avança na profissionalização de seu corpo técnico e na melhoria do processo de gestão, que condiz com tendências internacionais de universidades conhecidas, e de excelência global. Neste contexto, a Unicamp, através da interação e cooperação de diversos setores da Universidade com empresas do ramo elétrico, iniciou propostas de Sustentabilidade Energética na Universidade através da implementação de sua primeira usina fotovoltaica e com processos de *retrofit* de iluminação e aparelhos de ar condicionado, bem como de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, através da formação ao Escritório Campus Sustentável, iniciado em 2018 e certificado em setembro de 2020, formado por uma equipe composta por técnicos, alunos, pesquisadores e docentes, tem como meta prioritária a busca incansável por projetos e recursos extra

orçamentários, para investimento em ações de eficiência energética, Pesquisa e Desenvolvimento.

A evolução dos trabalhos da Unicamp no âmbito ambiental, através do Grupo Gestor Ambiental (GGA), criado em 2006, e da Célula Operacional de Resíduos, culminou na criação do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS), em 2015. Assim o GGUS surge com o objetivo de criar a "Política Universidade Sustentável" e a implantar um "Sistema de Gestão Universidade Sustentável". O modelo adota foi através da criação de Câmaras Técnicas (CT), para trabalhar e atuar em diversas temáticas da sustentabilidade. Neste livro, é enfatizada a importância da Câmara Técnica de Gestão de Energia (CTGE), devido ao seu pioneirismo no desenvolvimento de um "Sistema de Gestão de Energia" (SGE) e na sua atuação para as propostas de melhoria e necessidade que culminaram no projeto Campus Sustentável. Isso posto, o resultado foi o amplo progresso em novos programas de sustentabilidade, pelas quais possibilitou a formação da concepção de projetos e ações para melhoria da gestão de energia e eficiência energética da Unicamp foi o foco dos trabalhos executados durante o ano de 2016. Como resultado, um conjunto sólido de ideias e projetos foi agregado em 2017 para compor a proposta do Campus Sustentável – Unicamp. O projeto Campus Sustentável – Unicamp tem a ambição de estabelecer modelo de gestão e eficiência energética, que possa ser replicado em outras instituições de ensino superior do Brasil e da América Latina. Contudo, esse projeto é apresentado como um Laboratório Vivo para o desenvolvimento de soluções para gestão de energia, sustentabilidade energética, mobilidade elétrica, etiquetagem de edifícios e educação energética.

Motivação semeada pela *Agenda 2030*, oriunda da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, foi aprovada pelos países membros da ONU em setembro de 2015, surgiu a ideia de implantar ali um Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS), com base nos 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, os ODS, com 169 metas, para erradicar a pobreza extrema, combater a desigualdade e promover uma vida digna para todos. O HIDS recupera parte das premissas

vigentes na criação do polo de ciência e tecnologia em Campinas, mas vai além de tentar alavancar a vocação para ciência e tecnologia da região. Seu objetivo é criar um distrito modelo de desenvolvimento urbano sustentável e inteligente na forma de um Laboratório Vivo. A proposta de um HUB Internacional para o Desenvolvimento Sustentável é construir uma estrutura que combine e articule ações, através de parcerias e cooperações entre instituições que possuem competências e interesses voltados a prover contribuições concretas para o desenvolvimento sustentável de forma ampla, incluindo as ações que tenham impactos social, econômico e ambiental. Essa estrutura deve estar sediada em um local onde as sinergias são identificadas e potencializadas, sendo, desse modo, denominada como um HUB. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) reconheceu na iniciativa do HIDS uma oportunidade de aumentar a produtividade e a competitividade da cidade de Campinas e, ao mesmo tempo, de contribuir para o desenvolvimento econômico sustentável da região e se dispôs a fazer um investimento, a fundo perdido, de US\$ 1 milhão para elaboração de um plano diretor para a área do HIDS. Baseado em um conceito de inovação aberta e em processos de cocriação, um Laboratório Vivo integra processos de pesquisa e inovação em um contexto de parcerias público-privadas, operando em ambientes/territórios e comunidades. Esta abordagem permite avaliar o desempenho de um produto e/ou tecnologia a partir da sua adoção potencial pelos usuários de determinado território e fazer projeções para sua adoção em termos globais.

17

A Gestão Estratégica da Unicamp: A Criação do Escritório Campus Sustentável

**Lindinalva Candido Machado
Silviane Duarte Rodrigues
Luiz Carlos Pereira da Silva
Milena Pavan Serafim
Teresa Dib Zambon Atvars**

17.1 Introdução

A Universidade Pública, no Brasil, é regida constitucionalmente, definida como um local em que se praticam, necessariamente, ensino, pesquisa e extensão, de modo indissociável. Isto significa que, na Universidade Pública Brasileira, fazer pesquisa é um requisito obrigatório, o que é muito importante porque a pesquisa é a base do conhecimento, sem o qual não há avanços tecnológicos. A Universidade, ao fazer pesquisa, cumpre uma das suas funções sociais de pensar sobre as grandes questões da sociedade e agir para propor soluções para os problemas. Mas, além de gerar o conhecimento, a Universidade deve disseminá-lo e o faz de várias formas: por meio da capacitação de pessoas na graduação, na pós-graduação e na extensão; por meio de

colaboração com empresas e outras organizações para desenvolver projetos em conjunto, transferindo tecnologias e conhecimento para o setor produtivos ou mesmo colaborando na abertura de novas empresas. Para isso, a Universidade deve seguir uma estratégia, na qual combine ensino e pesquisa, na promoção de um ambiente propício para o desenvolvimento da inovação.

Nesse sentido, para a promoção desse ambiente de inovação é necessário desenvolver mecanismos institucionais de aprimoramento do ensino e da pesquisa, voltados para o desenvolvimento econômico e social, além de disseminar a cultura do empreendedorismo na Universidade, traduzida na busca da inovação, por meio da relação com o setor produtivo, para a solução dos problemas da sociedade. (AUDY, 2006).

A Universidade que desenvolve essa estratégia é denominada Universidade Empreendedora, segundo Clark (1998), a qual reorganiza a sua estrutura e a sua cultura organizacional na busca do aprimoramento do currículo, do programa, das fontes de financiamento e que tem atuação direta no processo de desenvolvimento socioeconômico, tornando-se mais proativa, flexível e dinâmica. Etzkowitz (2003) considera a Universidade um ambiente propício à inovação, pela concentração de conhecimento e de capital intelectual, onde os estudantes são uma fonte de potencial empreendedores. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) é um exemplo de Universidade com alto impacto socioeconômico (ATVARS *et al.*, 2021) e com larga experiência em inovação.

Dentro desse conceito, uma das formas de destacar a importância da Universidade é a partir da relação colaborativa com o setor produtivo, para que ela produza conhecimento orientado pela demanda desses setores e que, ao mesmo tempo, forme pessoas capazes de atender aos quesitos de um mundo laboral moldado. Nessa linha, a Universidade é concebida como a alavancas do desenvolvimento econômico (CASTRO, JANNUZZI e MATTOS, 2007), validando o trinômio Ciência, Tecnologia, Inovação e orientando-se a partir das demandas das empresas como um processo indutor da produção de conhecimento (AUDY, 2006).

Ainda que existam críticos à ideia de que a Universidade deve se orientar pelas demandas da sociedade, sejam estas, empresas, governo, terceiro setor, etc. parece estar sendo assimilada mais amplamente, conforme demonstra Christofoletti e Serafim (2017). Gibbons (1994) na proposição do modo 2 de produção de conhecimento, deixa claro a pluralidade da fonte indutora de geração de conhecimento, não desmerecendo a importância das ciências básicas no processo de longo prazo.

No ano de 2017, com o início de uma nova gestão da Unicamp, pode-se observar um novo estímulo indutor para a mudança na condução dos temas considerados estratégicos, entre eles, a gestão da energia elétrica no campus. Nesse sentido, o estímulo e o apoio institucional à elaboração de projetos e à proatividade na busca por novas fontes de financiamento para os projetos e o desenvolvimento de novas tecnologias, permitiram a Unicamp se apresentar como uma Universidade Empreendedora também nesta área (ver projetos em: <https://www.geplanes.cgu.unicamp.br/geplanes/projetos.html>).

Assim, ao longo dos últimos quatro anos, a Unicamp desenvolveu e propôs diversos projetos inovadores, e buscou nuclear atividades de pesquisa e de extensão que se conectarem com as demandas de diferentes setores. Aqui, podemos destacar três iniciativas que se interconectam com demandas internas da Universidade em diálogo com diferentes segmentos da sociedade: Laboratório de Inovação em Gestão Pública da Unicamp (LABGesta)¹, o Escritório de Dados e de Apoio à Tomada de Decisão (eDAT) e o Escritório Campus Sustentável (ATVARS, 2020), o qual será foco deste capítulo.

Conectada com as novas tendências mundiais, a Unicamp buscou com estes Escritórios avançar na profissionalização do seu corpo técnico e dos processos de gestão. Referência de instituição pública, entre as melhores do mundo, com cursos de graduação, pós-graduação e extensão mais bem avaliados do país, fazia-se necessário que a Universidade transbordasse essa excelência em ensino, pesquisa

¹ <https://www.cgu.unicamp.br/desburocratize>

e extensão, também para a gestão. Para isto, a administração atuou decisivamente em qualificar a gestão universitária para melhorar sua eficiência, dando agilidade aos seus processos de trabalho e buscando satisfazer as expectativas, tanto da comunidade interna quanto externa. Por exemplo, o programa Desburocratize criado no âmbito do LABGesta, instituiu dispositivos permanentes de simplificação de processos e procedimentos administrativos. Um exemplo foi a revisão completa do processo administrativo de Convênios e Contratos, com uma substancial redução no tempo para assinatura dos vários atores e com a tramitação informatizada, dentre outras iniciativas.

Um dos projetos implantados, a partir de 2017, foi um Escritório de Dados (eDAT), do tipo Institutional Research (BEPPU *et al.*, 2019). A missão deste tipo de Escritório é a de ser, simultaneamente, um repositório dos dados institucionais e um local de elaboração de relatórios técnicos, para permitir que a alta administração tome decisões baseadas em informações. Normalmente, o perfil das pessoas que compõem um Escritório deste tipo é bastante diversificado, não sendo apenas com perfil tecnológico da informação. Dados de ensino, pesquisa, pessoal, receitas e despesas, e outros podem ser obtidos a partir dos órgãos de negócio. Há, entretanto, dados essenciais que são de outra natureza, isto é, são dados para a gestão dos *campi*, como por exemplo as diversas despesas de utilidade pública, segmentada por órgão. No caso da Unicamp, a maioria deles não está disponível de forma desagregada, ou não está facilmente acessível, ou ainda estão apenas na área de negócio, o que dificulta tanto a coleta quanto a análise. Esta também é uma função do eDAT, que além disto é responsável pelo Portal Transparência Unicamp e pela qualificação de pessoas em assuntos relacionados aos dados institucionais.

Sobre o LabGesta, trata-se de um espaço de experimentação de diagnósticos e soluções ágeis para os serviços da Unicamp e busca coordenar projetos inovativos e mobilizadores, agregando as diferentes expertises e atores. Mas além disso, tem a responsabilidade de propor soluções que se alinhem às tendências informacionais e digitais, com segurança institucional; de oferecer suporte técnico e metodológico às ideias e aos projetos identificados nos diversos ambientes, buscando

coordenar e compor arranjos específicos na área de recursos humanos, materiais, metodológicos, apoia o desenvolvimento das iniciativas centrais ou descentralizadas de desburocratização e de simplificação de processos. Está estruturando uma plataforma de talentos, para identificar potenciais parceiros, para as atividades do laboratório; está criando e dando visibilidade a um repositório de métodos e abordagens utilizadas nos projetos; desenvolve estudos, pesquisas, projetos e trabalhos colaborativos para solução de desafios e problemas de interesse comum, com ênfase na aplicação ou no desenvolvimento de práticas inovadoras de gestão pública; apoia a participação da Unicamp nas atividades desenvolvidas no âmbito da Rede Federal de Inovação no Setor Público (Rede InovaGov); propõe eventos nos quais serão tratados temas relacionados à inovação e gestão pública, trazendo convidados externos; propõe a instituição de prêmios para os resultados concretos de projetos inovadores; atua em conjunto com a Escola Corporativa da Unicamp, a Educorp, para formação de servidores em conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para impulsionar a inovação.

Um conjunto de conceitos e atividades similares deve estar presente no Escritório Campus Sustentável, como um espaço institucional de inovação tecnológica, por meio do desenvolvimento de projetos de inovação para o setor elétrico, resultando em novos produtos e serviços para a Universidade e para a sociedade.

Em janeiro de 2018, com a assinatura do convênio entre a Unicamp e a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) teve início o desenvolvimento do projeto Campus Sustentável – Unicamp, o qual tinha por objetivo implementar ações e desenvolver pesquisas, as quais contribuissem para a redução nas despesas da conta de energia elétrica da Universidade, além de contribuir para a inovação do setor elétrico com novos produtos e serviços.

Diante disso, a Unicamp deu início à proposta de Sustentabilidade Energética na Universidade, com a implantação da sua primeira usina fotovoltaica, instalada em algumas das suas Unidades e Órgãos, além de *retrofit* de iluminação e aparelhos de ar-condicionado. Porém, para o desenvolvimento dessas ações, foi necessária uma grande interação com diversos setores da Universidade, para a viabilização do projeto,

capacitação dos profissionais para lidar com a nova tecnologia, além da disseminação de uma cultura de uso racional e eficiente da energia elétrica, pela comunidade universitária.

Dessa forma, o Escritório de Projetos Especiais pode ser visto como uma inovação no processo de gestão da Universidade, por meio da qual foi introduzida uma nova forma de interação com empresas do Setor Elétrico, visando uma cooperação na concepção de projetos que promovessem a Sustentabilidade Energética na Universidade, além de inovação para novos produtos e serviços. Ao mesmo tempo em que se consolidava estas interações externas, buscava-se criar a cultura colaborativa interna, melhorando a interação com os setores da Universidade, sendo o Escritório o facilitador desse mecanismo institucional, pelo qual foram realizadas as interfaces entre os setores da Universidade, acompanhamento e gerenciamento dos contratos de cooperação e identificação de melhorias de processos.

A criação do Escritório tem, portanto, grande relevância para o êxito de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, assim como projetos de Eficiência Energética, pois no que se refere à relação entre Universidade e Empresa, existem vários entraves, que podem ser categorizados como estruturais, motivacionais/culturais, de procedimentos e informações, os quais podem dificultar o processo de cooperação entre esses dois atores (PORTO, 2000). Diante disso, torna-se de extrema importância uma gestão voltada a diminuir esses entraves, para que essa relação Universidade-Empresa seja o caminho da inovação tecnológica no campus, visto aqui como um Laboratório Vivo, para novas tecnologias do setor elétrico.

17.2 O Escritório de Projetos Especiais

A Administração Central da Universidade inseriu a gestão da energia elétrica, como um projeto estratégico, o qual deve ser observado em toda a sua cadeia, desde a contratação de energia, a sua gestão e o seu uso final. Uma das ações, provenientes desse reconhecimento institucional, foi a criação do Escritório Campus Sustentável, vinculado

à Coordenadoria Geral da Universidade (CGU – o equivalente a Vice-reitoria em outras universidades), o qual conta com uma estrutura física e de recursos humanos, visando perenizar ações de eficiência energética no campus de Barão Geraldo, assim como nos demais *campi* da Unicamp.

O Escritório Campus Sustentável, certificado em setembro de 2020, com espaço físico de 100 m² e equipe composta por técnicos, alunos, pesquisadores e docentes, tem como meta prioritária a busca incansável por projetos e recursos extra-orçamentários, para investimento em ações de eficiência energética e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). O Escritório tem ampla interação com a comunidade universitária e com outras Instituições de Ensino Superior, bem como com empresas públicas e privadas, organizações sociais e associações.



Figura 17.1 O Escritório Campus Sustentável.

Fonte: Campus Sustentável.

Na Unicamp a energia representa o principal item de despesas de utilidade pública que oneram o custeio nos últimos anos (AEPAN,

2020). Então, deve-se incluir boas práticas de gestão buscando a redução destas despesas. A diminuição progressiva dos gastos com água e telefonia mostra uma política assertiva a esse respeito. Diferentemente, o comportamento oscilatório em relação aos gastos com energia revela uma oportunidade de eficientização e melhoria na gestão.

Como demonstrado na Figura 17.2, os gastos de custeio em serviços de fornecimento de energia, água e telefonia são elevados. Justamente por isso, a gestão 2017-2021 da universidade assumiu a responsabilidade de servir como um bom exemplo de gestão na busca da redução desses gastos.

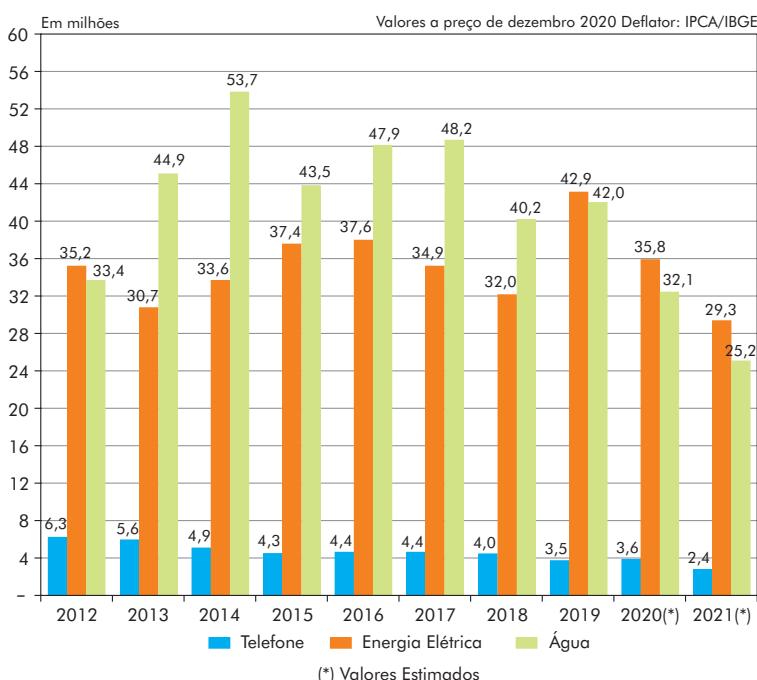


Figura 17.2 Gráfico dos principais itens de custeio.

Fonte: Proposta de Distribuição Orçamentária 2021.

Para isto, era necessário conhecer os problemas, elaborar estratégias para solução de cada um deles e ter um sistema de indicadores

que permitissem aferir o sucesso das ações, dando publicidade às iniciativas e garantindo o reconhecimento da sociedade. O conhecimento para isso estava disponível, mas disperso e o Escritório ajudou a sistematizá-los.

A Unicamp desenvolve ensino e pesquisa de alto impacto, nos temas de energias renováveis, gestão de energia e eficiência energética. Porém, não os disponibiliza internamente como poderia, gerando desconexão entre teoria e prática aos seus próprios alunos. Ações de eficiência energética constam no currículo dos cursos de graduação, mas essa prática dentro dos *campi* sempre foi escassa, devido à falta de recursos para essa finalidade e a inexistência de um sistema estruturado de gestão de energia. A energia renovável e os sistemas de medição inteligente, nas edificações, são temas comuns em aulas, publicações, teses e dissertações. No entanto, também não se encontravam tais aplicações em suas plantas físicas da universidade.

Assim, visando à diminuição dos gastos com energia, o uso racional e eficiente desse recurso, a definição de um modelo de gestão e o estabelecimento de conexões entre teoria e prática dentro do campus, iniciou-se em 2018 o projeto Campus Sustentável – Unicamp. O objetivo foi estabelecer um modelo de gestão de energia e eficiência energética, por meio da implantação de um Laboratório Vivo para soluções energeticamente sustentáveis.

