



O Meio Ambiente Sustentável 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Analya Roberta Fernandes Oliveira
Samia dos Santos Matos
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2020



O Meio Ambiente Sustentável 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Analya Roberta Fernandes Oliveira
Samia dos Santos Matos
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| M514 | <p>O meio ambiente sustentável 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Analya Roberta Fernandes Oliveira, Samia dos Santos Matos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-099-5 DOI 10.22533/at.ed.995201206</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Analya Roberta Fernandes. III. Matos, Samia dos Santos.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p> |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

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

APRESENTAÇÃO

A obra “O Meio Ambiente Sustentável 2” possui 21 capítulos com temáticas importantes, que evidenciam a sustentabilidade como a condição de processo viável no presente e no futuro. Visando uma harmonia entre as necessidades de desenvolvimento e a preservação ambiental, sempre focando em não comprometer os recursos naturais das futuras gerações.

A sustentabilidade está atrelada à crescente demanda do avanço mundial, pelo surgimento da necessidade de ampliar estudos que apresentem alternativas de uso dos recursos presentes no ambiente de maneira responsável, sem comprometer os bens e os sistemas envolvidos. Buscando minimizar os impactos, desenvolver a responsabilidade ambiental e fortalecer o crescimento sustentável. Pensar em desenvolvimento aliado à sustentabilidade, envolve aspectos econômicos, sociais e culturais.

Dessa forma, as pesquisas científicas presentes na presente obra, explanam o emprego de sistemas sustentáveis através de levantamentos de consumo, leis, construção civil, economia, gerenciamento e educação ambiental, entre outros diversos fatores em progresso. Os autores esperam contribuir com conteúdos pertinentes para proporcionar auxílio técnico, científico e construtivo ao leitor, como também demonstrar que a sustentabilidade é uma ferramenta importante, tornando-se uma aliada do crescimento. Desejamos uma boa leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Analya Roberta Fernandes Oliveira

Samia dos Santos Matos

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| A RELEVÂNCIA DO CONSUMO SUSTENTÁVEL E DAS LEIS AMBIENTAIS PARA O EQUILÍBRIO DO PLANETA | |
| Camila Nobrega Oliveira Marinho Wagna Matos da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.9952012061 | |
| CAPÍTULO 2 | 13 |
| A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E NO PROCESSO DE LIMPEZA DE SUPERFÍCIES | |
| Marcelo Jose de Mura Jannini Aparecido Fujimoto Giovanna Siste de Almeida Aoki Nayara Messias Lima Antonio Severino Bento Junior Michelle Fernandes Araujo | |
| DOI 10.22533/at.ed.9952012062 | |
| CAPÍTULO 3 | 25 |
| LEVELIZED COST ANALYSIS: A TOOL FOR STUDYING ECONOMICAL VIABILITY OF NUCLEAR POWER PLANTS | |
| Alexandre F. Ramos Sophia Moura de Campos Vergueiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.9952012063 | |
| CAPÍTULO 4 | 33 |
| RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL CORPORATIVA: A ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL INTERNA À LUZ DA GESTÃO AMBIENTAL | |
| Camila Santiago Martins Bernardini Luciana de Souza Toniolli Carlos de Araújo Farrapeira Neto Raquel Jucá de Moraes Sales Fernando José Araújo da Silva Leonardo Schramm Feitosa Juliana Alencar Firmo de Araújo Débora Carla Barboza de Sousa Anderson Ruan Gomes de Almeida | |
| DOI 10.22533/at.ed.9952012064 | |
| CAPÍTULO 5 | 47 |
| AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO BIOGÁS PRODUZIDO A PARTIR DE DEJETOS BOVINOS, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA | |
| Mauro Dias Souza Wellington Queiroz Ramos José Antônio de Castro Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.9952012065 | |
| CAPÍTULO 6 | 57 |
| CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA SOB MULTICOLINEARIDADE EM BIOMASSA FLORESTAL ARBÓREA | |
| Jonathan William Trautenmüller Juliane Borella | |

Rafaelo Balbinot
Sérgio Costa Junior
Renata Reis de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.9952012066

CAPÍTULO 7 64

EROSÃO POR SALPICO COM CHUVA NATURAL E RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELHO DO OESTE DA BAHIA, BRASIL

Joaquim Pedro Soares Neto
Ênio da Cunha Dias Magalhães
Heliab Bomfim Nunes
Leandro de Matos Barbosa
Raimundo Guedes de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.9952012067

CAPÍTULO 8 75

EVALUACIÓN TÉRMICO-ENERGÉTICA DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE CON MATERIALES RECICLADOS

Halimi Sulaiman
María Paz Sánchez Amono
Rosana Gaggino
Lautaro Oga Martínez

DOI 10.22533/at.ed.9952012068

CAPÍTULO 9 91

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS INDICADORES DE RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL PARA APLICAÇÃO EM ESTUDO DO ENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS DE COMPENSADO DO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA

Carlos Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.9952012069

CAPÍTULO 10 105

INFLUÊNCIA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS NO MICROCLIMA URBANO: ESTUDO DE CASO EM CUIABÁ-MT

Fernanda Miguel Franco
Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.99520120610

CAPÍTULO 11 119

O PAPEL DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO NA FORMAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS

Diego Felipe Borges Aragão
Isadora Maria de Sousa Camarço
Luiza Beatrys Pereira dos Santos Lima
Francisco Lucas de Sousa
Ermínia Medeiros Macedo

DOI 10.22533/at.ed.99520120611

CAPÍTULO 12 130

PARQUE ALDEIA CONDÁ: UM PARQUE DO COTIDIANO PARA UMA CIDADE QUE COMPLETA 100 ANOS

Marc Gomes de Carvalho
César Pagano Galli
Leila Pereira Regina dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.99520120612

CAPÍTULO 13 159

PROPUESTA DIDÁCTICO- EXPERIMENTAL EN INGENIERÍA: ENSEÑANZA DE LA FÍSICA -
TERMOMETRÍA- CALORIMETRÍA

Darío Rodolfo Echazarreta
Norma Yolanda Haudemand

DOI 10.22533/at.ed.99520120613

CAPÍTULO 14 172

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: CONTROLE ALTERNATIVO DE *Pachycoris torridus* SCOPOLI, 1772
(HEMIPTERA: SCUTELLERIDAE) COM *Azadirachta indica* A. JUSS. (MELIACEAE)

Wellyngton Lincon Panerari Ramos
Anelise Cardoso Ramos
Bruno Vinicius Daquila
Elton Luiz Scudeler
Daiani Rodrigues Moreira
Satiko Nanya
Helio Conte

DOI 10.22533/at.ed.99520120614

CAPÍTULO 15 183

SUSTENTABILIDADE, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO: UM ESTUDO EM COMUNIDADES DE
UMA RESERVA EXTRATIVISTA DA AMAZÔNIA

Marcelo Augusto Mendes Barbosa
Aline Ramalho Dias de Souza
Jacira Lima da Graça
Joyce Anne de Oliveira Freire

DOI 10.22533/at.ed.99520120615

CAPÍTULO 16 196

TRILHAS INTERPRETATIVAS: RECURSO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE EDUCAÇÃO
AMBIENTAL EM BARREIRAS/BA

Maria Jamile de Queiroz Pereira
Muriely dos Santos de Oliveira
Rafael Guimarães Farias

DOI 10.22533/at.ed.99520120616

CAPÍTULO 17 209

DESIGNING THE TEMPORARINESS: ENVIRONMENTAL ISSUES

Rossella Franchino
Caterina Frettoloso
Nicola Pisacane

DOI 10.22533/at.ed.99520120617

CAPÍTULO 18 220

DISCLOSURE AMBIENTAL E A SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

Francinildo Carneiro Benicio
Antônio Vinicius Oliveira Ferreira
Ana Luiza Carvalho Medeiros Ferreira
Lennilton Viana Leal
Anderson Lopes Nascimento
Augusta da Rocha Loures Ferraz
Rosilene Gadelha Moraes
Maria do Socorro Silva Lages.
Joyce Silva Soares de Lima

Marianne Corrêa dos Santos
Auristela do Nascimento Melo
Diógenes Eldo Carvalho de Barbosa Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.99520120618

CAPÍTULO 19 238

ASPECTOS INSTRUMENTAIS DA LIDERANÇA COLABORATIVA EM APOIO A GESTÃO DA INOVAÇÃO EM RECICLAGEM

Jacira Lima da Graça
Raul Afonso Pommer Barbosa
Flávio de São Pedro Filho
Aline Ramalho Dias de Souza
Carlos Alberto Mendes Moraes
Marcos Vinícius Moreira
Marcelo Augusto Mendes Barbosa
Joyce Anne de Oliveira Freire