Para isso, foi necessária uma ação coordenada entre órgãos administrativos, operacionais e unidades acadêmicas, para aproximar o conhecimento teórico das boas práticas de sustentabilidade energética, resultando na instalação de plantas fotovoltaicas, ações de eficiência energética, instalação de medidores inteligentes, desenvolvimento de um modelo de gestão de energia, monitoramento e controle do consumo, inserção de ônibus elétrico, a promoção de uma cultura ampla e racional no uso da energia e a incorporação de processos educativos nos próprios cursos de graduação e de pós-graduação.

A partir do reconhecimento dos desafios que a Universidade enfrentava nas esferas administrativa, tecnológica e comportamental, foi observada a necessidade de uma nova forma de organização e

de gestão de processos para o gerenciamento de projetos inovadores, visando boas práticas de sustentabilidade energética.

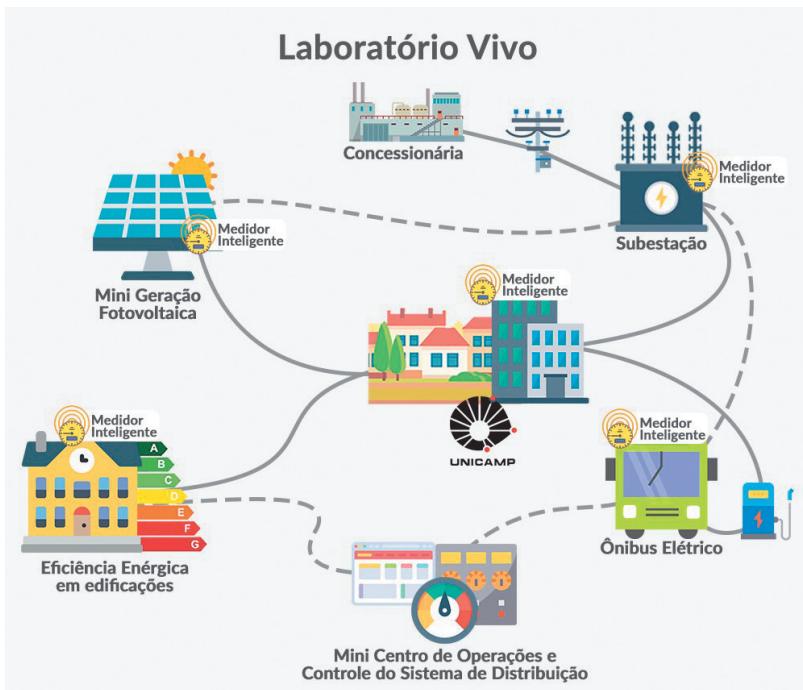


Figura 17.3 Ilustração da esquemática do Laboratório Vivo Campus Sustentável – Unicamp.

Fonte: Campus Sustentável.

Nesse contexto, foi criado o Escritório Campus Sustentável, como mecanismo institucional para a gestão da inovação tecnológica no campus, representando a inovação no processo organizacional da Universidade. Essa inovação, por sua vez, introduziu uma nova forma de gerenciar projetos, com experimentações no campus, além de estreitar a relação com empresas do setor elétrico, visando cooperação na concepção de projetos que promovessem a sustentabilidade energética na Universidade. A criação do Escritório facilitou a interação entre os setores estanques da Universidade, o acompanhamento

e o gerenciamento dos contratos e a identificação das possibilidades de melhorias de processos. Nesse sentido, por meio do Escritório, está sendo possível acompanhar e apoiar os parceiros (empresas privadas, órgão interna *corporis* e Poder Público externo à universidade), em todas as etapas do processo, desde a elaboração e aprovação de projetos, contratação, execução, medição e verificação, identificação de investimentos próprios em eficiência energética, na universidade, bem como na etapa de elaboração de relatórios finais.

O Escritório nasceu com a seguinte missão: “*Trabalhar com parceiros internos e externos à Universidade na concepção, elaboração, contratação, execução, gerenciamento e divulgação de projetos especiais, em sustentabilidade energética e eficiência, sob o conceito de Laboratório Vivo*”, tendo como visão: “*Transformar a Unicamp em uma referência de Gestão Sustentável dos Recursos Humanos, Naturais e Econômicos*”.

Entretanto, o grande desafio é, e continua sendo, o de promover uma mudança cultural realmente eficaz e duradoura, a qual possa transformar a Universidade em um modelo de boas práticas de Sustentabilidade transferível para a sociedade. Para isso, tal mudança deve visar o engajamento de toda a comunidade, desde a Administração Central, gestores das Unidades e Órgãos, alunos, funcionários e docentes, a fim de que esses possam replicar essa cultura, para além da Instituição, alcançando os seus amigos, familiares, promovendo uma mudança nos seus hábitos e nas suas escolhas de consumo, com o objetivo de preservação do meio ambiente. Diante disso, o Escritório tornou-se o mecanismo de gestão da inovação tecnológica na área de energia, por meio de uma estratégia com o envolvimento de todos esses agentes.

Para a submissão de projetos em Chamadas Públicas, a Unicamp, por meio do seu corpo técnico, vem adquirindo grande experiência em ações de eficiência energética, tendo como objetivo, o de tornar a Unicamp, a Universidade mais sustentável da América Latina e o Caribe. Outros objetivos importantes incluem o engajamento da Universidade, para formação e capacitação de profissionais qualificados nos temas de eficiência energética e energias renováveis, para a continuidade e gestão dessas ações.

O Escritório de Projetos Especiais está inserido no contexto das inovações em processos organizacionais promovidas pela gestão superior da Unicamp. Na primeira etapa de implantação o foco foi o setor de energia elétrica, com objetivo de conceber, planejar e implantar um modelo completo de gestão de energia. Como ação estratégica para a sua implantação foi considerada a busca de financiamentos sem impacto no orçamento da Unicamp, por meio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), regidos pela Lei nº 9.991/2000, dentro dos Programas regulados pela Agência. Outra ação está diretamente relacionada com a inovação nos processos organizacionais, para a resolução dos problemas impostos pela burocracia da universidade, que dificulta a implantação de projetos ambiciosos e pouco convencionais. Também contribuiu para a implantação, a promoção da melhoria contínua nos processos organizacionais que envolvem o modelo de governança do Escritório, a partir da definição institucional que promove a vinculação organizacional e a infraestrutura à Coordenadoria Geral da Universidade, com um quadro de pessoal próprio composto por um assistente técnico e dois engenheiros, com certificação para elaboração de projetos e acompanhamento da execução, além de professores pesquisadores, mestrandos, doutorandos, pós doutorandos e acadêmicos de graduação inseridos em iniciação científica.

A organização do Escritório está baseada na identificação e classificação dos principais processos entre processos direcionadores, processos missão (ou principais), e processos de suporte, assim como prestigia conceitos da gestão colaborativa, visando o empoderamento de todos os colaboradores e o desenvolvimento de um ambiente de liberdade criativa. Cada membro do Escritório tem voz e liberdade de posicionamento em um ou vários processos, de maneira a buscar seu maior desenvolvimento profissional e pessoal, contribuindo assim para o crescimento da equipe.

MISSÃO: Trabalhamos com parceiros internos e externos à universidade na concepção, elaboração, contratação, execução, gerenciamento e divulgação de projetos especiais em sustentabilidade e eficiência sob o conceito de Laboratório Vivo

DIRECIONADORES	Definir premissas para editais	Alinhar estratégia com CGU	Fazer planejamento anual	Fazer relacionamento elétrico	Fazer relacionamento órgão fomento	Desenvolver novas competências	Coletar feedback de clientes		
MISSÃO	Firmar e gerir parcerias	Conceber projetos	Elaborar projetos	Concorrer a editais	Contratar projetos	Executar projetos	Documentar projetos	Gerenciar projetos	Divulgar projetos
SUporte	Realizar atividades regulatórias Unicamp	Gerir infra predial	Gerir TI	Gerir pessoas	Faturar projeto	Gerir base documental de projetos			

Figura 17.4 Missão e seus Macro Processos.

Fonte: Campus Sustentável.

17.3 Principais Resultados Obtidos pelo Escritório de Projetos Especiais

Uma medida do sucesso do Escritório é o montante de recursos extra-orçamentários captados nos últimos anos, acima de 50 milhões de Reais a partir de 2018, e a quantidade de acordos e parcerias estabelecidas (IEPÉ, OLADE, SIMA-SP, DECID, MPT, CPFL, ELETROBRAS), a substituição de mais de 11 mil lâmpadas fluorescentes por LEDs, substituição de 49 condicionadores de ar convencionais por *inverters*, automação de sistemas de água de refrigeração, etc. Estes últimos itens contribuíram com uma redução de consumo de energia de 1.053 MWh/ano. Para gerar os indicadores de consumo mais adequados foram instalados medidores em 95% dos transformadores da Unicamp, com previsão de conclusão no final de 2021. São resultados expressivos considerando a situação de crise econômica e sanitária em que vivemos, imposta pela pandemia Covid-19. Os objetivos, metas, indicadores, período de avaliação e mecanismos de avaliação estão postos na Tabela 17.1 e são periodicamente acompanhados.

Tabela 17.1 Objetivos e Metas do Escritório ao longo dos anos de 2018 a 2023.

#	Objetivos do Escritório	Metas	Indicador	Período de Apuração	Mecanismo de Avaliação	Resultados	Evidência
1	Aumentar o número de Parcerias externas	Dois parceiros por ano	Número de Parceiras pela quantidade de Anos do Escritório	2018 a 2021	Parcerias realizadas	6 parceiros/ano	OLADE, DCIDE, G-DRONES, ELETROBRÁS, IEPÉ, SIMA, GHM, BYD, Solstício Energia, Komer Engenharia, Vinalis, Synergia (Página de logos das parcerias).
2	Captar recursos extra-organamentários	100% do custo do escritório por ano (408.471,12 R\$/ano)	Investimento total através de projetos pela Quantidade de Anos do Escritório	2018 a 2023	Valores totais contratados nos projetos de P&D, PEE e Outros	8.753.284,97 R\$/ano	Projeto Campus Sustentável (Seção II), projetos da Seção III e Projetos de Eficiência Energética
3	Implantar energia renovável	100 kWp de geração fotovoltaica por ano	Potência instalada de geração fotovoltaica por ano	2018 a 2022	Sistemas de geração fotovoltaico instalado e operando	400 kWp/ano	Projeto Campus Sustentável (Capítulo 8), PEE (Capítulo 9), Ônibus Elétrico (Capítulo 13) e MERGE (Capítulo 14)
4	Implantar Projetos de Eficiência Energética	1.000 MWh evitado por ano	Energia evitada por equipamentos para uso final (iluminação, condicionamento de ar e outros) por ano	2018 a 2022	Avaliação através de relatório de Medição e Verificação (M&V).	1.128,45 MWh/ano	Projeto Campus Sustentável e PEE (Capítulo 9), Ônibus Elétrico (Capítulo 13), MERGE (Capítulo 14) e Projeto de Iluminação Pública (Capítulo 15)
5	Implantar Mobilidade elétrica no Campus	20% da frota de circulares do Campus Cidade Universitária Zeferino Vaz movida à energia elétrica	Número de ônibus elétrica por número de ônibus a diesel	2021	Avaliação através da redução do número de contratos para a frota de Ônibus Diesel.	Um ônibus elétrico em circulação no campus.	Projeto Ônibus Elétrico (Capítulo 13)
6	Implantar monitoramento do consumo de energia	100% das unidades consumidoras com medição de energia inteligente.	Número de medidores inteligentes pelo número de unidades consumidoras (transformador, permissionários e outros)	2021	Avaliado através de uma plataforma de monitoramento.	100% dos pontos com medidor inteligente	Centro de Operações e Monitoramento (Capítulo 6)

(Cont.)

Tabela 17.1 Objetivos e Metas do Escritório ao longo dos anos de 2018 a 2023.

#	Objetivos do Escritório	Metas	Indicador	Período de Apuração	Mecanismo de Avaliação	Resultados	Evidência
7	Avaliar a eficiência energética de edificações através do método PBE Edifica	Aplicar o PBE Edifica em 5 tipologias de edificação	Número de tipologias analisadas	2021	Obtendo a sugestão de Etiqueta de eficiência energética de cada prédio antes e após retrofit	5 tipologias: Faculdade, Centro de Saúde, Restaurante, Biblioteca e Ginásio.	Aplicação da metodologia nas unidades: FEM, FEC, Restaurante RS, Saúde CECOM, biblioteca IFCH e Ginásio GMU. (Capítulo 11)
8	Melhorar a contratação de energia e demanda elétrica da UNICAMP	Revisão do contrato de energia elétrica do campus Cidade Universitária „Zéferino Vaz“ e revisão de 100% dos contratos de demanda das campi da UNICAMP	Contratos otimizados, de demanda e de energia	2018 a 2021	Análise histórica de consumo e demanda versus contratação futura.	Economia de recursos financeiros gastos com energia e estorno de 300 mil reais para a UNICAMP devido a cobranças diferentes em contrato.	Capítulo 7 (Contratação de Energia)
9	GeniloT - uso de IoT para gestão energética	Validar 100% a plataforma GeniloT para eficiência energética	Instalação de projeto piloto em diversos ambientes da FEM.	2018 a 2021	Mudança de comportamento induzida por dados / informação.	Plataforma validada e instalada em laboratórios, salas e escritórios.	Capítulo 10.
10	Apoiar startups e micro empresas na sua criação e consolidação	Uma startup/micro empresa por ano	Número de startup e micro empresa que atua nos projetos e ações do Escritório	2018 a 2021	Ações que envolvem a contratação ou parceria com startup ou micro empresa.	11 empresas em 4 anos	Página de logos das parceiras

17.4 Recursos Humanos, Financeiros e Tecnológicos

O Escritório de Projetos Especiais foi certificado com um quadro de funcionários bastante reduzido, uma vez que seu papel principal é a integração com professores, pesquisadores e estudantes, além de trazer, desde a sua conceituação, o princípio de eficiência na gestão. O coordenador geral é um docente do quadro permanente da universidade, portanto, não traz custo adicional ao Escritório e também coordena os convênios. O quadro ainda não está completo, quando acontecer incidirá em um custo anual da ordem de 400 mil Reais.

Tabela 17.2 Custo mensal e anual de recursos humanos para operação do Escritório de Projetos Especiais.

	Profissionais	Custo Mensal	Custo Anual
Custo Escritório Campus Sustentável	Coordenador Geral	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	Assistente Técnico (M1A) - 8h	R\$ 5.535,91	R\$ 66.430,92
	Eng. Eletricista (S1A) - 8h	R\$ 6.291,67	R\$ 75.500,04
	Eng. Mecânico (S1A) - 8h	R\$ 6.291,67	R\$ 75.500,04
	Profissional TI (S1A) - 8h	R\$ 6.291,67	R\$ 75.500,04
	Arquiteto (S1A) - 8h	R\$ 6.291,67	R\$ 75.500,04
	Tec. Administrativo (M1A) - 8h	R\$ 3.336,67	R\$ 40.040,04
	Total	R\$ 34.039,26	R\$ 408.471,12

Desde o início da sua operação, o Escritório capta recursos e projetos de forma contínua, atingindo o montante de R\$ 52,5 milhões de Reais em projetos de P&D e PEE. Parte dos recursos representa investimento direto, com a interveniência da Funcamp, permitindo contratação de bolsistas e pesquisadores. O investimento extra orçamentário é proveniente de empresas contratadas para execução de projetos de infraestrutura no Campus. Sempre que possível, os projetos incluem a contratação de *startups* para desenvolverem soluções de inovação.

Tabela 17.3 Detalhamento de recursos financeiros, humanos e outros dos projetos executados pelo Escritório Campus Sustentável.

Ano	Projeto	Unidade	2018	2019	2020	2019	2021	2021	2021	2019
		PA3032_Campus Sustentável	PA3043 Ônibus Elétrico	PA3058_Microtrenes	PFE 2018_GMU	PFE nos Hospitalais	3º PAR Projeto Reluz	Quiosque	Olhos no Futuro	
Investimento direto	R\$	R\$ 3.034.477,50	R\$ 1.837.255,00	R\$ 10.988.800,00	-	-	R\$ 5.000.000,00	-	-	R\$ 125.000,00
Investimento indireto	R\$	R\$ 3.619.322,36	R\$ 3.269.244,60	R\$ 10.500.000,00	R\$ 1.308.585,86	R\$ 5.500.000,00	-	-	-	-
Startups, IESs e ICIs	R\$	R\$ 1.355.424,50	R\$ 781.600,00	R\$ 6.200.000,00	-	-	-	-	-	-
Energia evitada	MWh/ano	551,59	28,60	800,00	531,83	1.392,00	1.803,51	-	-	-
Redução de demanda na ponta	kW	71,14	-	-	136,13	411,76	-	-	-	-
Potência instalada - Geração fotovoltaica	kWp	534,00	18,09	400,00	-	1.054,05	-	5,76	-	-
Energia fotovoltaica gerada - anual	MWh/ano	787,12	28,60	589,60	-	1.392,00	-	9,00	-	-
Illuminação LED	Unitário	1,5	-	-	8	16	3	-	-	-
Air-condicionado	TR	42	-	-	100	700	-	-	-	-
Equipe total	Pessoas	54	13	46	9	27	16	4	4	36
Docentes e pesquisadores	Pessoas	8	2	11	1	2	2	1	1	12
Alunos de graduação e pós-graduação	Pessoas	34	10	28	1	13	11	1	1	21
Funcionários e estagiários	Pessoas	5	1	2	7	12	3	2	2	2
Voluntários	Pessoas	7	-	5	-	-	-	-	-	-
Disciplinas	Oferecimentos	24	2	1	-	-	-	-	1	1
Alcance das disciplinas (pessoas)	Pessoas	599	97	90	-	-	-	-	-	200

Para gerir as diversas iniciativas, o Escritório conta com um Centro de Operações, com painel vídeo *wall* com 8 telas de 55", câmera 4k, microfone com 8 lóbulos de captação flexíveis, alto-falantes de 6" e um servidor para gerenciamento dos recursos. O sistema também pode ser utilizado para apresentações e vídeo-conferências. Também conta com uma plataforma de *IoT* desenvolvida para o monitoramento dos dados de mais de 300 medidores instalados no campus e sensores instalados no ônibus elétrico.

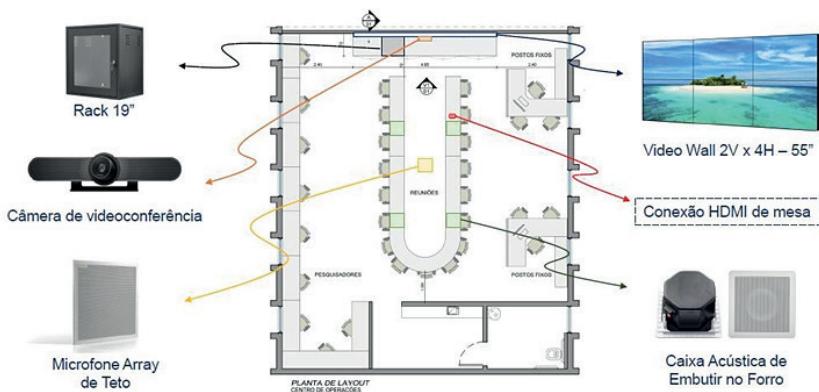


Figura 17.5 Estrutura do Escritório Campus Sustentável.

Fonte: Campus Sustentável.

Os recursos mais abundantes e valiosos são os estudantes que buscam participação no Campus Sustentável. Os resultados e tecnologias implantadas, ônibus elétrico, quiosque fotovoltaico, etc, são fatores de encantamento que trazem números crescentes de estudantes de graduação e pós-graduação para os projetos. Com isso, acumulamos uma alta capacidade de conceber e elaborar novos projetos, permitindo a participação em diversos editais e concursos, resultando em aumento na captação de recursos.

O principal fator que contribuiu com o sucesso do Escritório foi a diversidade da equipe que se formou com o tempo. Uniu-se a força de trabalho e criatividade de jovens estudantes, antenados com a transição tecnológica e climática que acontece no planeta, a experiência e

conhecimento dos processos dos funcionários, a possibilidade de unificar ensino, pesquisa e extensão ao conceito do campus universitário, como Laboratório Vivo de cidades inteligentes e humanas, impulsionando a carreira de professores, o apoio da administração superior da Universidade, que vislumbrou uma oportunidade disruptiva de melhoria de gestão, a adesão de parceiros, que aportaram recursos financeiros para a efetivação dos projetos.

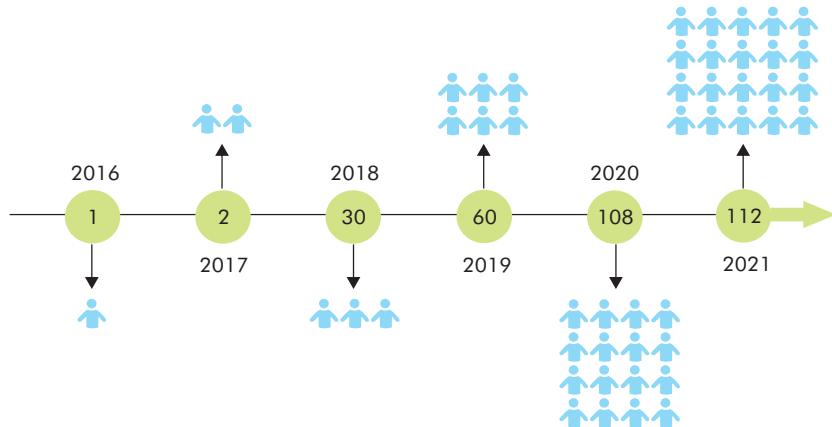


Figura 17.6 Recursos Humanos do “Campus Sustentável” ao longo do tempo.

Fonte: Campus Sustentável.

A Unicamp sempre desenvolveu projetos com empresas do setor elétrico, porém esses projetos eram focados, exclusivamente, no desenvolvimento de inovação tecnológica para o setor elétrico e para a sociedade. A partir do projeto Campus Sustentável – Unicamp, cujos recursos eram destinados para a experimentação de práticas inovadoras de sustentabilidade energética no campus, abriu-se uma oportunidade para que a Universidade pudesse inovar nos processos de contratação de energia, no gerenciamento de projetos inovadores em seus *campi* e na gestão da energia elétrica.

Outros fatores de sucesso são:

- Inserção da gestão da energia no Planejamento Estratégico da Universidade e no Plano Diretor Integrado;

- Captação de recursos extra-orçamentários para ações de eficiência energética;
- Acordos de cooperação tecnológica e educacional com Organizações públicas e privadas, nacionais e internacionais;
- Adesão da universidade aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas.

17.5 Conceituando um Escritório

Uma universidade pública, como a Unicamp, é um sistema complexo, tanto do ponto de vista das atividades, quanto do tamanho e também das relações sociais e humanas. A Unicamp é composta por um conjunto de 24 Unidades de Ensino e Pesquisa, 21 Centros e Núcleos Interdisciplinares de Pesquisa, 2 Colégios Técnicos, 4 Hospitais com atendimento exclusivo do Sistema Único de Saúde (SUS), uma agência de Inovação, 17 Bibliotecas, além de toda a área administrativa. Uma comunidade de alunos ao redor de 36 mil alunos (entre graduação, pós-graduação e ensino médio/técnico) e mais de 15 mil alunos de extensão universitária. Existem cerca de 7.500 funcionários e 2 mil professores, a maioria em tempo integral e dedicação exclusiva, 95% com doutorado. Recentemente foi concluída a Avaliação Institucional Quinquenal 2014-2018, que atestou a qualidade da Universidade, uma das três melhores Universidades da América Latina. Gerir uma Universidade desse porte, em um país como o Brasil, sujeito a um conjunto enorme de imprevisibilidades, é muito difícil. Portanto, ter um planejamento com prioridades é uma boa prática de gestão (SERAFIM e ATVARS, 2020).

Esses Escritórios - Laboratório de Inovação em Gestão Pública da Unicamp (LABGesta), o Escritório de Dados e de Apoio à Tomada de Decisão (eDAT) e o Escritório Campus Sustentável têm grande relevância no papel de articulador, para a integração e colaboração, entre os diversos atores e órgãos, que atuam na operação dos sistemas nos *campi*, bem como a articulação com o setor produtivo e organizações e associações. Esta articulação é fundamental para que se possa realizar uma gestão, dos temas considerados estratégicos, pela Universidade, como a energia

elétrica. Estes mecanismos de inovação institucional têm essa missão e vem funcionando de modo muito efetivo.

Conectada com as novas tendências mundiais, a Unicamp, na atual gestão, buscou com estes Escritórios avançar na profissionalização de sua gestão. Referência de instituição pública, entre as melhores do mundo, com cursos de graduação, pós-graduação e extensão mais bem avaliados do país, fazia-se necessário que a Universidade transbordasse essa excelência em ensino, pesquisa e extensão, também para a gestão. Isto é, buscar qualificar a gestão universitária para melhorar sua eficiência, dando agilidade aos seus processos de trabalho e buscando satisfazer as expectativas, tanto da comunidade interna quanto externa. Por exemplo, o programa Desburocratize, instituiu dispositivos permanentes de simplificação de processos e procedimentos administrativos. Um exemplo foi a revisão completa do processo administrativo de Convênios, com uma substancial redução no tempo para assinatura dos vários atores e com a tramitação informatizada, dentre outras iniciativas (<https://www.cgu.unicamp.br/desburocratize>).

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Editais Prioritário e Estratégico*. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/>. Acessado em: 10 fev. 2020.
- ATVARS, T. D. Z. et al. *Impacto Socioeconômico da Unicamp*. Disponível em: https://www.cgu.unicamp.br/assets/docs/cgu/estudo_impacto_socioeconomico/DOCUMENTO%202019%20-%C2%A0IMPACTO%20SOCIOECON%C3%94MICO%20DA%20UNICAMP.pdf. Acessado em: 03 abr. 2021.
- ATVARS, T. D. Z. Implantando projetos e construindo o futuro. Escritórios da CGU em novos espaços. *Portal da Unicamp*, 17 dez. 2020. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/12/17/implantando-projetos-e-construindo-o-futuro-escritorios-da-cgu-em-novos-espacos>. Acessado em: 03 abr. 2021.
- AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. *Inovação e empreendedorismo na Universidade*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.
- BEPPU, M. M.; ATVARS, T. D. Z.; SERAFIM, M. P. Indicadores de Desempenho Acadêmico: o olhar da Unicamp no horizonte 2020. In: MARCOVITCH, J. (Org.). *Repensar a Universidade II: Impactos para a Sociedade*. São Paulo: Com Arte, 2019, p. 61-84.
- CLARK, R. B. Em busca da universidade empreendedora. In: AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. *Inovação e empreendedorismo na universidade*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.

GOMES, M. A. S., et al. Tríplice Hélice: a Relação Universidade-Empresa em Busca da Inovação. *Revista Gestão.Org*, v. 12, n. 1, 2014. p 70-79.

MACHADO, L. C. et al. O Projeto “Campus Sustentável” da Unicamp. *Conferência Ibero-Brasileira de Energia*. Lisboa, 2019.

MACHADO, L.C. Campus Sustentável Unicamp. *Portal Campus Sustentável*. Disponível em: <http://www.campus-sustentavel.unicamp.br/>. Acessado em: 15 set. 2020.

PORTO, G. S. *A Decisão Empresarial de Desenvolvimento Tecnológico por meio da cooperação Universidade-Empresa*. Tese de doutorado. Administração. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2000.

RUIZ, S. M. A.; CRISTINA, D. P. M. Universidade Empreendedora: Proposição de Modelo Teórico. *X Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (Egepe)*, São Paulo, julho de 2018.

SERAFIM, M. P.; ATVARS, T. D. Z. (Orgs.). *Planejamento e Gestão Estratégica no Setor Público*. Campinas: Editora da Unicamp, 2020.

18

Grupo Gestor Universidade Sustentável e Câmara Técnica de Gestão de Energia da Unicamp

Edson Tomaz

Flávia Luciane Consoni de Mello

Maria Gineusa de Medeiros e Souza

Regina Clelia da Costa Mesquita Micaroni

Carla Kazue Nakao Cavaliero

José Antônio Dalbem

José Tomaz Vieira Pereira

Luiz Carlos Pereira da Silva

A criação da proposta das Câmaras Técnicas para trabalhar com os diversos temas relacionados com a sustentabilidade teve a sua origem nas atividades iniciadas por um Grupo de Trabalho nomeado pela reitoria com a atribuição de discutir e propor um programa institucional de gerenciamento de resíduos biológicos, químicos e radioativos (PGRBQR) dada à existência de resíduos perigosos passivos que necessitavam de destinação adequada. Esse Grupo de Trabalho, reunindo representantes de diversas unidades e órgãos, usando a experiência adquirida pela Área da Saúde da Unicamp, que já vinha trabalhando há

alguns anos no estabelecimento de vários procedimentos para tratamento de resíduos biológicos, do Instituto de Química (IQ), do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas e Biológicas e Agrícolas (CPQBA) e da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), que já dispunha de um sistema de segregação e disposição final para uma série de resíduos gerados localmente, fez uma proposta para garantir a disposição adequada dos resíduos perigosos. O Conselho Universitário aprovou, em 2003, a proposta apresentada para o Programa de Gerenciamento de Resíduos Biológico, Químico e Radioativo (PGRBQR) e transformou o Grupo de Trabalho em Grupo Gestor de Resíduos (GGR) com o objetivo de implantar o programa elaborado.

As premissas básicas adotadas no PGRBQR foram: a responsabilidade do gerador, o estímulo à minimização de resíduos e o apoio técnico e de infraestrutura na busca da melhor tecnologia disponível para a reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada (TEIXEIRA *et al.*, 2010).

Uma das primeiras ações do GGR foi o mapeamento de todo o passivo dos diversos tipos de resíduos armazenados em todas as Unidades. Simultaneamente o grupo realizou um levantamento visando caracterizar a geração contínua de resíduo, considerado como resíduo ativo. A existência de resíduo químico orgânico incinerável ultrapassou 140 toneladas e foi priorizado como primeira ação de destinação (MICARONI *et al.*, 2020). Ao longo dos anos esse passivo foi sendo eliminado e a atuação do GGR foi aumentando o seu escopo de resíduo para gestão ambiental e finalmente sustentabilidade.

Todavia, as primeiras ações de gestão na Unicamp datam de 1999, quando um grupo composto por docentes interessados em transformar os *campi* em laboratórios vivos para suas pesquisas na área ambiental (RUTKOWSKI *et al.*, 2001) fez vários mapeamentos temáticos. Os primeiros projetos desenvolvidos na cidade universitária Zeferino Vaz foram: Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), Avaliação Fitossanitária das Árvores e Programa Pró-Água. Foram recuperadas as APPs relativas a dois conjuntos de nascentes e trechos não canalizados do córrego Unicamp, que eram parcialmente ocupados pela

disposição de materiais inservíveis e volumosos. O Pró-Água, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), orientou o consumo racional da água para sensibilização, racionalização e prevenção. Em três anos a redução do consumo de água foi de 20.000 m³, enquanto a comunidade cresceu em 11,4% (RUTKOWSKI *et al.*, 2001).

Em continuidade à implantação do PGRBQR, em 2005 o GGR criou a Comissão de Ética Ambiental objetivando a análise e a emissão de pareceres para a destinação final dos resíduos oriundos dos projetos de pesquisas desenvolvidos na Universidade. Com o sucesso obtido na implantação do PGRBQR, a reitoria ampliou o escopo do trabalho do GGR que passou a ser denominado Grupo Gestor Ambiental (GGA) recebendo a incumbência de elaborar e implantar um Programa de Gestão Ambiental (PGA) para a Unicamp (Resolução GR-053/2006). O GGA escreveu uma proposta de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para Unicamp, a qual foi aprovada por unanimidade no Conselho Universitário (deliberação CONSU nº 136/2007).

O GGA teve como principais atividades a capacitação dos seus membros na ISO 14000, oficinas de Planejamento Estratégico, elaboração do regimento, concepção e desenvolvimento do Prêmio Unicamp de Gestão Ambiental e deu continuidade à implantação do programa de gerenciamento de resíduos perigosos e diversificando suas atividades para incluir a gestão de recursos naturais.

Em 2009 a Universidade iniciou um projeto em parceria com a SANASA visando o tratamento de seus efluentes. Dentro desse projeto, os efluentes do campus Zeferino Vaz (Campinas), que anteriormente à implantação do programa de gerenciamento de resíduos da Universidade apresentavam características semelhantes à de efluente industrial, foram analisados e apresentaram características similares à de esgoto doméstico. Esta melhoria da qualidade do efluente bruto da Unicamp permitiu o encaminhamento dos efluentes para a Estação de Tratamento de Esgoto de Barão Geraldo da companhia municipal de saneamento (SANASA).

Em 2012 o GGA criou vários grupos de trabalhos para ações específicas voltadas à educação ambiental, redução do uso de papel

e redução do consumo de água. Estes grupos de trabalho foram os precursores que levaram à proposta de criação de diferentes Câmaras Técnicas, a serem formadas por docentes, pesquisadores e profissionais técnico-administrativos, com o objetivo de elaborar programas de gestão em diferentes áreas.

Em 2014 com a filiação da universidade ao International Sustainable Campus Network (ISCN) e a deliberação em seu planejamento estratégico que em 2020 deveria ter em seus *campi* laboratórios vivos para a sustentabilidade (ref.6), a reitoria amplia a abrangência do GGA, substituindo-o pelo Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS), criado por meio da Resolução GR-029/2015 (ref.7), juntamente com a constituição das câmaras técnicas: Gestão de Energia (CTGE); Gestão de Fauna e Flora (CTGFF); Gestão de Recursos Hídricos (CTGRH); Gestão de Resíduos (CTGR) e Educação Ambiental (CTEA). Em 2018 foi criada a Câmara Técnica de Gestão de Campus Inteligente (CTGCIn) que tem expertise em temas como Internet das Coisas (*IoT*), cidades inteligentes, mineração de dados e geomática, entre outros.



Figura 18.1 Histórico da Sustentabilidade na Unicamp.

Desde o início da implantação do PGRBQR, em 2003, foi criada a figura do facilitador nas unidades/órgãos descentralizados (faculdades, institutos, centros e núcleos de pesquisa e demais órgãos de administração e de apoio da Universidade), com a missão de ser o elo entre estes e o Grupo Gestor, cabendo-lhe atuar, junto à comunidade em que esteja lotado, como facilitador no desenvolvimento, implementação e disseminação de políticas, diretrizes e normatizações, tendo como fundamento o aperfeiçoamento contínuo do desempenho ambiental, econômico e social da Unicamp. Atualmente os facilitadores atuam como interlocutores das câmaras técnicas com as unidades e órgãos.

A Câmara Técnica de Gestão do Ambiente Urbano realizou um trabalho de percepção ambiental com a comunidade universitária através de oficinas participativas de cartografia social em todos os *campi* entre 2017 e 2018. A continuidade de seu trabalho está sendo desenvolvido pela Coordenadoria do Plano Diretor Integrado, que elaborou o Plano Diretor dos *campi* da Universidade para formular diretrizes que ampliem a qualidade de vida e o bem-estar da comunidade universitária.

A Câmara Técnica de Gestão de Energia (CTGE) foi criada com o objetivo de construir, desenvolver e implementar políticas, diretrizes e normatizações para uma universidade energeticamente sustentável, tendo como fundamentos a melhoria contínua e o desempenho ambiental, econômico e social do uso e da geração de energia.

A concepção de projetos e ações para melhoria da gestão de energia e eficiência energética da Unicamp foi o foco dos trabalhos executados durante o ano de 2016. Como resultado, um conjunto sólido de ideias e projetos foi agregado em 2017 para compor a proposta do Campus Sustentável – Unicamp. Tal proposta contou com a parceria da CPFL Energia e foi submetida e aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) no âmbito dos seus programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e de Eficiência Energética. O projeto Campus Sustentável – Unicamp tem a ambição de estabelecer um modelo de gestão e eficiência energética que possa ser replicado em outras instituições de ensino superior do Brasil e da América Latina. Para tanto, o Campus Zeferino Vaz é apresentado como um Laboratório Vivo para o desenvolvimento de soluções para gestão de energia, sustentabilidade energética, mobilidade elétrica, etiquetagem de edifícios e educação energética (Figura 18.2).

A execução do projeto Campus Sustentável – Unicamp ocorreu no período de 2018 a 2021, ganhando uma equipe de pesquisadores, bolsistas, professores e funcionários, e estabelecendo uma rede de parcerias internas e externas para viabilizar o cumprimento do cronograma físico-financeiro. Em 2019 foram inauguradas as primeiras seis mini usinas fotovoltaicas da Unicamp (Figura 18.3), totalizando uma potência instalada de 574,32 kWp. No mesmo ano, foram iniciados os projetos de *retrofit* de sistemas de ar-condicionado (Figura 18.4) e de lâmpadas nos prédios da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM).



Figura 18.2 Projeto Campus Sustentável – Unicamp.

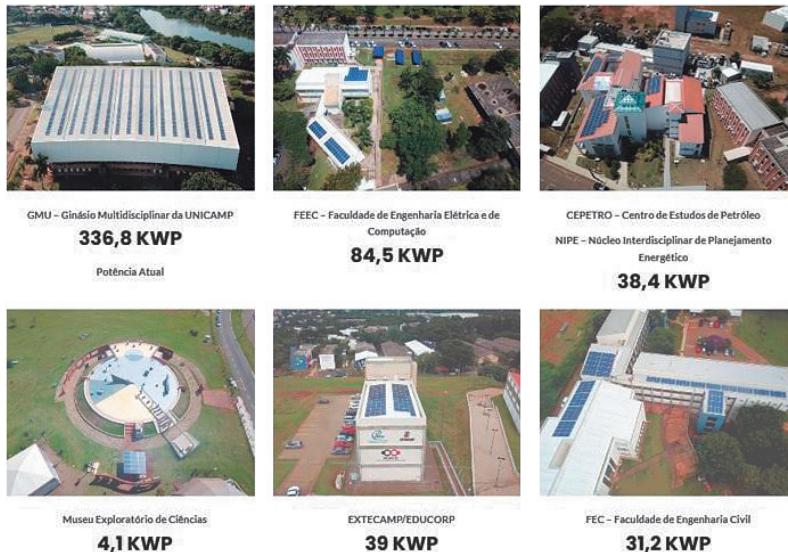


Figura 18.3 Seis mini usinas fotovoltaicas da Unicamp.



Figura 18.4 Localização dos ambientes do projeto de retrofit de aparelhos de ar-condicionado na FEM.

Fonte: LOPES (2021).

Os dados de geração das usinas, bem como dos medidores instalados em todos os transformadores da Unicamp são monitorados no Centro de Operação e Monitoramento (Figura 18.6) através de uma plataforma de internet das coisas (*Internet of Things – IoT*) desenvolvida para esses projetos. As posições dos medidores podem ser vistas na Figura 18.5.

A proposta e as ações do Campus Sustentável se tornaram uma vitrine importante para a captação de novos projetos e parceiros, seguindo com novos contratos a cada ano, onde se inclui o projeto do Ônibus Elétrico, projeto de eficientização do GMU, CDC, FEEC, FEM, FEC, IA, projeto de eficientização da central de água gelada do HC, projetos de geração fotovoltaica e *retrofit* de lâmpadas no HC, CAISM, HEMOCENTRO, GASTROCENTRO, IOCAP e CECOM, todos em parceria com a CPFL Energia.