DOI 10.22533/at.ed.99520120619

CAPÍTULO 20 251

VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO AEROPORTO DE BELÉM-PA

Marco Valério de Albuquerque Vinagre
Ari Ricardo Sousa de Moraes
Leonardo Augusto Lobato Bello
Maria Lúcia Bahia Lopes
Alberto Carlos de Melo Lima

DOI 10.22533/at.ed.99520120620

CAPÍTULO 21 267

YOGA E CUIDADO DE SI: POR UMA CULTURA ECOLÓGICA, DE PAZ E NÃO-VIOLÊNCIA

Otávio Augusto Chaves Rubino dos Santos
Allene Carvalho Lage

DOI 10.22533/at.ed.99520120621

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 280

ÍNDICE REMISSIVO 281

EVALUACIÓN TÉRMICO-ENERGÉTICA DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE CON MATERIALES RECICLADOS

Data de aceite: 01/06/2020

Halimi Sulaiman

Centro Experimental de la Vivienda Económica
(CEVE-CONICET)

e-mail: halimi.sulaiman@gmail.com

María Paz Sánchez Amono

Centro Experimental de la Vivienda Económica
(CEVE-CONICET)

e-mail: arq.mpsa@gmail.com

Rosana Gaggino

Centro Experimental de la Vivienda Económica
(CEVE-CONICET)

e-mail: rgaggino@ceve.org.ar

Lautaro Oga Martínez

Centro Experimental de la Vivienda Económica
(CEVE-CONICET)

e-mail: lautaro.ogamartinez@gmail.com

RESUMEN: La arquitectura satisface la necesidad humana de tener un lugar apropiado de morada, pero ocasiona un fuerte impacto ambiental. Las tecnologías empleadas en la construcción generan contaminación y agotamiento de los recursos naturales. Por este motivo, se propone como alternativa desarrollar sistemas constructivos amigables con medio ambiente, en los cuales se utilizan como materia prima residuos reciclados en conjunción con el diseño bioclimático arquitectónico de vivienda

social. En este artículo se presenta el diseño y simulación térmico energética mediante software ECOTECH de un prototipo de vivienda social sustentable llamado FADIPEV de 65 m² con el Año Típico Meteorológico de la ciudad de Córdoba, Argentina (31°25'00"S 64°11'00"O SNM474m). Se analizó FADIPEV utilizando cerramientos con placa BENO PET y sistema constructivo tradicional de madera con tejas en la cubierta de techo. Ambas tecnologías son desarrollos en el CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica) y están elaboradas con materiales reciclados. Estos sistemas son sustentables, de rápida construcción y bajo costo. La localización de la evaluación pertenece a la Zona Bioclimática IIIa. Además de satisfacer las recomendaciones de las Normas IRAM 11605 para nuevos sistemas constructivos, tanto la cubierta de tejas, como la placa BENO PET cumplen con los requerimientos exigidos en Nivel B (La transmitancia térmica K del cerramiento con placas de BENO PET es de 0,66 W/ m². K y el de la cubierta con tejas es de 0,47 W/ m².K). Se evalúan y comparan los principales resultados de simulación con la misma vivienda bioclimática construida con sistema tradicional para determinar el porcentaje de ahorro energético anual. Los resultados alcanzados permiten afirmar que el conjunto de diseño bioclimático y estas envolventes

sustentables, logran un ahorro energético entre un 35 y 44 %, dentro del rango de confort adaptativo y encendido de los equipos de climatización de 18°C a 26°C.

Palabras clave: simulación térmico energética, diseño bioclimático, envolventes, residuos reciclados

INTRODUCCIÓN

Los costos energéticos sumados a la alta inflación en Argentina requieren de respuestas inmediatas en tecnologías constructivas eficientes energéticamente con sobre costo por ganancia solar y conservación amortizable en un periodo aceptable (Sulaiman et al., 2017).

A nivel mundial, los edificios representan aproximadamente el 40% de consumo energético y un tercio de emisiones globales de gas de efecto invernadero (GEI) (Nejat et al. 2015). Una importante proporción de la utilización de la energía se debe a calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en respuesta a la creciente demanda de un mejor confort térmico dentro del entorno construido (Lam et al. 2014).

Según el último censo nacional de población (INDEC, 2010), el 83,1% de la población del país vive en viviendas unifamiliares aisladas y esta tipología representa el 73,4% del total. Por ello, es fundamental dar respuestas de fácil instrumentación orientada a la aplicación masiva de las propuestas en viviendas unifamiliares.