Em 2020 foi iniciada uma nova parceria, com a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras), no âmbito do programa de investimento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), quando foi aprovado um projeto para a modernização de todo o sistema de iluminação pública da Unicamp. Ainda em 2020 mais um grande projeto foi aprovado e contratado no tema de microrredes, também com

investimento expressivo em infraestrutura dentro do Campus Zeferino Vaz e com grande incremento na equipe de pesquisadores, professores e funcionários.

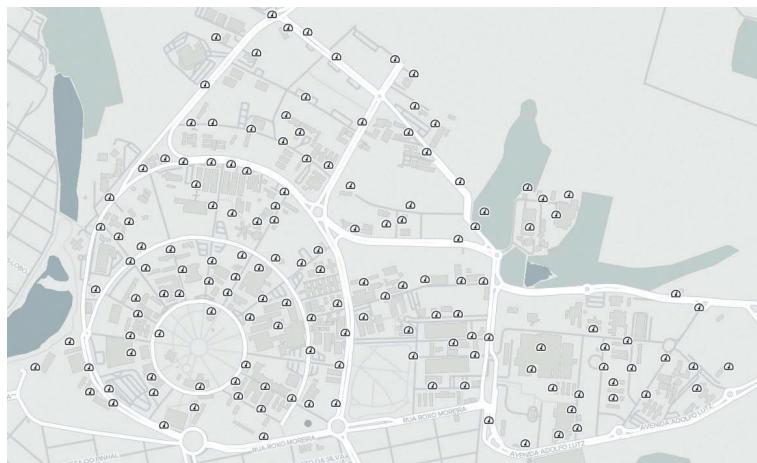


Figura 18.5 Localização dos medidores instalados em todos os transformadores da Unicamp.

O aumento na quantidade e abrangência dos projetos também promoveu o incremento da complexidade na gestão e execução das atividades, atendendo restrições e condições internas da Unicamp, e, também externas, da CPFL e da ANEEL, e compatibilizando projetos de engenharia e infraestrutura com metas acadêmicas e científicas, como deve ser em um Laboratório Vivo. Essa complexidade da gestão resultou na criação do Escritório Campus Sustentável (Figura 18.6) junto à CGU, com o objetivo de facilitar a gestão, integrar o trabalho de divisões operacionais da Universidade com o trabalho de pesquisadores, alunos e funcionários, e de viabilizar a perenidade do fluxo de projetos, contratos e parcerias.

Todas as ações relatadas foram realizadas no âmbito da CTGE e, a partir da criação do Escritório de Projetos Especiais em 2020, a Câmara voltou a se debruçar nas questões de planejamento, de estratégias e diretrizes para a melhoria da gestão de energia da Unicamp. De fato, o

desenvolvimento e implantação de um Sistema de Gestão de Energia está no centro da missão da CTGE e, de forma mais ampla, do GGUS.



Figura 18.6 Escritório Campus Sustentável.

Assim, foram criados cinco grupos de trabalho sob coordenação da CTGE, a saber: GT1 – Sistema de Gestão de Energia da Unicamp; GT2 – Gestão de Contratos de Energia e Uso de Rede; GT3 – Gestão de Rede de Média Tensão; GT4 – Gestão de Redes de Baixa Tensão e GT5 – Gestão de Uso Final de Energia nas Edificações. O trabalho dos GTs visa a documentação do sistema de gestão atualmente em curso na Unicamp, sua modelagem e fluxos de processos principais, identificação ou proposição de indicadores e pontos de melhoria. Tudo isso, feito através de intensa troca de informações e participação das áreas operacionais da Universidade, que atuam rotineiramente nos diversos processos identificados.

A Figura 18.7 ilustra a estratégia de trabalho que foi se formando com o tempo nas atividades da CTGE. O maior desafio hoje é realizar a missão da Câmara: desenvolver o sistema de gestão da Unicamp – por isso, representado no círculo central. A meta principal da CTGE para 2021 é entregar e implantar o Sistema de Gestão de Energia.

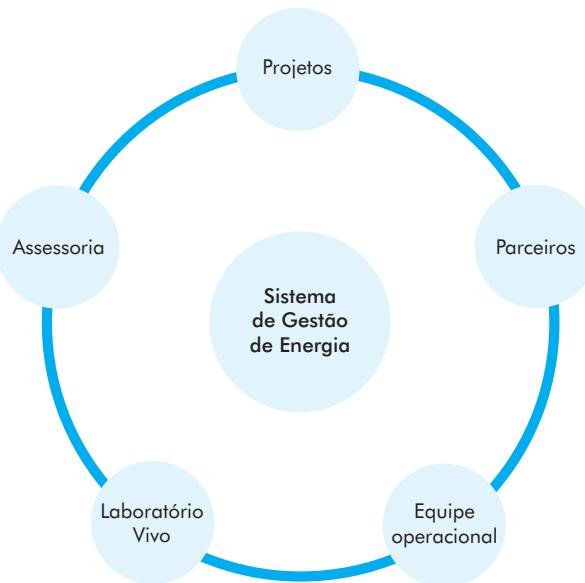


Figura 18.7 Estratégia de trabalho da CTGE.

Fonte: Campus Sustentável – Unicamp.

No entanto, isso não é suficiente. É preciso atuar no anel externo, induzindo projetos e parcerias, envolvendo equipes operacionais e de pesquisa, e fornecendo assessoria de alto nível para os gestores da Universidade, atingindo assim o status real de um Laboratório Vivo. As ações do anel externo são estimuladas e articuladas pela CTGE e materializadas pela força de trabalho do Escritório de Projetos Especiais, de maneira que os novos projetos resultarão em maior nível de integração com as diretrizes e metas definidas pela CTGE.

Referências

- LOPES, F. S. D. *Simulação Computacional para Avaliação de Desempenho Térmico e Eficiência Energética nas Edificações*. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2021/03/210219-02dt.Automacao.pdf>. Acessado em: 15 jul. 2021.
- MICARONI, R. C. C. M.; MOREIRA, G. A.; RUTKOWSKI E. W. Histórico da Gestão Ambiental na UNICAMP. In: *2ª Conferência Campus Sustentável 2020 (CCS2020)*, Instituto Politécnico de Tomar, Tomar Portugal 2020.
- Resolução GR-029/2015 - Dispõe sobre o Sistema de Gestão Universidade Sustentável e sobre a criação do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) da UNICAMP. Disponível em: <https://www.pg.unicamp.br/resolucoes.php?ano=2015>. Acessado em: 18 abr. 2021.
- Resolução GR-053/2006 - Cria o Grupo Gestor Ambiental para elaborar e implantar um Programa de Gestão Ambiental para a Unicamp. Disponível em: <https://www.pg.unicamp.br/resolucoes.php?ano=2006>. Acessado em: 18 abr. 2021.
- RUTKOWSKI, E. W.; LIMA JÚNIOR, O. F. Gestão Ambiental da Cidade Universitária Zeferino Vaz UNICAMP Campus de Barão Geraldo. In: *IV Jornada Científica da AUGM sobre Meio Ambiente*, 2001, Campinas. Anais da IV Jornada Científica da AUGM sobre Meio Ambiente. Boletim Informativo CORI, 2001. p. 22-35.
- TEIXEIRA, E. N. et al. *Gestão de Resíduos em Universidades* (1a ed.). Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2010.

19

O Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável – HIDS

Maria Gabriela Caffarena Celani

Marcelo Pereira da Cunha

Mariano Francisco Laplane

Marco Aurelio Pinheiro Lima

Patricia Nunes da Silva Mariuzzo

Thalita Dalbelo

19.1 Introdução¹

Em setembro de 2015, ao final da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, foi aprovada pelos países membros da ONU a *Agenda 2030*, um plano de ação global para alcançar o desenvolvimento sustentável em 2030. A Agenda indica 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas, para erradicar a pobreza extrema, combater a desigualdade e promover uma vida digna

¹ Este artigo é uma atualização do *Artigo Conceitual Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável – HIDS*, de 2019, elaborado pela equipe de planejamento do HIDS. Disponível em: <http://www.hids.unicamp.br/wp-content/uploads/2019/03/HUB-Conceptual-Paper-Portuguese-V16.pdf>.

para todos². A *Agenda 2030* foi pensada para orientar governos, empresas, a sociedade em geral, e também a Academia. Suas metas impõem a necessidade de criar ações mais contundentes e promover mudanças que conduzam a um modelo de crescimento mais sustentável.

Essas mudanças incluem novos paradigmas de urbanização e de planejamento das cidades, algo que a pandemia de Covid-19 deixou ainda mais evidente, quando observamos que a disseminação do vírus tem sido maior em grandes cidades.

O Brasil pode aproveitar este cenário para ser um dos protagonistas na agenda do desenvolvimento sustentável e equitativo. Em consonância com as políticas e os planos nacionais para atingi-los, é absolutamente desejável e inteligente buscar o alcance deste êxito por meio de uma das suas melhores universidades e de parcerias nacionais e internacionais, envolvendo o setor privado e o governamental.

De maneira pioneira, em 1985, a cidade de Campinas reservou uma área de 8,8 milhões de metros quadrados, conhecida como Polo II de Alta de Tecnologia (Ciatec 2). A ideia era, a partir de um plano diretor e de uma lei de zoneamento específicos para a área, atrair instituições de pesquisa e empresas que pudessem transformar Campinas em um Vale do Silício brasileiro.

Em 2014, passados 30 anos, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) teve a oportunidade de adquirir uma fazenda de 140 hectares, anexa ao seu campus, dentro do Polo II. A partir das discussões sobre como ocupar esta área e das motivações colocadas pela *Agenda 2030*, surgiu a ideia de implantar ali um Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS).

A proposta de um HUB Internacional para o Desenvolvimento Sustentável é construir uma estrutura que combina e articula ações, através de parcerias e cooperações entre instituições que possuem competências e interesses voltados a prover contribuições concretas para

² O documento adotado na Assembleia Geral da ONU em 2015, *Transformando Nossa Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, é um guia para as ações da comunidade internacional nos próximos anos. E é também um plano de ação para todas as pessoas e o planeta que foi coletivamente criado para colocar o mundo em um caminho mais sustentável e resiliente até 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>.

o desenvolvimento sustentável e forma ampla, incluindo as ações que tenham impactos nos eixos social, econômico e ambiental. Essa estrutura deve estar sediada em um local onde as sinergias são identificadas e potencializadas, sendo, desse modo, denominada como um HUB. A ocupação dessa área é uma oportunidade de explorar iniciativas para promover, atender e incentivar a *Agenda 2030*, da ONU, com seus 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, um compromisso assinado por 193 países, incluindo o Brasil. Sua visão é contribuir para o processo do desenvolvimento sustentável, agregando esforços nacionais e internacionais para produzir conhecimento, tecnologias inovadoras e educação das futuras gerações, mitigando e superando as fragilidades sociais, econômicas e ambientais da sociedade contemporânea³.



Figura 19.1 Os 17 ODS da ONU.

Crédito: Nações Unidas Brasil⁴.

As ideias iniciais começaram a ganhar forma e novos parceiros foram se juntando à iniciativa, incluindo a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), a Prefeitura de Campinas, o Governo do Estado de São Paulo, a Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) e parte das instituições que atuam no território do Polo II. Assim, o plano prosperou para a criação de um distrito inteligente e sustentável na forma de Laboratório Vivo. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) aportou US\$ 1 milhão a fundo perdido para o desenvolvimento de um plano diretor para o território (KNOBEL e LIMA, 2021).

³ Fonte: <https://www.hids.unicamp.br>.

⁴ Fonte: Nações Unidas Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acessado em: 26 jul. 2021.

O objetivo deste artigo é apresentar a proposta e as estratégias adotadas para estabelecer um cluster de inovação orientado para o desenvolvimento sustentável com laboratórios temáticos (centros de pesquisa e desenvolvimento); infraestrutura sustentável e gestão modelo do patrimônio ambiental e cultural e com boa infraestrutura de serviços (museus, hospitais e espaços de encontro) na área do Ciatec 2. Essa estrutura de cidade inteligente, que articula atores do governo, agências de fomento, universidades, centros de pesquisa, grandes e médias empresas, *startups* e investidores, deve ser um território propício para pesquisa aplicada e direcionada aos temas do desenvolvimento sustentável, com gestão da sustentabilidade, parcerias e conexões para formação de uma rede de colaboração nacional e internacional.

A principal visão do HIDS é o desenvolvimento sustentável, com alguns direcionadores: estabelecer uma cultura do desenvolvimento sustentável, ser um distrito referência em desenvolvimento sustentável, ter um impacto mensurável para a sociedade. Trata-se de um projeto complexo e ousado, de longo prazo (10 a 20 anos) e com potencial para transformar a Região Metropolitana de Campinas (RMC) e fortalecer a imagem do Brasil como locus de desenvolvimento de conhecimento e tecnologias sustentáveis.

Esta visão está em consonância com os compromissos e projetos da Unicamp que buscam se orientar pela sustentabilidade, incluindo seu Plano Diretor Integrado e o projeto Campus Sustentável – Unicamp.

19.2 A Unicamp e o Ecossistema de Inovação de Campinas

Com pouco mais de um milhão de habitantes, a cidade de Campinas se destaca por seu desenvolvimento em ciência, tecnologia, inovação e empreendedorismo. Isso se deve à existência de um ecossistema de inovação que foi se consolidando ao longo dos anos, fruto de políticas públicas estruturantes, especialmente na área das tecnologias de informação e comunicação (TICs). Junta-se a essa característica, uma boa estrutura viária, aeroportos, boa qualidade de serviços públicos e de recursos humanos.

Em 2020, Campinas ficou em quarto lugar no *ranking Connected Smart Cities 2020*, elaborado pela Urban Systems⁵. O ranking é composto por indicadores elaborados a partir de 11 áreas: mobilidade, urbanismo, meio ambiente, energia, tecnologia e inovação, economia, educação, saúde, segurança, empreendedorismo e governança. Ter um Plano Estratégico de Cidade Inteligente⁶, rede de fibra óptica em prédios públicos e escolas e alguns serviços digitalizados para atendimento à população, são características que fazem com a que a cidade de Campinas esteja entre as cidades mais inteligentes e conectadas do Brasil⁷. Segundo o *Índice de Cidades Empreendedoras 2020* da Endeavor/Enap⁸, Campinas ocupa o 12º lugar entre os municípios brasileiros com boas condições para o surgimento de empresas. Além disso, a cidade ocupa o terceiro lugar no quesito inovação, que avalia a capacidade de combinar fatores de *inputs* e *outputs* para o desenvolvimento de inovações, criando um ambiente inovador para os empreendedores. Campinas possui um amplo parque universitário, quatro parques tecnológicos (um deles dentro da Unicamp)⁹. De acordo com mapeamento da Fundação Fórum Campinas Inovadora, a cidade de Campinas concentra, atualmente, mais de 50 mil empresas, sendo o terceiro maior parque industrial

⁵ O ranking foi criado com o objetivo de mapear as cidades com maior potencial de desenvolvimento no Brasil, por meio de indicadores que retratam inteligência, conexão e sustentabilidade. A consultoria responsável pelo ranking avalia mais de 500 cidades. Fonte: Connected Smart Cities. Disponível em: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>.

⁶ Prefeitura de Campinas, 2019. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/desenvolvimento-economico/pecc-2019-2029.pdf>.

⁷ Em 2020, a cidade de São Paulo, Florianópolis (Santa Catarina) e Curitiba (Paraná), ocuparam os três primeiros lugares no ranking.

⁸ ENDEAVOR; ENAP. *Índice de Cidade Empreendedoras – Brasil 2020*. Relatório de pesquisa Endeavor e Enap – 2021-02. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/6097/1/relatorio_ICE_2020.pdf. Acessado em: 26 jul. 2021.

⁹ São eles o Parque Tecnológico CPQD, Technopark, Parque Científico e Tecnológico da Unicamp e o Parque Tecnológico do CTI. Fonte: InvestSP – Agência Paulista de Produção de Investimentos e Competitividade. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/po-que-sp/inovacao-ciencia-e-tecnologia/parques-tecnologicos/>. Acessado em: 26 jul. 2021.

do país. Além disso, 50 das 500 maiores empresas do mundo estão instaladas em Campinas e sua região metropolitana¹⁰.

A Unicamp vem desempenhando importante papel no ecossistema de inovação de Campinas, seja como formadora de pessoal qualificado, na atração de empresas e também no fomento ao empreendedorismo de alunos e professores. Tecnologias desenvolvidas na Universidade deram origem à mais de 700 empresas cujo faturamento chegou a R\$ 7,9 milhões em 2019, gerando 31 mil empregos diretos¹¹.

19.3 Um Hub para Inovação e o Desenvolvimento Sustentável

A aquisição da Fazenda Argentina, uma área com 1,4 milhão de m², ao lado da Cidade Universitária Zeferino Vaz, em Barão Geraldo, representou um aumento da 60% de área da Universidade. Isso permitiu iniciar a exploração de iniciativas ousadas e criativas para promover o desenvolvimento sustentável e equitativo, comprometido com os anseios da sociedade, e fortalecendo a agenda estratégica do Brasil. Foi destas discussões que surgiu a ideia de criar um hub de inovação e sustentabilidade na área da Fazenda e que estivesse integrado de modo harmônico aos *campi* da Unicamp.

No entanto, com a evolução das atividades de prospecção de atividades que poderiam ser desenvolvidas no Hub, tornou-se evidente a sinergia desta iniciativa com a vocação dos diversos atores presentes na região do Ciatec II – o Polo de Alta Tecnologia situado em uma área de 8,8 milhões de metros quadrados –, no qual parte da Unicamp se encontra. A adesão da Prefeitura de Campinas ao projeto permitiu a inclusão de toda a área do Ciatec II ao HIDS.

¹⁰ Fundação Fórum Campinas Inovadora/Portal Região Campinas. Disponível em: <https://regiaocampinas.org.br/nossas-empresas/>. Acessado em: 26 jul. 2021.

¹¹ KISHI, K. Faturamento anual das empresas-filhas da Unicamp chega a R\$ 7,9 milhões. Notícias Inova, Agência de Inovação Inova Unicamp, 25 out. 2019. Disponível em: <https://www.inova.unicamp.br/noticias-inova/faturamento-anual-das-empresas-filhas-da-unicamp-chega-a-r-7-9-bilhoes/>.

A região do Ciatec II é identificada como Polo Estratégico de Desenvolvimento do município de Campinas¹². Nessa região estão presentes empresas e instituições de pesquisa de ponta, como o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Material (CNPEM), que abriga entre o outros o Sirius, maior e mais complexa infraestrutura científica já construída no País e uma das primeiras fontes de luz sincrotron de 4^a geração do mundo. Com a adesão da Prefeitura de Campinas e, em seguida, da PUC-Campinas, o HIDS passou a compreender o Ciatec II, o campus 1 da PUC-Campinas e a Cidade Universitária Zeferino Vaz, no Distrito de Barão Geraldo. Com isso, a área alvo de planejamento passa a ser de 11,3 milhões de m².

O HIDS recupera parte das premissas vigentes na criação do polo de ciência e tecnologia em Campinas, mas vai além de tentar alavancar a vocação para ciência e tecnologia da região. Seu objetivo é criar um distrito modelo de desenvolvimento urbano sustentável e inteligente na forma de um Laboratório Vivo. A ocupação dessa área é uma oportunidade de explorar iniciativas para promover, atender e incentivar a *Agenda 2030*, da ONU, com seus 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) reconheceu na iniciativa do HIDS uma oportunidade de aumentar a produtividade e a competitividade da cidade de Campinas e, ao mesmo tempo, de contribuir para o desenvolvimento econômico sustentável da região e se dispôs a fazer um investimento, a fundo perdido, de US\$ 1 milhão para elaboração de um plano diretor (*master plan*) para a área do HIDS.