El diseño de edificios bioclimáticos y el desarrollo de tecnologías de envolvente de edificios de bajo consumo energético han estado recibiendo gran atención en los últimos años por parte de las productoras de materiales de construcción, investigadores, arquitectos, ingenieros en climatización y organismos de normalización. El diseño bioclimático ha sido ampliamente identificado como una de las estrategias más eficaces para disminuir la demanda de energía en la construcción (Tejavathu et al., 2010; Lam et al., 2006; Badescu, 2011; Sadineni et al. 2011). Estos son capaces de utilizar menos energía convencional mediante el equilibrio entre las pérdidas y las ganancias de calor con respeto a las condiciones climáticas particulares de la ubicación de los edificios. Una aplicación adecuada del diseño bioclimático implica varios aspectos del diseño del edificio. Omrany y Marsono (2016) determinan y analizan el impacto en el ahorro energético de 8 variables del diseño bioclimático: aislamiento, masa térmica, vidriado, ventana, tamaño, forma y posición, color del exterior, superficies, dispositivos de protección exterior, orientación y forma de construcción. Los autores demuestran que, el uso de estrategias bioclimáticas en el sector de la construcción mejora la sostenibilidad principalmente mediante la mitigación de los impactos ambientales negativos de los edificios optimizando su rendimiento energético.

A su vez existen numerosos sistemas constructivos nuevos y materiales más sofisticados que dan soluciones específicas a problemas como resistencia mecánica,

impermeabilidad, aislación térmica, fácil colocación, mono componentes con varias funciones simultáneas, etc. El diseño de nuevos materiales es un campo de alto crecimiento donde incluso la creatividad intenta reciclar, re usar y reutilizar materiales de desecho. Teniendo los objetivos definidos (energía, bajo impacto ambiental, costos competitivos) es posible desarrollar propuestas de sistemas constructivos sumados al diseño bioclimático que alcancen el 50% de ahorro energético con costos accesibles (Sulaiman et al., 2017).

El mundo produce alrededor de 1500 millones de toneladas anuales de residuos. En la mayoría de las grandes ciudades de Argentina se produce 1 kg. de basura por persona por día, siendo la producción total anual de residuos sólidos urbanos de nuestro país 14.094.110 ton (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina, 2017). Del total de los RSU un 13,3 % (en peso) corresponde a los plásticos (CEAMSE, 2017), lo cual equivale a 1.874.516 ton anuales. Dentro de los plásticos, el polietilen tereftalato -PET- que constituye la materia prima de las botellas descartables de bebidas, representa el 4,7 %, lo cual equivale a 88.102 ton anuales. Por otra parte, el polietileno de baja densidad -LDPE- que constituye la materia prima de bolsas, caños, bidones y silobolsas, representa el 42,6 % del total de los plásticos, lo cual equivale a 787.296 ton anuales. En nuestro país el porcentaje de reciclado es muy bajo, no supera el 10 %, a diferencia de otros países de Europa como España, Suiza y Francia, y otros de Latinoamérica como Brasil y México, los cuales están más adelantados en cuanto a la conciencia ecológica.

En Argentina, toneladas anuales de neumáticos fuera de uso son desechados en vertederos no controlados o se los elimina mediante quema directa, lo que produce emisiones de gases nocivos para el entorno. Según lo informado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), “Se estima que en nuestro país la generación de neumáticos fuera de uso supera las 100.000 toneladas anuales” (INTI, 2010). El problema que generan los neumáticos en los basurales es el gran volumen que ocupan y el largo tiempo de degradación (600 años aproximadamente), creando un hábitat propicio para la proliferación de mosquitos transmisores del dengue y roedores.

Por todo esto es que se sostiene que, para aumentar aún más la aplicación de dichas estrategias en la industria de la construcción, es necesario un cambio en la mentalidad arquitectónica. Se deberían integrar meticulosamente al diseño y construcción, especialistas en cuestiones de energía e impacto ambiental. Además, el concepto de edificio bioclimático requiere ser apoyado por las regulaciones de construcción a través de diferentes programas de incentivos, regímenes obligatorios y alentar a los profesionales a utilizarlo.

La propuesta pretende acercarse lo más posible a un sistema constructivo sustentable, de rápida construcción, con costos bajos y amigable con el medio ambiente, mejorando la calidad higrotérmica interior de las viviendas sociales y un diseño arquitectónico flexible que pueda responder a los requerimientos de sus usuarios. La metodología consistió en adaptar el prototipo de vivienda social tradicional previamente diseñado y evaluado en

otros contextos (Sulaiman y Lara, 2018) a dos sistemas constructivos del CEVE.

Los principales resultados son: la evaluación de las características del diseño bioclimático del prototipo de vivienda FADIPEV en cuanto a compacidad, aberturas, orientación, asoleamiento y ventilación natural; a través de simulación horaria anual con Año típico meteorológico en clima templado cálido con gran amplitud térmica en un contexto de altas posibilidades de aplicación masiva propuesta con tecnologías de construcción productos de residuos reciclados. Resumiendo, la alta eficiencia económico energética y ambiental de la propuesta tecnológico-arquitectónica en zona bioclimática altamente poblada.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la performance térmico-energética de un prototipo bioclimático de vivienda social (FADIPEV) modelado en el software ECOTECT con tecnologías constructivas de materiales reciclados desarrolladas en el CEVE en el contexto climático y de costos energéticos de Córdoba Argentina. Para la determinación del ahorro energético se compara la propuesta con una tecnología tradicional evaluando la distribución de las condiciones térmicas interiores, los consumos energéticos de climatización y sus costos anuales asociados de aire acondicionado y calefacción.

METODOLOGIA

La metodología comprende las siguientes etapas:

1. Basados en desarrollos previos se adapta el diseño de vivienda social tradicional realizado para el Instituto Provincial de la Vivienda de San Juan FADIPEV a las necesidades climáticas de la Ciudad de Córdoba con estrategias de protección y ganancia solar.
2. Se calculan las características térmicas de transmitancia, admitancia, amortiguamiento, retardo etc. de los sistemas BENOPE y cubierta tejas de material reciclado para modelar los materiales para simulación dinámica con el software ARUP (2017).
3. Se utiliza el Año Típico Meteorológico basado en mediciones del Aeropuerto Taravella, Ciudad de Córdoba (Crawley, 2017).
4. Se modelan en el software de simulación dinámica ECOTECT (2011) la vivienda con las tecnologías propuestas (Caso CEVE) y un caso BASE con materialidad tradicional de vivienda social en Córdoba.
5. Se validan las propuestas en cuanto a las condiciones térmicas interiores analizando la distribución anual horaria de las temperaturas en todas las zonas isohigrotérmicas del modelo simulado.

6. Se comparan los consumos energéticos de ambos casos, tanto en refrigeración como calefacción.
7. Se compara el valor económico estimado consumido anualmente de electricidad (refrigeración) y de gas natural (calefacción) por climatización y se determina el porcentaje de ahorro energético potencial. Los valores unitarios de energía corresponden al mes de setiembre de 2018 de la Ciudad de Córdoba.

Caracterización del lugar y proyecto técnico arquitectónico sustentable

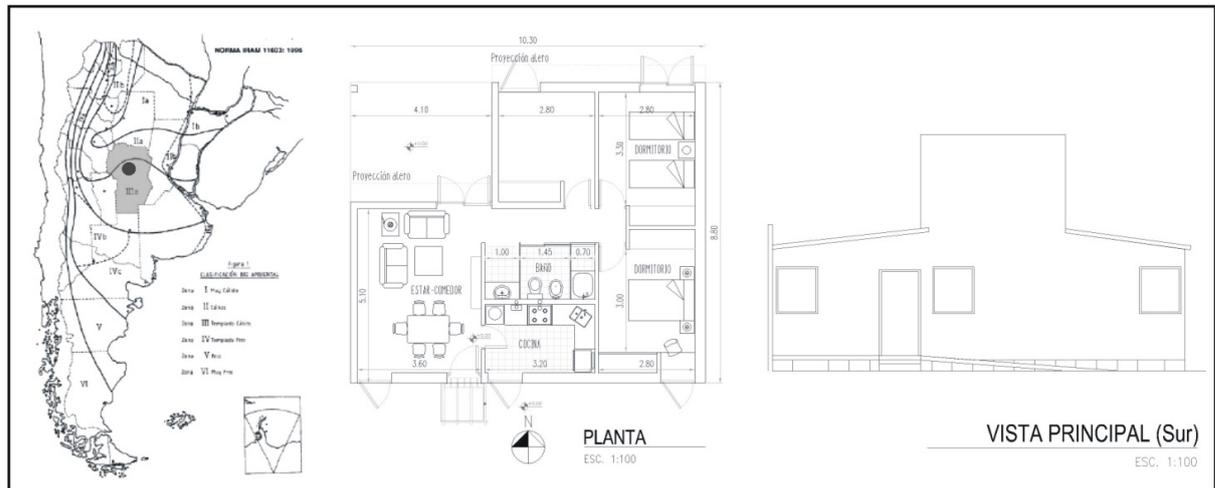


Figura 1. Mapas de zonas Bioclimáticas según la IRAM 11603. Planta vista FADIPEV.