Um plano diretor é um documento de planejamento dinâmico de longo prazo que fornece um *layout* conceitual para orientar o crescimento e desenvolvimento futuro de um território. Ele consiste em estabelecer a conexão entre prédios, ambientes sociais e seus ambientes circundantes. Inclui análises, recomendações e

¹² SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO; PREFEITURA DE CAMPINAS. *Novo Plano Diretor Estratégico*. Campinas, 2018. Disponível em: https://planodiretor.campinas.sp.gov.br/timeline/timeline/59_mapas_finais_pd2018/anexoIX_polos_estrategicos.pdf.

propostas para a população, economia, moradia, transporte, instalações comunitárias e uso do solo futuros. Baseia-se em contribuições públicas, pesquisas, iniciativas de planejamento, desenvolvimento existente, características físicas e condições sociais e econômicas (Fonte: Banco Mundial, tradução nossa)¹³.

Assim, em março de 2020, foi assinado o Convênio de Cooperação entre o BID, a Unicamp e a Prefeitura de Campinas para apoiar a criação do Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS) na cidade de Campinas¹⁴.

19.4 Distritos de Inovação

O Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS), objeto de proposição deste artigo, possui elementos em comum com os distritos de inovação. De acordo com Davis (2015), esses distritos são áreas geograficamente delimitadas que agrupam um grupo de indústrias avançadas e emergentes com habitação e desenvolvimento comercial para criar uma sinergia que impulsiona o florescimento de ideias, produtos, empregos, serviços e novas empresas. Os distritos de inovação podem ser veículos para o desenvolvimento econômico, criação de empregos, revitalização urbana e crescimento sustentável. Alguns exemplos de distritos de inovação são o Boston Innovation District, o Kendall Square, nos Estados Unidos, o 22@, em Barcelona e o MaRS, em Toronto, no Canadá. No Brasil, uma iniciativa que se aproxima desse modelo que se apoia no trinômio: forte indução governamental, e participação de universidades públicas e privadas e do setor empresarial, é o Porto Digital, em Recife, Pernambuco.

¹³ Fonte: THE WORLD BANK. *Master Planning*. Disponível em: <https://urban-regeneration.worldbank.org/node/51>. Acessado em: 28 jul. 2021.

¹⁴ Carta-convênio entre o Município de Campinas, a Universidade Estadual de Campinas e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID): http://www.hids.unicamp.br/wp-content/uploads/2020/03/Of.DEPI-05-2020-Prefeitura-Munic-de-Campinas-Jonas-Conv.BID_.pdf

O Silicon Valley é uma das principais referências em termos de sinergia em inovação. Apesar de seu sucesso, sua formação atual não foi planejada. Os investimentos em tecnologia da Stanford University datam do início do século XX. Pouco depois, alunos formados na mesma universidade optaram por criar suas empresas – como a HP e a Varian Associates, por exemplo – e estabelecê-las em seu entorno. Em seguida, no pós-segunda guerra, devido à permanência de militares na região de suas bases, o número de estudantes na universidade aumentou consideravelmente, bem como a pressão sobre o orçamento da instituição. Na tentativa de alavancar fundos, foi criado o Stanford Industrial Park, que recebeu diversas empresas de tecnologia desde então. Nos anos 1950, William Shockley (inventor do transistor) mudou-se para lá; seus engenheiros acabaram criando a Fairchild Semiconductor, assim como a Intel, anos depois. Desde então, o número de empresas instaladas na região, ligadas à tecnologia e afins, aumentou vertiginosamente. Atualmente, o estado da Califórnia tem cerca de US\$ 94 bilhões em *venture capital*, alavancados pela dinâmica do Silicon Valley (MESSINA e BAER, 2016).

Também nos Estados Unidos, outro distrito de inovação bem-sucedido e mais recente é o Kendall Square, com aproximadamente 4,4 Km², localizado ao lado do campus do Massachusetts Institute of Technology (MIT), em Cambridge, Massachusetts. Também nesse exemplo temos uma instituição acadêmica que serve como âncora do projeto, o MIT, recursos humanos de alto nível, localização privilegiada, com boa estrutura viária e de transporte público, um conjunto de prédios e edificações já construídas e extensões de terra para serem ocupadas. Soma-se a isso, o forte apoio municipal na condução do projeto de planejamento, ocupação da área (por meio de leis de zoneamento) e na criação de infraestrutura (DAVIS, 2015).

Entre 2011 e 2012, a prefeitura da cidade de Cambridge conduziu um projeto de estudo e planejamento de ocupação da área¹⁵. O processo contou com uma equipe de consultores de várias áreas – planejamento urbano, mercado imobiliário, mobilidade, entre outros – e com

¹⁵ Kendall Square Inniciative: <https://kendallsquare.mit.edu/>, consultado em 26/07/2021.

a participação da comunidade. Residentes, proprietários, empresários e representantes de instituições compunham os comitês consultores criados pela prefeitura. A comunicação foi um aspecto importante ao longo do processo de planejamento, incluindo oficinas, audiências, reuniões abertas ao público para coletar opiniões da comunidade e a publicação de relatórios sobre o projeto. O modelo adotou o uso misto, combinando a presença de grandes empresas, *startups*, escritórios, espaços de *coworking*, residências e comércio. Hoje, a área abriga diversas empresas da área de biotecnologia, como a Pfizer e a Novartis, e do setor de tecnologia da informação, como a Microsoft, Google e IBM.

Devido à sua afinidade em transgredir barreiras em prol do conhecimento há, para Etzkowitz e Leydesdorff (1998), uma terceira missão da universidade, além do ensino e da pesquisa: trata-se de traduzir a pesquisa científica em desenvolvimento socioeconômico. Youtie e Shapira (2008), alinhados com esta visão, sugerem que há uma evolução dos papéis da universidade. No início, a universidade funcionou como um armazém de conhecimento e, em um segundo momento, evoluiu para uma fábrica de conhecimento. Mais recentemente, a universidade deve agir como um *hub* de conhecimento, ampliando sua troca, aprendizado e inovação entre agentes. Ao se inspirarem nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a graduação e pós-graduação podem prover recursos humanos alinhados aos princípios de criação e adequado desenvolvimento das funções esperadas do HIDS.

Em termos da proposta do HIDS, neste artigo, cabe apresentar a definição de *hub*. Toivonen e Frederici (2015) ressaltam, entretanto, a dificuldade de defini-lo objetivamente. De acordo com a pesquisa destes autores, foi possível encontrar quatro itens em comum entre os hubs observados:

1. *hubs* constroem comunidades colaborativas que têm, em seu centro, grupos de indivíduos empreendedores;
2. *hubs* atraem diversos membros com conhecimentos heterogêneos;
3. *hubs* facilitam a criatividade e a colaboração em espaços físicos e digitais; e

4. *hubs* concentram cultura empreendedora global. Com diferentes origens, públicas, privadas ou mistas, e diferentes modelos de negócios, os *hubs* são identificados como espaços de troca de conhecimento, construção de comunidades e o local em que profissionais de diferentes formações se encontram para concretizar suas ideias.

A partir do conceito de distrito de inovação e dos exemplos apresentados, apresentamos a seguir alguns aspectos específicos propostos para o HIDS.

19.5 Visão e Missão do HIDS

O estabelecimento do HIDS deve estar ancorado em uma visão coerente com a proposição de uma estrutura que combina e articula ações, através de parcerias e cooperações entre instituições que possuem competências e interesses voltados a prover contribuições concretas para o desenvolvimento sustentável de forma ampla, incluindo as ações que tenham impactos nos eixos social, econômico e ambiental. A proposta da visão deve ser, ainda, conceitualmente válida no longo prazo – idealmente, válida de modo perene. Deste modo, a visão do HIDS é proposta como:

Contribuir para o processo do desenvolvimento sustentável, agregando esforços nacionais e internacionais para produzir conhecimento, tecnologias inovadoras e educação das futuras gerações, mitigando e superando as fragilidades sociais, econômicas e ambientais da sociedade contemporânea.

Como desdobramento da visão do HIDS, faz-se necessário explicitar sua missão, apresentada a seguir em cinco eixos:

1. Atrair e agregar esforços e competências, nacionais e internacionais, para a construção e realização de uma agenda colaborativa de geração de conhecimento, em todas as áreas pertinentes para o desenvolvimento sustentável;

2. Promover geração de conhecimento nos grandes temas, como energia, alimento, saúde, urbanismo, meio ambiente, economia e relações sociais que permita o desenvolvimento humano pleno, perene e sustentável;
3. Avaliar processos e tecnologias existentes, incubar novos empreendimentos e propor, pela pesquisa e educação, inovações que permitam as transformações necessárias para o desenvolvimento sustentável;
4. Ser uma célula inovadora tendo a Unicamp como centralidade irradiadora de conhecimento para promover, com Campinas e região, a criação de um **distrito sustentável modelo** (uma semente para uma cidade criativa) com impacto diretor local e regional;
5. Definir e operacionalizar uma governança que viabilize sua missão, por meio de um modelo que o torne sustentável financeira e economicamente.

Em particular, a quarta componente, que trata da proposição de criar um distrito sustentável modelo no entorno da Fazenda Argentina, tem como inspiração iniciativas internacionais já colocadas em prática e condizentes com o conceito da sustentabilidade. Um dos exemplos é HafenCity, um bairro em um distrito da cidade de Hamburgo (Alemanha) com 2,4 milhões de metros quadrados (240 hectares). A HafenCity é um projeto (estabelecido em 2008) para revitalizar uma parte do antigo porto de Hamburgo, com a construção de uma rede hoteleira, lojas, prédios de escritórios e áreas residenciais em um projeto de uso misto harmonicamente integrado do ponto de vista urbano e arquitetônico. Trata-se do maior projeto de revitalização urbana da Europa. Quando finalizado, entre 2025 e 2030, a HafenCity deverá contar com 12 mil moradores e gerar 40 mil empregos.

Os projetos urbanísticos de bairros e distritos sustentáveis do futuro devem contemplar um arranjo físico-territorial de uso misto onde as diferentes atividades possam estar integradas às econômicas neles exercidas. É neste contexto, inspirado em exemplos

como a HafenCity, que o HIDS pode ser um indutor da criação de um distrito sustentável modelo, tendo a Unicamp como centro irradiador de conhecimento e alinhada com as estratégias urbanas delineadas pelo município de Campinas, através de uma parceria bem estabelecida.

A estrutura pensada para o *hub*, objeto desta proposta, está alicerçada na participação e cooperação efetiva de instituições que irão, de fato, atuar no HIDS e compartilhar de sua estrutura para que as ações que nele se desenvolvam se concretizem em resultados consistentes com sua visão e missão. Se o HIDS é concebido para comportar a presença de várias instituições, seu sucesso dependerá, naturalmente, da sua governança e do modelo de financiamento para suportá-lo e, sendo assim, é de fundamental importância, também, que ele possa ser edificado sobre uma base jurídica que admita a governança e o modelo de financiamento desejados.

Buscando atender à essa premissa, em 2020, por meio de um Convênio¹⁶, foi criado o Conselho Consultivo Fundador do HIDS, uma instância consultiva à qual todas as decisões sobre o HIDS serão submetidas para discussão e conhecimento, com objetivo de contribuir na definição das atividades que poderão integrar o HIDS e nortear seu planejamento e a construção de sua governança. Hoje, o Conselho agrupa 14 instituições: a Prefeitura Municipal de Campinas, o Governo do Estado de São Paulo, Unicamp, PUC-Campinas, Facamp, CNPEM, Embrapa, CPQD, TRB Pharma, Cargill, Cariba Empreendimentos e Participações, Instituto Eldorado – todas presentes na área de planejamento –, e ainda a CPFL e a Sanasa. O Convênio é um acordo guarda-chuva (sem investimentos e custos financeiros) entre as instituições que formam o Conselho Consultivo do HIDS, podendo abrigar acordos bilaterais, trilaterais ou multilaterais entre elas. A assinatura desse Convênio formalizou a existência do HIDS, constituindo um marco fundamental para firmar os alícerces que permitirão a continuidade do projeto.

¹⁶ Convênio para criação do Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS). Disponível em: <http://www.hids.unicamp.br/wp-content/uploads/2020/12/CONVENIO-Criacao-do-Hub-Internacional-para-o-Desenvolvimento-Sustentavel-para-Campinas-HIDS-109893-dez2020.pdf>.

19.6 O HIDS como um Complexo de Laboratórios Vivos

A visão e a missão propostas para o HIDS exigem o estabelecimento de uma estrutura que suporte a transversalidade requerida para esta iniciativa – lembrando que a visão deste hub diz respeito a contribuir para o desenvolvimento sustentável, um conceito amplo e que abraça a interação e a totalidade das ações humanas em suas diversas áreas. Uma abordagem baseada no conceito de Laboratórios Vivos (ou *living labs*) nos pareceu apropriada para atender a visão e a missão do HIDS na medida em que eles representam uma nova maneira de organizar atividades de inovação, enfrentando desafios socioeconômicos paralelos e oportunidades tecnológicas.

Não há um consenso sobre a definição de Laboratório Vivo, mas, nas diversas definições sobre o tema, alguns conceitos sempre aparecem: múltiplos *stakeholders*, cocriação, inovação e contexto de vida real. Em uma abordagem mais prática, um Laboratório Vivo pode ser definido como um local físico ou ambiente virtual onde diferentes atores formam as chamadas parcerias 4P (*public-private-people partnerships*), envolvendo empresas, agentes públicos, universidades, institutos de pesquisa e usuários em um sistema de colaboração para criação, prototipação, validação e teste de novas tecnologias, serviços, produtos e sistemas em contextos de vida real (LUCCHESI e RUTKOWSKI, 2019). Pode ser aplicado em escalas de cidades, regionalidades, áreas rurais ou em redes colaborativas virtuais, agregando diferentes experimentos para modos de vida sustentáveis. Universidades têm participado de laboratórios-vivos, laboratórios vivos urbanos, projetos de “reforma urbana” e “ciência cidadã”, abordagens que têm em comum a participação de agentes sociais e foco na produção de soluções e de conhecimento para um local geográfico específico, integrando diferentes formas de conhecimentos e saberes da sociedade (TRENCHER *et al.*, 2017; KONIG e EVANS, 2013).

Com base em um conceito de inovação aberta e em processos de cocriação, um Laboratório Vivo integra processos de pesquisa e inovação em um contexto de parcerias público-privadas, operando em

ambientes/territórios e comunidades de “vida real”. Esta abordagem permite avaliar o desempenho de um produto/tecnologia a partir da sua adoção potencial pelos usuários de determinado território e fazer projeções para sua adoção em termos globais.

Nesse sentido, o HIDS pode servir como um território de testes de tecnologias e/ou produtos que auxiliem no cumprimento dos 17 ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) da ONU, com forte potencial para encomendas específicas de governos dos diversos níveis. Alguns exemplos de Laboratório Vivos que já estão sendo idealizados no HIDS têm como tema: água, energia, ciclo do alimento, biodiversidade, segurança sem muros, saúde e bem-estar, avaliação de sustentabilidade, direitos humanos, lixo zero, entre outros.

Para colocar esse modelo em prática será fundamental mobilizar as demais instituições do Conselho Consultivo do HIDS no sentido de criar parcerias e sinergias e ainda atrair outros parceiros interessados em desenvolver tecnologias na abordagem do Laboratório Vivo. Entre as atividades necessárias para isso estão: diagnóstico do território do HIDS frente aos indicadores dos ODS; levantamento de demandas tecnológicas frente ao cenário alvo, identificação de parceiros críticos, identificação de projetos prioritários e inclusão no planejamento do plano diretor do HIDS.

19.7 Planejamento do HIDS

Norteado pelo princípio fundamental da sustentabilidade, o HIDS estabeleceu seis componentes que atuam como diretrizes de planejamento e trabalho, visando à implementação deste projeto. Essas componentes são compostas por grupos de profissionais das entidades participantes do HIDS que lhe conferem um caráter técnico-interdisciplinar e ajustado às diferentes demandas ambientais, sociais, econômicas e jurídicas que caracterizam este empreendimento. Entre os resultados do trabalho destes componentes estão: um diagnóstico do patrimônio socioambiental do território do HIDS; estudos do território, estudos

de casos internacionais e elaboração de cenários para a elaboração do plano diretor do HIDS; uma proposta de modelo de governança e de modelo de negócios.

As sete componentes de planejamento do projeto são:

1. Projeto físico-espacial: O projeto físico-espacial do HIDS está sendo elaborado em três frentes de trabalho paralelas e complementares:

- Uma equipe formada por pesquisadores e professores dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da Unicamp das áreas de Engenharia Civil, Ecologia Urbana e Demografia e pelos 15 alunos do novo Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia Civil da FEC-Unicamp¹⁷, com o apoio da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), da Unicamp, vem estudando, desde 2020, diretrizes de uso e ocupação para as áreas atualmente não utilizadas ou com uso agrícola, bem como desenvolver propostas para o melhoramento das áreas já ocupadas. Além disso, esse grupo conta com a colaboração de professores da área de Urbanismo da PUC Campinas para discutir questões conceituais relativas ao planejamento da área.
- O Korean Research Institute for Human Settlements (KRIHS)¹⁸ está sendo contratado pelo BID, como parte da Cooperação Técnica (itens 19.8 e 19.9) estabelecida entre o Banco, a Unicamp e a Prefeitura de Campinas, para desenvolver o desenho físico e espacial do HIDS¹⁹.
- O BID irá contratar também uma empresa local de planejamento urbano para desenvolver o projeto em colaboração com a equipe local e para ser a interface entre a equipe brasileira e o KRIHS.

¹⁷ Especialização AU/EC 2020-21: Arquitetura, Urbanismo e Engenharia Civil | FEC Unicamp: <https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fsites.google.com%2Funicamp.br%2Fespecializacaoaec&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHGG6fKh485TUtmuKPTfhOA6KWyRw>

¹⁸ Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS): <http://eng.krihs.re.kr>

¹⁹ Cooperação Técnica (BR-T1430): <http://www.hids.unicamp.br/wp-content/uploads/2020/04/TC-Document-BR-T1430vf-1.8.2020.pdf>

- 2. Patrimônio Ambiental e Sociocultural:** responsável pelo levantamento do patrimônio socioambiental do HIDS, sendo composta por profissionais que cobrem diversas especialidades e pertencem a diversas instituições públicas e privadas, como a Unicamp, PUC-Campinas, Embrapa, Cargill, CPQD e Prefeitura Municipal de Campinas. Sua missão é, em um primeiro momento, produzir um diagnóstico preciso dos elementos que compõem o patrimônio biológico, geológico, arqueológico, antropológico, histórico e social do HIDS e, em um segundo momento, elaborar um projeto de gestão voltado para a valorização desse patrimônio e sua inserção no cotidiano dos futuros usuários do HIDS, de modo a colocar em prática o conceito de sustentabilidade no projeto.
- 3. Modelo Jurídico:** tem por objetivo preparar modelos normativos hábeis a institucionalizar o HIDS como uma entidade capaz de atuar de modo autônomo, bem como de organizar o espaço urbano de seu território, com possibilidade de os *stakeholders* obterem benefícios decorrentes não só da serendipidade, mas também de extra fiscalidades.
- 4. Modelo de Negócios:** responsável por identificar áreas nas quais seja possível desenvolver sinergias de forma a articular a atuação dos participantes no sentido de permitir a maior cooperação possível entre os atores e obter externalidades positivas para todos os participantes do HIDS, tal como o desenvolvimento de infraestrutura, facilidades legais e um ambiente favorável para o objetivo maior do HIDS, que é a inovação e a sustentabilidade, seja por meio da educação, do desenvolvimento tecnológico e social e das ações empreendedoras.
- 5. Avaliação de Sustentabilidade:** deve propor uma metodologia (plataforma) para a avaliação de sustentabilidade do HIDS; aplicar esta metodologia para as outras componentes de planejamento do HIDS e propor a implementação de uma estratégia para tornar perene o Laboratório Vivo de Avaliação de Sustentabilidade no HIDS.
- 5. Governança:** A componente governança é responsável por definir, estabelecer e colocar em operação do modelo de governança

do HIDS, desde a sua etapa de conceituação, até a sua devida operação, garantindo ritmo e assertividade aos objetivos do projeto.

7. **Comunicação:** responsável pela proposição de uma estratégia de comunicação inovadora para promover o HIDS) de modo a divulgar a importância dessa iniciativa para um público amplo. Em uma primeira etapa o foco é estabelecer uma comunicação a serviço do Conselho Consultivo do HIDS, ampliar a visibilidade sobre o projeto, gerando engajamento e articulação entre os diversos públicos, por meio de uma narrativa sobre sustentabilidade, geração de valor e o desenvolvimento de laboratórios vivos nesse território.

Entre os resultados do trabalho destas componentes estão: um diagnóstico do patrimônio socioambiental do território do HIDS; estudos do território, estudos de casos internacionais e elaboração de cenários para a elaboração do plano diretor do HIDS; uma proposta de modelo de governança e de modelo de negócios.

19.8 Espaços do Conhecimento

A proposta de criar um hub para o desenvolvimento sustentável a partir da Fazenda Argentina nasceu do engajamento da Unicamp com as metas *Agenda 2030* da ONU. Este compromisso está representado no Plano Diretor Integrado da Unicamp, no estabelecimento de metas de sustentabilidade para os campi da Universidade, avaliados anualmente no *ranking UI GreenMetric*²⁰ e em projetos como o Campus Sustentável – Unicamp.

Inspirado em conceitos que balizaram a criação de parques tecnológicos e distritos de inovação em todo o mundo, espera-se que o HIDS possa avançar e se constituir em um espaço de conhecimento, por meio da inclusão de novas funções como habitação, espaços de lazer, culturais e educacionais, ou um *hub* de inovação de terceira geração.

²⁰ Em 2020 a Unicamp ficou em 100º lugar no ranking mundial *UI Green Metric* e em terceiro lugar entre as universidades brasileiras. Fonte: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2020>.

Esses espaços têm entre suas características o foco nas pessoas, o sentido de comunidade e a serendipidade, que consiste em criar oportunidades de encontros que podem promover novas interações e fertilizações cruzadas. No lugar de um território alijado da dinâmica urbana da cidade, espera-se que o planejamento do HIDS resulte na criação de um espaço integrado à cidade de Campinas; um cluster de inovação, resultado da associação entre universidades, centros de pesquisa, empresas, poder público e iniciativa privada, contendo não apenas escritórios, mas também comércio, habitação, indústrias não poluentes e espaços livres para a convivência social. (CELANI, BERNARDINI e VAZ, 2021)

A proposta de ocupação e uso do solo do Polo II do Ciatec vem sendo discutida há mais de 30 anos na cidade de Campinas. Ainda segundo Celani, Bernardini e Vaz, a aquisição da Fazenda Argentina pela Unicamp e a proposição do HIDS adicionam novos elementos e possibilidades para toda a área, estimulando a integração entre as diferentes instituições lá presentes, atraindo novos atores e introduzindo novos conceitos de urbanismo mais condizentes com a *Agenda 2030* da ONU. A proposição do HIDS se coloca como uma oportunidade única para a criação de um novo paradigma de urbanização – inovador e ousado – que poderá servir de modelo a novos pólos de desenvolvimento tecnológico que estão surgindo em inúmeras cidades brasileiras.

Referências

CELANI, M. G. C.; BERNARDINI, S. P.; VAZ, C. E. V. O HIDS como um novo paradigma de urbanização. *Correio Popular*, 18 abr. 2021. Disponível em: <http://www.hids.unicamp.br/o-hids-como-um-novo-paradigma-de-urbanizacao/>.

DAVIS, A. B. *Innovation Districts: economic development, community benefits and the public realm*. Submitted to the Department of Urban Studies and Planning in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in City Planning and Master of Science in Real Estate Development at the Massachusetts Institute of Technology. Junho, 2015. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/98929>.

DEPI UNICAMP. *Artigo conceitual: Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável – HIDS*. Diretoria Executiva de Planejamento Integrado da Unicamp, 2019. Disponível em: <http://www.hids.unicamp.br/wp-content/uploads/2019/03/HUB-Conceptual-Paper-Portuguese-V16.pdf>.

DI GIORGIO, R. C. Comunicação pessoal. 24 out. 2017.

ENDEAVOR; ENAP. *Índice de Cidade Empreendedoras – Brasil 2020*. Relatório de pesquisa Endeavor e Enap – 2021-02. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bits-tream/1/6097/1/relatorio_ICE_2020.pdf.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The endless transition: a 'Triple Helix' of university industry government relations. *Minerva*, v. 36, n. 3, p. 203–208, 1998.

KISHI,K.Faturamentoanualdasempresas-filhasdaUnicampchegaR\$7,9milhões.*NotíciasInova*, AgênciadeInovaçãoInovaUnicamp,25out.2019.Disponívelem:<https://www.inova.unicamp.br/noticias-inova/faturamento-anual-das-empresas-filhas-da-unicamp-chega-a-r-7-9-bilhoes/>.

KNOBEL, M.; LIMA, M. A. P. Ousadia para um futuro sustentável. *O Estado de S. Paulo*, Opinião, 16 abr. 2021. Disponível em: <https://opiniao.estadao.com.br/noticias/espaco-aberto,ousadia-para-um-futuro-sustentavel,70003682749>.

KONIG, A.; EVANS, J. (2013) Experimenting for sustainable development? Living laboratories, social learning and the role of the university. In: KONIG, A. (Ed.). *Regenerative sustainable development of universities and cities: the role of the living lab*. Cheltenham: Edward Elger, p 1–24, 2013.

LUCCHESI, G.; RUTKOWSKI, E. Living Labs: Science, Society and Co-creation. In: LEAL FILHO, W. et al. (Eds.). *Industry, Innovation and Infrastructure, Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham., 2019.

MESSINA, M. E.; BAER, J. C. *Decoding Silicon Valley*. Redwood City: Decode Publishers, LLC, 2016.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO. PREFEITURA DE CAMPINAS. *Novo Plano Diretor Estratégico*. Campinas, 2018. Disponível em: <https://plano-diretor.campinas.sp.gov.br/>.

TOIVONEN,T;FRIEDERICI,N.Timetodefinewhatahub"reallyis.*StanfordSocialInnovationReview*, abr. 2015. Disponível em: https://ssir.org/articles/entry/time_to_define_what_a_hub_really_is.

TRENCHER, G. et al. Implementing sustainability co-creation between universities and society: a typology-based understanding. *Sustainability*, v. 9, 594, 2017.

YOUTIE, J.; SHAPIRA, P. Building an innovation hub: a case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. *Research Policy*, v. 37, n. 8, p. 1188–1204, 2008.

Sites consultados

AGÊNCIA PAULISTA DE PROMOÇÃO DE INVESTIMENTOS E COMPETITIVIDADE – INVESTSP. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/por-que-sp/inovacao-ciencia-e-tecnologia/parques-tecnologicos/>.

CONNECTED SMART CITIES. Disponível em: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>
DIRETORIA EXECUTIVA DE PLANEJAMENTO INTEGRADO (DEPI UNICAMP. Disponível em: www.depi.unicamp.br.

ESPECIALIZAÇÃO AU/EC 2020-21: ARQUITETURA, URBANISMO E ENGENHARIA CIVIL | FEC UNICAMP. Disponível em: <https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fsites>.

google.com%2Funicamp.br%2Fespecializacaoaec&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHGG6fKh-485TUtmuKPTfhOA6KWyRw.

FUNDAÇÃO FÓRUM CAMPINAS INOVADORA/PORTAL REGIÃO CAMPINAS. Disponível em: <https://regiaocampinas.org.br/nossas-empresas/>.

HUB INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (HIDS). Disponível em: www.hids.unicamp.br.

ÍNDICE DE CIDADES EMPREENDEDORAS 2020. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/6097/1/relatorio_ICE_2020.pdf.

KENDAL SQUARE INNICIATIVE. Disponível em: <https://kendallsquare.mit.edu/>.

KOREA RESEARCH INSTITUTE FOR HUMAN SETTLEMENTS (KRIHS). Disponível em: <http://eng.krihs.re.kr>.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>.

PLATAFORMA AGENDA 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. Disponível em: www.campinas.sp.gov.br.

PROJETO FÍSICO-ESPACIAL DO HUB INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <https://sites.google.com/unicamp.br/hidsmasterplan>

THE WORLD BANK. *Master Planning*. Disponível em: <https://urban-regeneration.worldbank.org/node/51>

UI GREEN METRIC – WORLD UNIVERSITY RANKING. Disponível em: <https://greenmetric.ui.ac.id/>



SEÇÃO V

Parcerias/ Entrevistas

Introdução

Nesta última seção são expostas algumas das principais parcerias do Campus Sustentável – Unicamp, começando pela própria Instituição. Sem querer desassociá-la das seções anteriores, esta quinta se estrutura um pouco diferente, pois assume o gênero entrevista. São conteúdos produzidos durante 2020 e 2021, trazendo seis visões de entidades envolvidas com o Laboratório Vivo de Eletricidade da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

A primeira entrevistada é Teresa Atvars, vice-reitora da Unicamp, Gestão 2017-2021, que destaca o compromisso ambiental da Universidade. Conforme a vice-reitora rememora alguns processos que desembocaram na consolidação do Campus Sustentável – Unicamp, também proporciona reflexões acerca da importância das parcerias para a realização de projetos ao encontro do desenvolvimento social. Atvars aponta ainda para a articulação dos setores internos e o funcionamento político.

Na segunda entrevista, Renata Falcão, superintendente da Eletrobras, ressalta o desempenho das atividades do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel-Eletrobras) com a Unicamp, por meio da parceria do Campus Sustentável – Unicamp. Dentre várias questões, a entrevistada se refere ao recurso financeiro destinado para projetos no âmbito do PAR Procel que trata do Programa de Eficiência Energética regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Em seguida, Renato Povia, diretor de estratégias e inovação da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), explica os investimentos feitos no Campus Sustentável – Unicamp. É nessa terceira entrevista que ocorre uma argumentação sobre os financiamentos por força de lei que fomentam o desenvolvimento de políticas públicas e hierarquias setoriais do mercado de eletricidade nacional.

O diálogo seguinte fica por conta da parceria da Unicamp com a Organização Latino-americana de Energia (Olade). É Alfonso Bonilla, secretário executivo da Olade, quem fala das projeções oriundas dos trabalhos do Laboratório Vivo de Eletricidade – Unicamp e suas ramificações. Além de conhecer, saber um pouco mais dessa organização internacional, a Olade é apresentada também como estratégia de crescimento do Campus Sustentável – Unicamp, principalmente nos países latino-americanos e caribenhos.

Posteriormente, Mário Sarraipa, diretor da Escola Telêmaco Melges, comenta a performance esperada do Programa Interdisciplinar de Extensão Olhos no Futuro, subprojeto do Campus – Unicamp. Segundo o diretor, o Olhos no Futuro se integra ao currículo escolar e potencializa o processo de ensino-aprendizagem daquela comunidade. Destaca-se que a parceria do Campus Sustentável – Unicamp com a Escola Telêmaco destoa um pouco dessas mencionadas, principalmente pela relação financeira que (não) existe nela.

Por último, Paulo Luciano de Carvalho, superintendente de pesquisa, desenvolvimento e eficiência energética da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), ressalta o apoio da entidade às Instituições de Ensino Superior (IES). O superintendente reforça a importância dos últimos investimentos para o desenvolvimento de trabalhos promissores realizados pelas universidades brasileiras. De acordo com ele, essas instituições de pesquisa já executaram mais de 3 mil projetos ligados ao programa regulado pela Aneel, contando com a participação de mais de 10 mil pesquisadores em todo o Brasil.

Devido o período pandêmico, as entrevistas ocorreram remotamente. Algumas advém de roteiros com perguntas enviados via *e-mail* para os(as) entrevistados(as). Todavia, parte dessas entrevistas possui gravação audiovisual que podem ser consultadas mediante solicitação e aprovação do Campus Sustentável – Unicamp. São profissionais falando em nome das entidades, por isso se considera suas respectivas filiações.

A produção desta seção se ancora no Setor de Comunicação e Divulgação Científica (SCDC) do Escritório de Projetos Especiais Campus Sustentável – Unicamp. Além da coordenadora de comunicação, essa equipe conta com estudantes-bolsistas realizando divulgação dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do referido projeto. A seguir, confira as entrevistas como resultado desta proposta.

Antônio Inácio dos Santos de Paula



Teresa Atvars

Vice-reitora Unicamp (2017-2021)

1. Como foi a origem da ideia da gestão da Unicamp em apoiar a iniciativa Campus Sustentável – Unicamp? Ou seja, como a instituição recebeu essa proposta?

O Planejamento Estratégico (Planes) 2016-2020 estabeleceu que a Sustentabilidade deveria ser um objetivo a ser perseguido por toda a Universidade. Neste sentido, enquanto fui Pró-Reitora de Desenvolvimento Universitário, busquei interagir com todos os órgãos envolvidos com o assunto da energia elétrica, fizemos várias reuniões com a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), até que a Coordenadoria Geral da Unicamp (CGU) na gestão passada assumiu este papel e criou o Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) com uma Câmara Técnica de Energia. Alguns projetos foram implantados. Quando assumi a CGU, recebi as pessoas que atuavam no assunto com um conjunto de problemas na gestão dos projetos e passei a atuar diretamente com os coordenadores, resolvendo os problemas de gestão e facilitando os encaminhamentos institucionais. Este estreitamento das relações deu certo, projetos com mais benefícios para a Unicamp foram aparecendo e passamos a classificar estes projetos como estratégicos, aprovando-os na Comissão de Planejamento Estratégico Institucional (Copei). Neste sentido e buscando dar organicidade aos projetos, o Prof. Luiz Carlos Pereira da Silva cria o *slogan* Campus Sustentável – Unicamp, passando a ajudar a Unicamp nesta área, num diálogo direto com a CGU.

2. A Unicamp já havia realizado algum projeto semelhante o Campus Sustentável – Unicamp? Como foi acomodá-lo na estrutura do funcionamento da instituição?

No passado existiram alguns projetos semelhantes, mas nunca na dimensão que o assunto tomou nestes últimos quatro anos. Por

exemplo, no início dos anos 2000 ocorreu um grande projeto com a CPFL em que foram trocadas as luminárias da Unicamp por lâmpadas mais eficientes. Depois esta iniciativa foi descontinuada. Mais recentemente houve um projeto em que foram trocadas as luminárias dos postes de iluminação, mas neste caso houve um substancial investimento da universidade. Apenas nesta gestão o assunto foi efetivamente alavancado, graças ao trabalho de muitos e a forte liderança do prof. Luiz Carlos. Mas chegou o momento em que precisávamos dar maior institucionalidade ajudando a formar uma equipe técnica da administração, tanto para colaborar na elaboração dos projetos quanto na execução e devido a isto criamos na CGU o Escritório de Projetos Especiais, em que está inserido o Campus Sustentável em Energia. Iniciamos contratação de engenheiros e este Escritório precisa crescer, mas estamos com as dificuldades impostas pela Lei Complementar nº 173 que nos impede de contratar. A ideia é que este Escritório amplie suas funções para buscar recursos externos para a sustentabilidade hídrica e outras.

3. Qual o papel da Unicamp no desenvolvimento do Campus Sustentável - Unicamp?

A base para um projeto deste tipo depende de dois fatores, que atuam sinergicamente: conhecimento (e isto temos com nossos docentes especialistas e com nossos funcionários que estão se qualificando) e gestão, que conseguimos com a parceria entre CGU/Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI)/Campus Sustentável/Prefeitura dos *campi*. Cada um desempenha um papel: a CGU articula, coordena, resolve entraves, ajuda a priorizar projetos; a DEPI desenvolve o Plano Diretor, registra tudo de modo georreferenciado e tem os indicadores de sustentabilidade ambiental; o Escritório/Campus Sustentável busca financiamentos, elabora projetos, submete, negocia, ajuda nas prioridades em função dos editais disponíveis; a Prefeitura dos *campi* colabora, faz acompanhamentos etc. Estamos implantando um modelo com começo-meio-fim, e este modelo é transferível para Prefeituras Municipais, para empresas, para a sociedade. Saímos da teoria para a prática, na minha visão, com as parcerias certas, cada um com seu papel, todos importantes.

4. O Campus Sustentável é um dos projetos entre Unicamp e CPFL no âmbito do P&D ANEEL. Este se destaca pela sua proposta de uso do campus Zeferino Vaz como Laboratório Vivo, como a gestão Unicamp enxerga essa relação de captação de recursos, “auto injeção” e os seus efeitos para a sociedade mais ampla?

É verdade, mas não só isso. A Unicamp toda é um Laboratório Vivo. Em uma das minhas falas para a CPFL eu disse que o único laboratório completo é a universidade, porque além de implantar as tecnologias e gerar os conhecimentos, ela forma os estudantes neste processo. E digo que não só na parceria com a CPFL porque queremos ampliar para outras áreas igualmente importantes, como a das águas. A Unicamp fará isto, por criar o Centro de Águas em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e a Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (Sanasa). E podemos ampliar, para além da CPFL temos outros fornecedores de energia e temos outros tipos de energias renováveis. Precisamos criar uma estratégia para lixo e ampliar a de resíduos, e tudo isto requer, recursos substanciais que no momento não conseguimos aportar com nosso orçamento. Tudo o que fazemos é transferível para a sociedade, na forma direta replicando os projetos, ou na forma indireta formando alunos que atuarão no mundo do trabalho.

5. O Campus Sustentável oportunizou diálogos da Unicamp com outras entidades, exemplo é o processo de aprovação da Organização Latino-americana de Energia (Olade). Como a senhora avalia esse trabalho conjunto de novas parcerias para o desenvolvimento da ciência, mais especificamente da eletricidade?

É verdade. A Unicamp é muito bem vista no exterior e é uma liderança latino-americana. E é muito importante que atuemos decisivamente para ajudar o desenvolvimento da América Latina. Esta é uma excelente iniciativa. O mundo sempre esteve interligado pelo conhecimento. Hoje mais do que nunca isto ocorre. Veja o caso das vacinas. Quem tem protagonismo é quem tem conhecimento? A Unicamp tem este conhecimento e está sendo protagonista.

6. A partir da abordagem realizada nestas perguntas, daquilo que é possível de ser observado dos trabalhos do Campus Sustentável – Unicamp, a senhora conseguiria descrever/projetar um possível cenário de sustentabilidade energética da Unicamp?

Eu acredito que podemos ter sustentabilidade sim, desde que as estratégias tenham continuidade. Mostrei na segunda pergunta que já houve várias iniciativas no passado e elas foram descontinuadas. Espero que o Escritório de Projetos Especiais/Campus Sustentável que criamos na CGU, em conjunto com as Câmaras Técnicas possam garantir a consolidação desta política e a continuidade das ações. Se isto ocorrer, em médio prazo poderemos ser sustentáveis. Mas há desafios e haverá sempre. Temos que encará-los e resolvê-los, com sabedoria e desprendimento.