La ciudad de Córdoba se encuentra en el centro del país en la zona bioclimática IIIa según la Norma IRAM 11603. Se caracteriza por tener un clima templado cálido con grandes amplitudes térmicas. Se utilizó el año típico meteorológico la simulación horaria anual como recomienda la bibliografía (Crowley, 2017)

Para llevar adelante el trabajo se tomó como caso de estudio el prototipo de vivienda FADIPEV diseñado con las siguientes pautas bioclimáticas: compacidad, porcentaje de aberturas, orientación, asoleamiento invernal, protección mediante aleros y pérgolas y ventilación natural, apareada, capacidad de ampliación en planta baja y alta y futura división en unidades rentables independientes (Sulaiman y Lara. 2018). Se adaptó el prototipo de vivienda social tradicional hecho para el IPV de San Juan (FADIPEV) a dos sistemas constructivos desarrollados en el CEVE, los cuales poseen patente y Certificado de Aptitud Técnica (Berretta et al, 2007; Berretta et al, 2008; Gaggino et al, 2010).

En base a las nuevas exigencias obligatorias para la Certificación de Aptitud Técnica para sistemas no convencionales y teniendo en cuenta los desarrollos anteriores de BENO y ladrillo PET se diseñó en base a cálculos de transmitancia térmica (K) y verificación a la condensación el muro de BENO PET modificando sus capas para lograr resultados satisfactorios en cuanto al K.

La cubierta de techos de esta vivienda está ejecutada con tejas elaboradas con materiales reciclados procedentes de desechos industriales plásticos y de neumáticos

fuera de uso (polietileno y caucho reciclados). Su desarrollo fue realizado en el instituto de investigación CEVE. El procedimiento de elaboración de estas tejas consiste en el triturado de los materiales, la extrusión de los mismos, y el moldeado en una prensa. Las tejas se ubican sobre una estructura de madera de tipo tradicional. Estas tejas son más resistentes a la flexión, a la heladicidad y al granizo que las tejas tradicionales como la cerámica o la de hormigón y además son más livianas. Ver figura 2. (Gaggino et al, 2016). Está en gestión la Patente de invención nacional de este componente, (Gaggino et al, 2015). Ya obtuvo el Certificado de Aptitud Técnica (Gaggino et al, 2018).