7. Você pode falar algo que considere importante e não foi sinalizado anteriormente.

Como eu disse antes, este projeto está baseado em conhecimento e gestão. Faltando um, o outro fator terá dificuldades, como vinha ocorrendo. Ganhamos em escala enquanto os dois fatores trabalharam sinergicamente. Uma boa lição aprendida



Renata Leite Falcão

Superintendente de Programas de Governo e
Superintendente Interina de Estratégia Empresarial e
Gestão de Participações (Eletrobras)

1. Qual a origem do diálogo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel-Eletrobras) com a Unicamp pela parceria do Campus Sustentável — Unicamp?

Tomamos conhecimento do projeto Campus Sustentável da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em um evento realizado pela Universidade. Na ocasião, o Procel também apresentou o funcionamento da sua atual governança e como as instituições de ensino poderiam acessar as oportunidades oferecidas pelo Programa. Posteriormente, a Unicamp apresentou formalmente a proposta do projeto “Campus Sustentável”, associada às ações de eficiência que poderiam ser apoiadas pelo Procel, na consulta pública do Ministério de Minas e Energia (MME) que tratou, preliminarmente, das propostas para elaboração do 3º Plano de Aplicação de Recursos do Procel (PAR Procel). Essa proposta foi aprovada e priorizada pela governança do Programa e posteriormente se converteu em convênio de cooperação técnica entre as instituições.

2. O Procel-Eletrobras já havia colaborado com projetos semelhantes ao Campus Sustentável – Unicamp?

O Procel possui um longo histórico de iniciativas voltadas para as universidades brasileiras. Tais iniciativas vão desde a capacitação laboratorial, criação de centros de excelência em eficiência energética e aplicações de tecnologias nos *campi* universitários em diversas regiões do país, utilizando o conceito de Laboratório Vivo. Ao todo, foram mais de 80 convênios desenvolvidos com esses propósitos. Semelhante ao Projeto Campus Sustentável,

destaca-se a atuação do Procel na criação do Centro de Excelência em Iluminação Pública (CEIP) com a PUC-RS em 2005 e na iniciativa de avaliar sistemas de iluminação pública com tecnologia a LED em conjunto com a Universidade Federal de Juiz de Fora em 2009. Mais recentemente, também no âmbito do 3º PAR Procel, foi celebrado o convênio com o Centro de Excelência em Energia do Acre (CEEAC), localizado no campus da UFAC, para promover ações que possam melhorar o desenvolvimento de projetos em iluminação pública na região Norte do país.

3. Qual o papel do Procel-Eletrobras no desenvolvimento do Campus Sustentável – Unicamp?

O Procel tem o papel de levar a sua experiência em projetos de eficiência energética em sistema de iluminação pública e com apoio da Unicamp, desenvolver aplicações para telegestão do sistema e associá-las ao conceito de “cidades inteligentes”. O ambiente acadêmico extremamente rico em conhecimento e a diversidade de serviços no campus universitário da Unicamp são pontos extremamente favoráveis para simular a complexidade das cidades brasileiras e assim desenvolver soluções replicáveis para os entes federativos no país, aprimorando as políticas públicas voltadas para esse segmento.

4. Como é o trabalho entre o Procel-Eletrobras e a Unicamp, especificamente com o Campus Sustentável? Ou seja, de que modo o referido programa se relaciona mais pragmaticamente com a iniciativa?

As ações são voltadas para o desenvolvimento de soluções para cidades inteligentes, tendo a telegestão da iluminação pública como protagonista. Para o alcance desse resultado é necessária uma rotina de gestão do convênio e tratativas operacionais/administrativas para acompanhamento das metas físicas que envolvem, contratações de serviços, especificações de produtos, implantação das soluções, análise de relatórios, entre outros. É esperada também uma grande troca de conhecimento técnico,

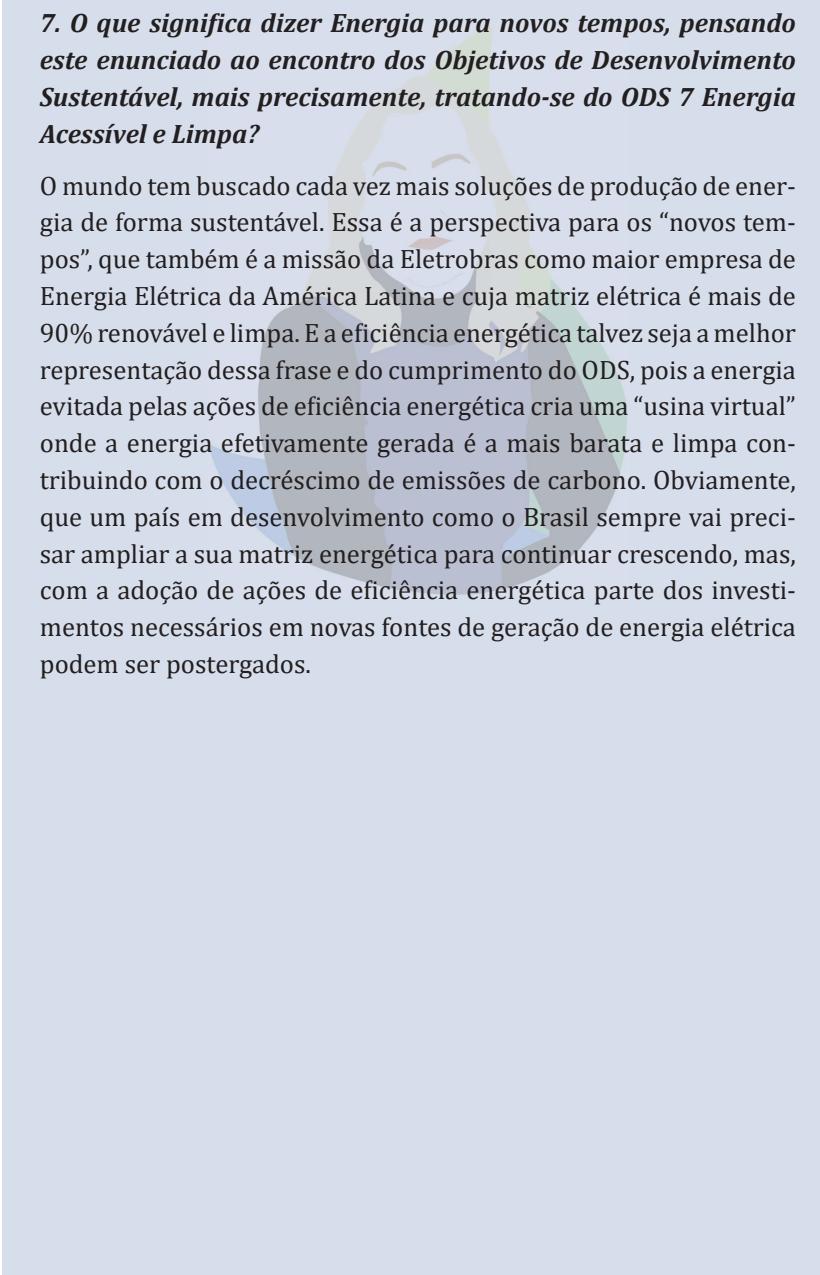
dado o interesse mútuo no desenvolvimento do projeto. Da parte do Procel, a equipe técnica responsável deve contribuir com a experiência de quase 20 anos na implementação de projetos de iluminação pública, com uma visão das reais dificuldades enfrentadas pelos municípios brasileiros nesse segmento. Assim, a relação do Procel com essa iniciativa do Campus Sustentável traz a missão de mitigar as dificuldades enfrentadas pelas municipalidades, acelerando a aplicação do conceito de cidades inteligentes em maior escala no Brasil.

5. De onde vem o investimento financeiro aplicado pelo Procel-Eletrobras no Campus Sustentável – Unicamp?

Renata Leite Falcão: O recurso financeiro para todos os projetos no âmbito do PAR Procel está previsto na Lei nº 13.280/2016, que no que lhe concerne altera a Lei nº 9.991 que trata do Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL.

6. Na busca de alternativas para problemas latentes do setor brasileiro de eletricidade, como o Procel-Eletrobras enxerga a relação entre políticas públicas nacionais e o empenho das instituições técnicas/científicas? Ou seja, como o Procel comprehende esse funcionamento?

Os Programas de Governo no setor elétrico, como o Procel, desenvolveram uma *expertise* relevante para auxiliar o MME na implementação de políticas públicas e capacidade de identificar soluções práticas para reduzir as barreiras de mercado. Isso permite um desenvolvimento mais acelerado do setor que muitas vezes é almejado pelos instrumentos de planejamento. No caso da Eficiência Energética, destaca-se o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), com diretrizes para redução do consumo de energia até 2030. Nesse sentido, a atuação do Procel, na execução de ações de eficiência energética, e da academia, provendo pesquisa básica e desenvolvimento científico, tem sido determinante para que os resultados sejam alcançados.



7. O que significa dizer Energia para novos tempos, pensando este enunciado ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, mais precisamente, tratando-se do ODS 7 Energia Acessível e Limpa?

O mundo tem buscado cada vez mais soluções de produção de energia de forma sustentável. Essa é a perspectiva para os “novos tempos”, que também é a missão da Eletrobras como maior empresa de Energia Elétrica da América Latina e cuja matriz elétrica é mais de 90% renovável e limpa. E a eficiência energética talvez seja a melhor representação dessa frase e do cumprimento do ODS, pois a energia evitada pelas ações de eficiência energética cria uma “usina virtual” onde a energia efetivamente gerada é a mais barata e limpa contribuindo com o decréscimo de emissões de carbono. Obviamente, que um país em desenvolvimento como o Brasil sempre vai precisar ampliar a sua matriz energética para continuar crescendo, mas, com a adoção de ações de eficiência energética parte dos investimentos necessários em novas fontes de geração de energia elétrica podem ser postergados.



Renato Povia

Diretor de Estratégia e Inovação da CPFL

1. Qual a origem do diálogo da CPFL Energia com a Unicamp na parceria de apoio ao Campus Sustentável – Unicamp?

Unicamp e CPFL possuem relacionamento de longa data. Juntos já realizamos dezenas de projetos, que somam mais de R\$ 100MM em investimentos. Os temas prioritários são Inovação e Eficiência Energética. Quando a ANEEL lançou a Chamada Prioritária de Eficiência Energética e Estratégica de P&D 001/2016 da ANEEL para instituições públicas de ensino superior”, nós sabíamos ser uma oportunidade de avançar na parceria. A CPFL fez uma chamada de projetos em suas áreas de concessão e a proposta da Unicamp foi selecionada pela CPFL Paulista. O projeto foi apresentado na ANEEL e aprovado para execução, somando-se a outras ações que a Unicamp e CPFL já desenvolviam.

2. A CPFL Energia já havia colaborado com projetos semelhantes ao do Campus Sustentável – Unicamp?

Sim, no âmbito da mesma Chamada, a CPFL desenvolveu projetos semelhantes com a Universidade Federal de Santa Maria (RS) e o Instituto Federal de São Paulo campus Boituva. Também foram desenvolvidas ações de eficiência energética, capacitação e consumo consciente de energia. Além disso, são diversos projetos desenvolvidos em parceria, como Telhados Solares, *Microgrid* e *Emotive*.

3. Qual o papel da CPFL Energia no desenvolvimento do Campus Sustentável – Unicamp?

A CPFL é a empresa proponente do projeto para a ANEEL e responsável pela gestão técnica e financeira. Cabe à CPFL monitorar e fiscalizar o cumprimento das etapas do projeto, bem como a gestão das entidades executoras e parceiros envolvidos. Além disso, a empresa contribui com *know-how* técnico para o desenvolvimento de algumas atividades relacionadas ao sistema elétrico de potência.

4. Como é o trabalho entre a CPFL Energia e a Unicamp, especificamente com o Campus Sustentável – Unicamp? Ou seja, de que modo a empresa se relaciona mais pragmaticamente com a iniciativa?

O Campus Sustentável Unicamp faz parte do Laboratório Vivo construído pela CPFL em parceria com a Unicamp no Distrito de Barão Geraldo, onde temos iniciativas de geração distribuída, mobilidade elétrica e armazenamento de energia. Especificamente o Campus Sustentável simula o universo de uma mini cidade, onde é possível a CPFL monitorar o comportamento da rede elétrica inteligente e aprimorar seus procedimentos operativos e contribuir com a regulação do setor elétrico. Além disso, a capacitação de profissionais pelo projeto prepara a CPFL e a sociedade para as novas tecnologias.

5. De onde vem o investimento financeiro aplicado pela CPFL Energia no Campus Sustentável – Unicamp?

Vem dos Programas de Eficiência Energética (PEE Aneel) e Inovação (P&D Aneel).

6. Quais são os benefícios que a CPFL tem ao se relacionar com esse tipo de políticas públicas?

A Lei nº 9.991 de 24/07/2020 dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Define que 1%, somando P&D e PE do faturamento das empresas concessionárias de serviços públicos de fornecimento de eletricidade sejam investidos metade em eficiência energética (0,5%) e o outros 0,5% em inovação. A ANEEL regulamenta essa lei definindo como esses projetos podem ser feitos, ou seja, como esse recurso pode ser aplicado. Nós temos o manual de inovação, P&D e PEE, para que os agentes, cada uma das empresas do setor elétrico possa fazer esse investimento, mas esse é um recurso que fica de posse da CPFL para fazer o melhor investimento possível, a melhor alocação possível desse recurso. Então com base nas regras definidas pela ANEEL, a

CPFL escolhe os seus projetos, faz o seu processo de seleção e define a melhor estratégia para esse investimento. É nesse contexto todo que surge um projeto, por exemplo, como o Campus Sustentável.

7. A Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) está subordinada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)?

Não é exatamente subordinada. A ANEEL é a agência que define as regras do setor [energético]. Mas a CPFL não é subordinada a ANEEL. Claro, a ANEEL regulamenta o setor na totalidade, então define as regras de funcionamento. A ANEEL que faz a concessão de serviço público. Já o grupo CPFL é detentor de algumas das concessões, por exemplo, a Distribuição da CPFL Paulista que distribuiu energia no interior do Estado de São Paulo. Então essa concessão está sujeita as regras que ANEEL define para o setor, mas não é uma subordinação direta.

8. Na busca de alternativas para problemas latentes do setor elétrico brasileiro, como a CPFL Energia enxerga a relação entre políticas públicas nacionais e o empenho das instituições técnicas/científicas? Ou seja, como a empresa comprehende esse funcionamento?

O setor elétrico tem um papel social importante, com grande impacto na vida de toda a população. A correta gestão desses recursos e a modernização contínua do setor são responsabilidades que a concessionária de energia compartilha com todos os agentes. Em especial centros de excelência como a Unicamp, podem e devem contribuir para o desenvolvimento e aplicação de tecnologia nacional que possa melhorar a qualidade e confiabilidade dos serviços ligados à energia.

9. Além das iniciativas apoiadas, a CPFL desenvolve algum trabalho próprio voltado para a sustentabilidade energética?

A CPFL tem compromissos públicos assumidos até o ano de 2024. Então, um deles, por exemplo, é esse ligado ao recurso do investimento em hospitais. Teste energético em hospitais. Mas tem vários

outros de apoio à sociedade, de redução de emissão de carbono até a matriz mais limpa, são vários compromissos. Inclusive isso está público, disponível no nosso site.

10. Ao encontro do planejamento, como a CPFL tem se organizado para distribuir da melhor forma esses recursos?

No caso do recurso de eficiência energética, dos projetos de eficiência energética, existe prioritariamente uma chamada pública de projetos, nos quais qualquer agente pode se inscrever e submeter projetos, e as regras também são definidas em grande parte pela ANEEL, mas a distribuidora também pode definir alguns temas prioritários, por exemplo, como nós temos no grupo CPFL tema de hospitais, ligado a saúde e também no Campus Sustentável, parceria com a Unicamp, portanto, o tema de educação. Então são algumas das Bandeiras prioritárias para CPFL.

No caso de P&D nos recursos de inovação, o foco está muito mais em escolher quais as tecnologias principais que podem transformar o setor e que, portanto, deveriam ser prioritárias na hora de fazer o investimento.

Tudo isso que estou falando é do programa na totalidade, mas em especial para o projeto do Campus Sustentável, a ANEEL entendendo a prioridade do tema de educação e a possibilidade de aportar, usar esses recursos para beneficiar instituições de ensino, lançou a Chamada Prioritária 001 para o tema de Educação para Instituições de Ensino Federal. Então foi uma iniciativa da ANEEL de definir, dar essa prioridade para esse público para esse tipo de entidade. A CPFL organizou, identificou, desenhou e submeteu esses projetos a avaliação da ANEEL, onde os projetos foram aprovados, por exemplo, esse do Campus Sustentável da Unicamp.

11. Algo mais a dizer?

Acreditamos muito nesse tipo de projeto, com ampla colaboração entre agentes públicos e privados para melhorar a vida da população. Que venham mais projetos como esse.



Numar Alfonso Blanco Bonilla

Secretário executivo da Organização Latino-Americana de Energia (Olade)

1. O que é a Organização Latino-americana de Energia (Olade) e como ela tem se relacionado com o setor energético brasileiro?

A Olade é uma organização intergovernamental internacional que busca o desenvolvimento do setor energético de seus 27 países membros. O Brasil é um dos países membros da nossa organização com os quais mantemos uma relação muito fluida de diálogo e trabalho conjunto através do exemplo de projetos e da participação de seus delegados em nossos órgãos de governança. A presença do Brasil na região é e sempre será relevante, não só pelo tamanho de sua economia, mas fundamentalmente por ser pioneira em muitas áreas do setor energético, marcando uma rota para os demais países da região.

2. Qual é a origem do diálogo da Olade com a Universidade Estadual de Campinas através da aliança com o Campus Sustentável - Unicamp? Em outras palavras, como surgiu esse link?

O vínculo foi produzido por meio de profissionais vinculados na época à Olade representando o Brasil e que atualmente desenvolvem atividades com a Unicamp, refiro-me ao Ubiratan F. Castellano.

3. A Olade já havia colaborado com projetos semelhantes ao Campus Sustentável - Unicamp?

A Olade vem desenvolvendo alguns projetos na região relacionados à eficiência energética e energia sustentável. O projeto Campus Sustentável da Unicamp é o primeiro do gênero em que participamos.

4. Qual é o papel da Olade no desenvolvimento do Campus Sustentável – Unicamp?

O conhecimento e a experiência que surgem como resultado da execução deste projeto devem ser conhecidos pelo conglomerado energético para poder ser reproduzido em outros espaços dentro e fora do Brasil. Nesse contexto, o papel da Olade no projeto é apoiar seu desenvolvimento e facilitar a divulgação de seus resultados para a internacionalização do modelo Campus Sustentável – Unicamp na América Latina e no Caribe.

5. Como a Olade se posicionou em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nº 7 Energia Limpa e Acessível?

O trabalho da Olade está focado nas principais questões que ocupam a atenção do setor energético ao nível regional e global. Trata-se de questões como acesso, descarbonização da matriz energética por meio da incorporação de fontes limpas e renováveis, eficiência energética e eletromobilidade, sem negligenciar a equidade de gênero e a integração energética regional, tudo isso em um contexto de desenvolvimento sustentável respeitando as realidades de cada país, sua disponibilidade de recursos naturais e o impacto nas economias locais e no desenvolvimento social.

6. Diga algo que você considera importante e que não tenha sido abordado nas questões anteriores.

O Acordo firmado com a Unicamp, marca um novo caminho nas relações que podem ser geradas entre a academia e organizações internacionais como a Olade, com a qual podem ser identificados objetivos comuns e espaços de ação que podem ser complementados através do desenvolvimento de projetos conjuntos.



Mário Ferreira Sarraipa

Diretor da Escola Estadual
Dr. Telêmaco Paioli Melges

1. Conta um pouco da origem do diálogo da Escola Estadual Dr. Telêmaco Paioli Melges (EETPM) com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mais especificamente com o Campus Sustentável – Unicamp?

A história projeto do Campus Sustentável na Escola Telêmaco antecede a minha gestão. A primeira interlocução ocorreu por meio da Cíntia, ex-coordenadora pedagógica. Ela que teve esse contato com a Unicamp. Foi com ela que diálogo se iniciou entre a Escola Telêmaco e o projeto Campus sustentável – Unicamp acredito que em 2019.

2. A Escola já havia participado de algum projeto como essa proposta do Campus sustentável – Unicamp?

Não tivemos outros projetos vinculados a história do Campus Sustentável e a Escola Telêmaco. Mas a escola tem um histórico de trabalhar como essa questão de reciclagem, cuidando do meio ambiente. Há uma atuação muito forte dos professores, já tivemos uma horta constituída e alguns eventos. Exemplo é o trabalho da Carolina, professora de sociologia, abordando reciclagem e as cooperativas de reciclagem.

3. Alguma dessas iniciativas era resultado de parceria, por exemplo, com outras universidades?

Que eu me lembre não! Isso era mais iniciativa dos professores daqui. Grande parte dos nossos professores são ex-alunos da Unicamp. Então, sempre, estavam envolvidos com a Unicamp. A sustentabilidade faz parte do Currículo Educacional. Então, isso está no currículo, tanto do fundamental quanto do médio. Mas nunca nós desenvolvemos um projeto com essa disciplinariedade que está sendo proposta agora pelo Campus Sustentável.

4. Quais possíveis impactos dessa parceria no papel social da Escola Telêmaco?

Esse projeto do Campus Sustentável, apesar de estarmos no segundo ano, ele ainda está em desenvolvimento. Então, o impacto relacionado a esse projeto ainda não chegou aos estudantes. Estamos na fase de interlocução entre professores e estudantes da Unicamp. A aplicação das oficinas vai acontecer agora nesses próximos meses, atendendo o cronograma desenvolvido pela Danúsia Arantes, coordenadora do Olhos no Futuro.

Acredito que tudo que venha trabalhar sustentabilidade é mostrar para nossa comunidade que ela pode ter uma economia com a questão de sustentabilidade, tanto economia financeira como ligada aos gastos desnecessários, ações que possam gerar benefícios para ela, por exemplo, de energia e plantio dos seus próprios alimentos.

A nossa comunidade aqui no entorno é bastante carente. Temos algumas comunidades ao lado da Escola, como a Vila Paula, Vale do Sol, por exemplo. São algumas ocupações que aconteceram há alguns anos, mas elas já estão estabelecidas, estão lutando por reconhecimento das suas áreas.

Trata-se de comunidades que possuem ótima vontade e veem a Escola como um ponto de apoio, uma das principais possibilidades de acesso para as crianças que estão aqui. O local onde essas crianças podem ter contato com especialistas de áreas diversas. Esses especialistas, muitas vezes, incentivam essa criançada, a vontade de fazer uma pesquisa, de estudar, entendendo o processo que está acontecendo na nossa sociedade. Onde o consumo é muito exorbitante, nós vemos isso pelas mídias. Trazendo um projeto como esse da Unicamp com pesquisadores de ponta dentro das suas diversas áreas, acredito que isso vai ser um benefício muito grande para o estudante poder ter o contato com pessoas que estão pesquisando e informações que podem ajudar essa comunidade.

Em contrapartida, é a Escola também ajudando a Unicamp. Porque a possibilidade deles [estudantes da escola] fazerem essa vivência prática para os estudantes da Unicamp acredito que isso também é de suma importância, porque a teoria simplesmente pela teoria

sem haver a aplicação, não mostra a realidade do que eles estão desenvolvendo. Essa parceria é mútua, tanto para nós professores aqui da Escola que estamos participando desse processo, quanto para nossos estudantes, para nossa comunidade na totalidade, mas também para os estudantes da Unicamp, que serão os futuros profissionais que estão participando ativamente do desenvolvimento da elaboração desse material e sua aplicação nos próximos meses.

5. Qual é a oferta de educação para as comunidades?

As crianças quando passam para o sexto ano, vêm aqui para a Escola Telêmaco. Elas ficam do sexto até o terceiro ano do ensino médio. Esta é oferta de estudo. A partir do próximo ano, a nossa escola se torna de ensino integral, onde estudantes do sexto até nono ano permanecerão das 7 às 16 horas, com um projeto pedagógico diferenciado e o ensino médio vai ser atendido no período noturno.

6. Desculpa, eu não entendi se você disse dois turnos ou noturno...

Então, atualmente nós temos ensino médio no período da manhã e no período noturno. A partir do ano que vem [2022], com a experimentação da escola integral, o ensino médio passará a ser exclusivamente no período noturno. Devido à quantidade de salas e estudantes atendidos o ensino médio teve que exclusivamente migrar para o noturno. Passando-se a ter esse ensino integral. Eu acredito que a aplicação do projeto como é a Unicamp, acredito que o ano que vem [2022] funcionaria muito melhor do que neste ano.

7. E como é o trabalho da Escola Telêmaco e a Unicamp, mas especificamente com o Campus Sustentável? De que modo a escola vem se relacionar mais pragmaticamente com a iniciativa?

À Escola, desde quando contatada pela primeira vez pela Unicamp, foi apresenta a essa proposta de desenvolver esse trabalho com várias temáticas, com os ODS e dentro deles, especificamente essa questão da sustentabilidade. Daí então, os projetos foram agregando novos estudantes e professores da Unicamp e isso foi apresentado ao corpo docente [da Telêmaco] para poder casar os subprojetos com o

currículo, a ponto de a gente não interferir no currículo escolar e as atividades do Campus Sustentável estarem adequadas a disciplinas e ao conteúdo trabalhado com aquela série e ano.

8. Como a escola enxerga nessa relação entre políticas públicas e extensionistas, o empenho das instituições técnicas e científicas, em manter e propor essas ideias nesses trabalhos nas escolas? Como a extensão pode funcionar como uma política pública de acesso ao conhecimento?

Vejo que essa questão de a extensão estar chegando nessas comunidades, nos estudantes da rede pública, é de suma importância. É algo que eu até dizia, se cada laboratório desse da Universidade adotasse uma escola pública de Campinas ajudaria muito essas escolas. Então, acredito que nesse trabalho de extensão, todos os laboratórios e departamentos da Universidade deveriam criar essa parceria chegando até as escolas. Digo com propriedade de causa, participo do grupo de diretores da nossa diretoria, não vou dizer 100%, mas acredito que 90% deles estariam abertos a receber os projetos da Unicamp.



Paulo Luciano de Carvalho

**Superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento e
Eficiência Energética (ANEEL)**

1. Qual a origem do diálogo Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) pela parceria do Campus Sustentável — Unicamp?

É importante ressaltar que a Unicamp, como instituição de Pesquisa, vem realizando ao longo da vigência da Lei 9991/2000 projetos com recursos do programa regulado pela Aneel. Especificamente em relação ao Campus Sustentável — Unicamp, a Agência promove a pesquisa, o desenvolvimento e a eficiência energética nas Instituições de Ensino Superior (IES) por meio da Chamada Estratégica e Prioritária n.º01/2016. Foi quando a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Energia) e a Unicamp apresentaram o Projeto Campus Sustentável — Unicamp, aprovado então para a execução.

2. A Aneel já havia colaborado com projetos semelhantes ao Campus Sustentável — Unicamp?

Sim. Conforme mencionado na questão anterior, a Chamada Estratégica e Prioritária n.º01/2016 teve outros 20 projetos para a execução. Atualmente, todos estão concluídos ou em fase final de conclusão. Somadas a Unicamp, essas instituições de pesquisa já executaram mais de 3 mil projetos no âmbito do programa regulado pela Aneel e teve a participação de mais de 10 mil pesquisadores em todo o Brasil.

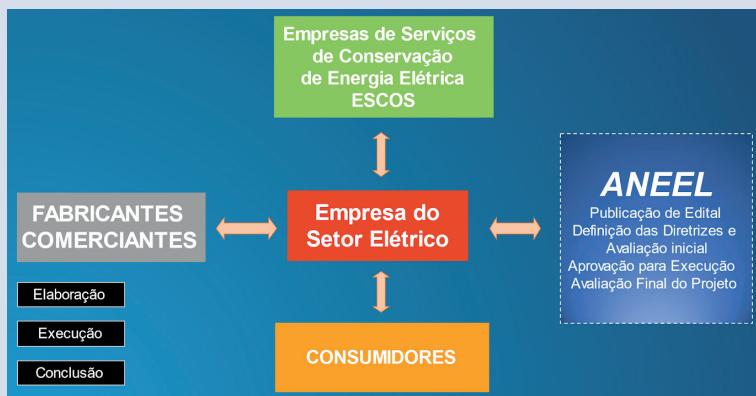
3. Qual o papel da ANEEL no desenvolvimento do Campus Sustentável — Unicamp?

A Lei 9991/2000 instituiu a Política pública de estímulo à Pesquisa e o Desenvolvimento (P&D) e à Eficiência Energética (EE) no setor de energia elétrica, por meio da aplicação compulsória de recursos

provenientes da Receita Operacional Líquida (ROL) das empresas do setor e coube a Aneel estabelecer regulamentos para sua implementação.

- Regulação vigente:
 - REN 754, de 13/12/2016 – Procedimentos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (PROP&D);
 - REN 920, de 23/02/2021 – Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (Propee);
- Fomentar o uso do recurso para obtenção de resultados e benefícios palpáveis, efetivos e mensuráveis;
- Estabelecer diretrizes claras e factíveis, com foco na eficiência energética, desenvolvimento tecnológico e inovação do setor;
- Divulgar de forma ampla os resultados: prestação de contas à sociedade e reconhecimento das iniciativas implementadas;

Arranjo Institucional do PEE



- Procedimentos do Programa de Eficiência Energética;
- Foco em resultado;
- Fluxo contínuo de projetos – autonomia para execução;
- Avaliação inicial apenas para Projetos Prioritários e Piloto;

- Avaliação final para todos os projetos — relatório técnico;
- Comprovação de gastos: relatório de auditoria contábil;
- Fiscalização: Superintendência de Fiscalização Econômica e Finançeira (SFF) Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Eletricidade (SFE);
- Chamada Pública obrigatória;
- Contrato de desempenho, exceto para entidades que tenha Certificação de Entidades Beneficentes de Assistência Social (CEBAS);

4. Como é o trabalho entre o Aneel e a Universidade, especificamente com o Campus Sustentável — Unicamp? Ou seja, de que modo a Agência se relaciona mais pragmaticamente com a iniciativa?

A Aneel incentiva iniciativas como esta por meio das Chamadas Estratégicas no âmbito da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), temas e assuntos que ainda possuem um grau inicial de maturação e não apresentam viabilidade econômica de forma que haja desenvolvimento de tecnologia nacional e possa surgir solução de mercado. Foram os casos das Chamadas Estratégicas de Fotovoltaica e Eólica.

Destaque: Projetos de P&D Estratégicos



CHAMADA 13/2011:
Solar fotovoltaica
R\$ 260 MILHÕES



CHAMADA 14/2012:
Biogás
R\$ 292 MILHÕES



CHAMADA 17/2014:
Energia eólica
R\$ 245 MILHÕES



CHAMADA 19/2015:
Heliotérmica



CHAMADA 21/2016:
Armazenamento



CHAMADA 22/2018:
Mobilidade Elétrica

5. De onde vem o investimento financeiro aplicado pelo ANEEL no Campus Sustentável – Unicamp?

Aos recursos são dos consumidores de energia elétrica, que pagam as suas faturas de energia. Assim, um percentual da Receita Operacional Líquida (ROL líquida) é destinada aos programas regulados pela Aneel.

Origem e Distribuição de Recursos

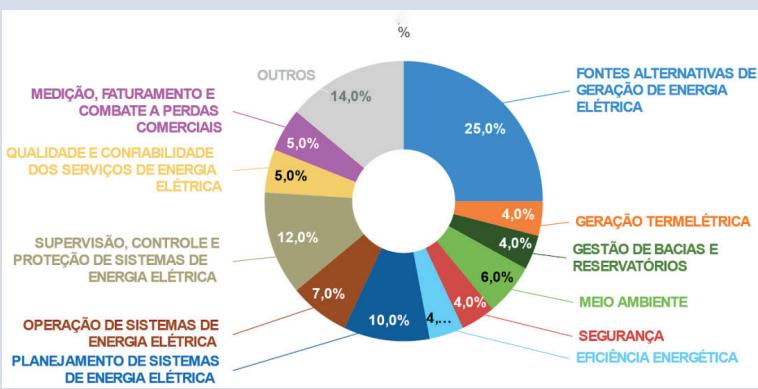


6. Na busca de alternativas para problemas latentes do setor elétrico brasileiro, como a Aneel enxerga a relação entre políticas públicas nacionais e o empenho das instituições científicas?

A Aneel como agência reguladora é responsável pela regulação das políticas públicas quando delegadas pelas leis. Em relação aos programas regulados pela Aneel, registra-se o papel relevante das instituições de pesquisa tanto nos projetos de pesquisa e desenvolvimento quanto nos projetos de eficiência energética.

7. Como as ações da ANEEL se relacionam com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, mais precisamente, tratando-se do ODS 7 “Energia Acessível e Limpa”?

Os programas regulados pela Aneel possuem total aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ao longo dos últimos 13 anos cerca de 25% dos recursos do Programa de P&D foram investidos em fontes alternativas de energia, como solar, eólica e biogás.



8. Utilize este espaço para dizer algo que considere importante e não foi contemplado nas perguntas anteriores.

Agradecer a entrevista e convidar a todos para contribuir na Consulta Pública n.º 69/2020. Ela se encontra em fase de recebimento de contribuições e o objetivo principal é trazer inovação ao Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Aneel.

Reflexões Provisórias

Ao encontro dos textos das seções anteriores, as entrevistas apresentadas aqui são apenas um ínfimo recorte dos esforços do Projeto Campus Sustentável – Unicamp. Mas, elas representam ainda mais, ultrapassam a coletividade da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), transbordamento que possibilita o trabalho com parcerias, ampliando os impactos dos subprojetos e das pesquisas do Escritório de Projetos Especiais Campus Sustentável.

Nesse diálogo, o Campus Sustentável – Unicamp demonstra coerência frente a sua Missão, ou seja, trabalhando com parceiros internos e externos à Universidade na concepção, elaboração, contratação, execução, gerenciamento e divulgação de projetos especiais em sustentabilidade e eficiência energética sob o conceito de Laboratório Vivo. Com isso, são atingidos os pilares que transformam a Unicamp em uma referência de Gestão Sustentável dos Recursos Humanos, Naturais e Econômicos – visão do referido Projeto.

De fato, não é um início, mas, sim, um começo inovador. A história retrata anseios de pessoas, como professores-cientistas, estudantes-pesquisadores e profissionais-técnicos, que estão na Unicamp e também se refere a tantas outras que não se encontram mais na Universidade. É necessário transformar sonhos em objetivos que contemplam uma meta, e a do Campus Sustentável – Unicamp se constrói a partir dos seus valores: respeito, empatia, ousadia, humildade, colaboração, ética e autorresponsabilidade.

Posfácio

Campus Sustentável: Um Modelo de Inovação em Gestão Energética para América Latina e Caribe

O Campus Sustentável é um projeto essencialmente ambicioso, que compreendia, entre suas metas iniciais, a de tornar-se referência para a implantação de iniciativas similares nas principais universidades da América Latina e do Caribe. Como se pode depreender da leitura deste livro, os resultados alcançados nos primeiros anos do projeto não só o credenciam a servir de modelo para o aprimoramento da gestão energética em qualquer instituição da região, como habilitam a Unicamp a pleitear posição de destaque entre as universidades mais sustentáveis do mundo.

O êxito do Campus Sustentável deve-se, em grande medida, ao fato de a Unicamp tê-lo encarado desde a sua gênese como um projeto da Universidade, e não desta ou daquela gestão. Este tratamento está diretamente relacionado à característica histórica da Unicamp de manter-se na vanguarda dos grandes debates internacionais, a despeito das diferenças naturais entre os grupos que se sucedem no comando da instituição.

O Campus Sustentável foi concebido no momento em que as discussões sobre as questões ambientais e o futuro do planeta mobilizavam a comunidade científica em nível global. A Organização das Nações Unidas (ONU) lançara a chamada Agenda 2030 no segundo semestre de 2015, estabelecendo 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODSs), enquanto o Acordo de Paris era ratificado no ano seguinte.

No âmbito interno, o Conselho Universitário (Consu) – principal instância deliberativa da Unicamp –, incluiria a sustentabilidade entre os objetivos estratégicos da instituição para o período de 2016 a 2020, refletindo a urgência, expressa em ambas as resoluções internacionais, da adoção de medidas para conter os efeitos deletérios da ação humana sobre o meio ambiente.

Quando assumi a Reitoria da Unicamp, em abril de 2021, o mundo preparava-se para rever as ações previstas no Acordo de Paris para o cumprimento das metas de contenção da mudança climática. Internamente, o Consu acabara de aprovar o Planejamento Estratégico (Planes) da Universidade para os quatro anos seguintes, vinculando os 13 objetivos definidos para a instituição aos correspondentes objetivos de desenvolvimento sustentável (ODSs) da Agenda 2030 da ONU.

Nesse contexto, e diante de tudo o que o Campus Sustentável já havia produzido em termos de economia de recursos públicos, redução de emissões de gases causadores do aquecimento global, avanços em pesquisa e desenvolvimento e consequente formação de recursos humanos na área, seria um absoluto contrassenso não dar continuidade ao projeto. Mais do que apoiá-lo, a atual gestão pretende ampliá-lo e fortalecê-lo, assumindo, assim, o desafio de transformar a Unicamp na instituição de ensino superior mais sustentável da América Latina.

Convido aqueles que ainda não o fizeram a ler com atenção todos os capítulos desta obra. Para além de detalhar os objetivos e resultados dos numerosos subprojetos que compõem o Campus Sustentável – abrangendo desde a substituição de milhares de lâmpadas convencionais por modelos mais eficientes até a geração própria de energia elétrica por meio de usinas fotovoltaicas –, seu conteúdo demonstra como parcerias bem estruturadas entre a academia, o poder público e o setor privado são capazes de beneficiar o conjunto da sociedade. Trata-se de uma publicação imprescindível não apenas para a comunidade acadêmico-científica, como também para leigos e leitores atentos aos desafios mais prementes do mundo contemporâneo.

Antonio José de Almeida Meirelles

*Reitor da Unicamp
Dezembro de 2021*



Campus
Sustentável

Esta obra é um percurso teórico-metodológico conduzido pelos saberes da Ciência. Metaforicamente, concebe-se como um modelo de inovação em gestão energética para América Latina e o Caribe. Um gesto político que traz para primeiro plano o debate acerca da mitigação de problemas que assolam o presente e ameaçam o futuro da humanidade. Ancorado nas pesquisas e nos projetos do Laboratório Vivo de Sustentabilidade Energética Campus Sustentável da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o conteúdo deste livro destaca uma robusta articulação entre comunidade científica, entidades empresariais e sociedade mais ampla, em favor dos direitos à vida. Com ênfase na Sustentabilidade Energética, aborda os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a partir de experiências ligadas ao saber da Engenharia Elétrica. Contudo, o diálogo é mais expressivo, pois atinge a interdisciplinaridade, acolhe a diversidade de ideias oriundas de múltiplos atores, ou seja, propostas pelos distintos campos do conhecimento científico. Da sala de aula para o cotidiano social, os trabalhos descritos neste livro podem (e devem) ser apropriados (e reproduzidos) por (e em) diversos setores (e contextos) da sociedade. Por fim, esta iniciativa colabora para um mundo sustentável e energeticamente inclusivo, sem emissões e omissões.

Antônio Inácio dos Santos de Paula
Jornalista de Ciência do Campus Sustentável – Unicamp