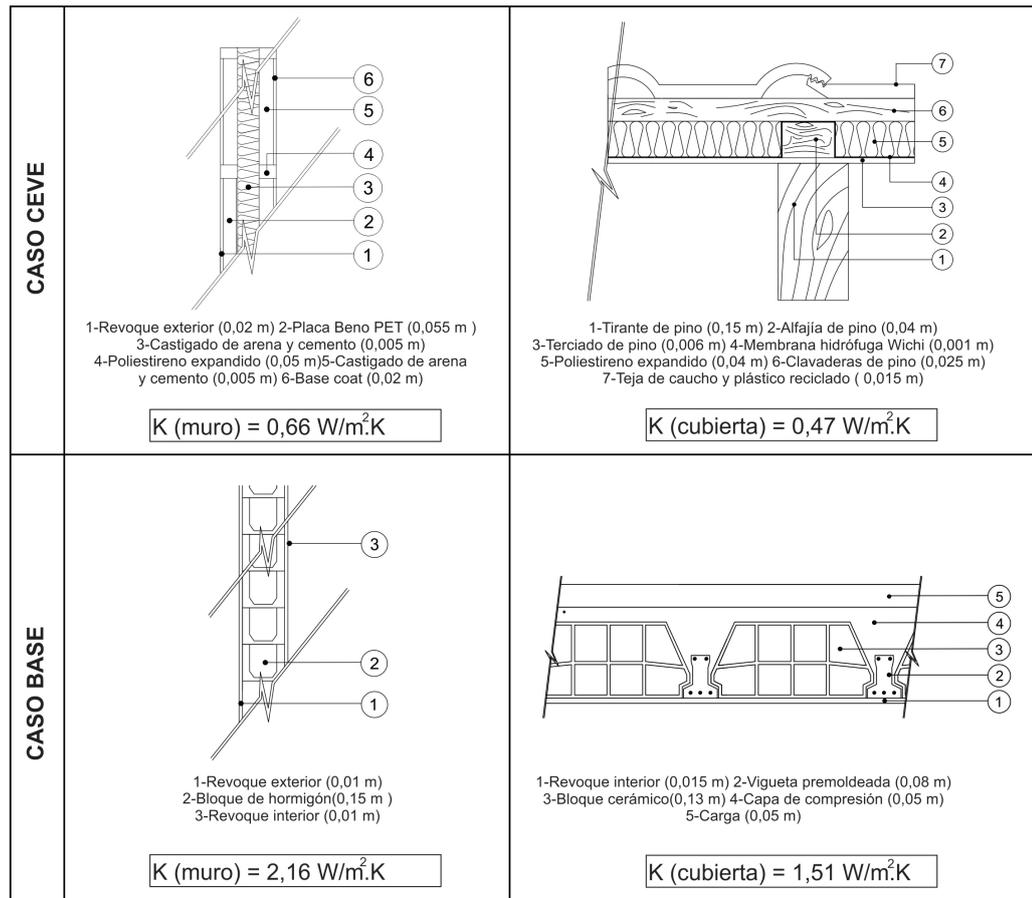


Figura 2. Detalles constructivos y transmitancia térmica en $\text{W/m}^2\text{K}$ de caso BASE y CEVE.



Figura 3. Fotos de los sistemas constructivos del CEVE evaluados.

Los muros de este prototipo están contruidos con placas fabricadas con ladrillos de plástico PET, cuyo desarrollo también fue realizado en el instituto de investigación CEVE. Los ladrillos con plástico PET reciclado son un componente para muros exteriores e interiores elaborados con una mezcla de partículas de plástico PET procedente de envases descartables de bebidas, ligadas con cemento Portland y aditivos, que se moldea con una máquina manual rodante. Es un ladrillo más ecológico que otros tradicionales existentes en el mercado porque su materia prima principal está constituida por residuos plásticos reciclados. Además, la producción del ladrillo macizo de tierra cocida, utilizado habitualmente en mamposterías, a partir de la extracción de la capa de tierra superficial fértil (humus), y su posterior cocción en grandes hornos a cielo abierto, produce desertificación del suelo, contaminación atmosférica (por el humo generado), y tala de árboles para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno. Desde el punto de vista técnico el ladrillo de PET se destaca también en lo que respecta a liviandad y aislamiento térmico.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados más relevantes de la simulación para determinar la performance térmico -energética de la vivienda social bioclimática FADIPEV. Los resultados se presentan en los dos casos llamados: Caso BASE, con tecnología convencional y caso CEVE, con techo de tejas de material reciclado y mampostería de BENO PET. Dado que la estrategia metodológica es comparativa, cada figura incluye los resultados de ambos casos.

Si bien los resultados de la simulación son muy completos y detallados, los siguientes son aquellos que, a criterio de los autores, de modo más sintético muestran las diferencias más relevantes entre ambas tecnologías. Se destaca que el diseño bioclimático de la vivienda FADIPEV, en cuanto a estrategias pasivas de diseño sumado a un usuario consiente ya disminuyen considerablemente el consumo energético del caso tradicional respecto a una vivienda real tradicional. Aspectos como proporción de ventanas, ventilación selectiva nocturna y asoleamiento invernal, protección solar estival, orientación, adyacencias de zonas internas, proporciones y volúmenes de aire interior, etc., no suelen ser condicionantes del diseño y ubicación de las viviendas sociales masivas de modo general.

La figura 4 muestra las volumetrías de la vivienda en los dos casos tanto para verano como invierno donde se observa el correcto asoleamiento/protección solar de la vivienda y el cambio de color de la teja de caucho respecto a la cubierta del caso BASE.

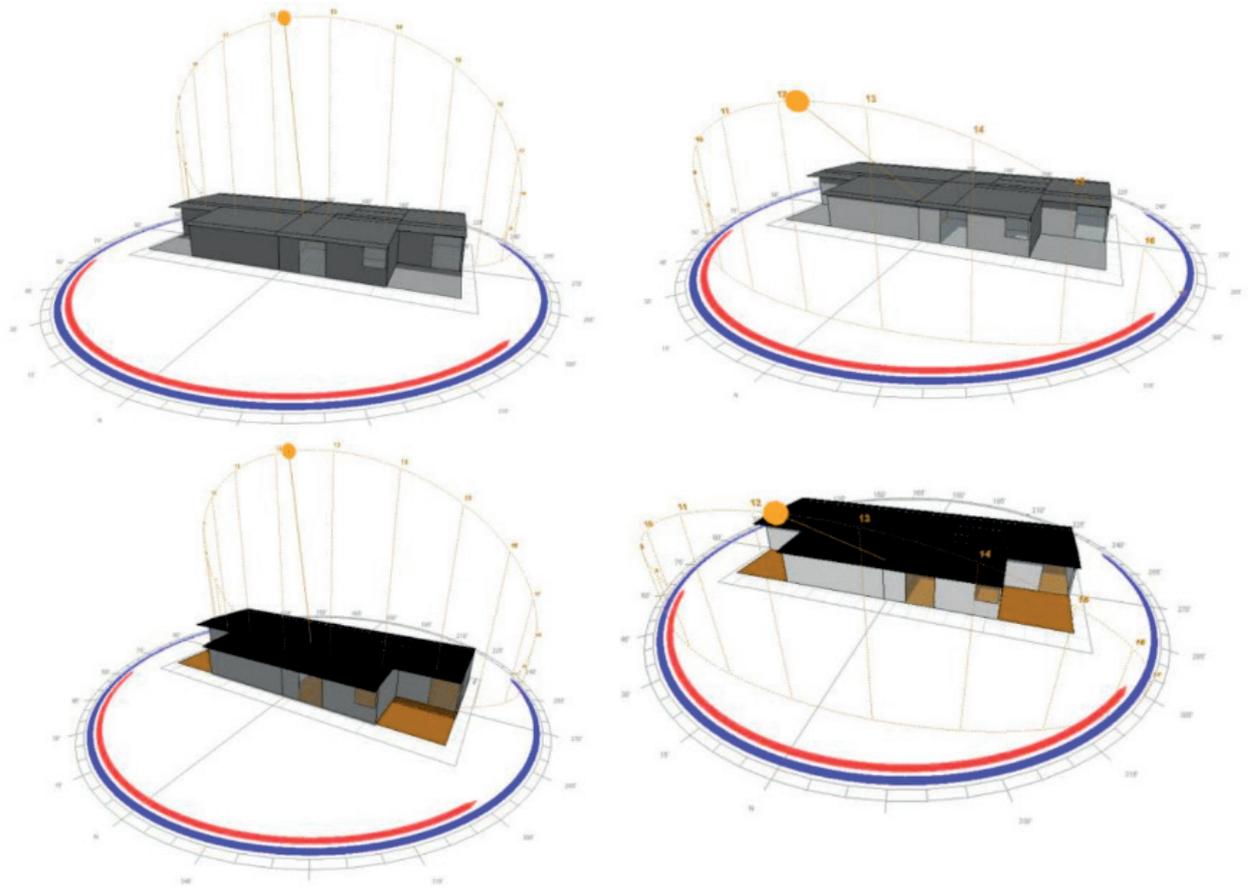


Figura 4. Volumetrías del caso BASE (superior) y CEVE (inferior) el 1^{ro} de enero y 1^{ro} de julio a las 12:15 hs respectivamente.

La figura 5 presenta la Distribución de temperaturas interiores en todas las zonas isohigrotérmicas interiores de la vivienda como, por ejemplo, estar comedor, dormitorio sur, dormitorios norte, etc. El eje Y de la figura muestra la cantidad de horas del año que las condiciones de temperatura se encuentran en un determinado valor. El sector coloreado en blanco es la zona de confort y en degrade el rango adaptativo hasta paulatinamente entrar en disconfort por frío (azul) o calor (rojo). El eje X presenta las temperaturas operativas interiores considerando la actividad de las personas de acuerdo a la zona (perfil de uso, metabolismo, cantidad de personas, vestimenta, etc.) así como las cargas internas por cocción y equipamiento.

La figura 6 muestra los consumos mensuales de energía auxiliar en los casos BASE (superior) y CEVE (inferior), de refrigeración en negativo (azul) y calefacción en positivo (rojo) totales de cada caso. Los colores interiores de la barra corresponden a las diferentes zonas interiores de la vivienda, donde se destacan los consumos del estar comedor en refrigeración. Cabe aclarar que la zona dormitorios 2 son dos dormitorios considerados una sola zona por ser isohigrotérmica y por tanto el consumo por dormitorio es similar al dormitorio 1 color marrón oscuro. Por último, en la Tabla 1 se presentan los valores numéricos por zona y total de consumos de Heating (H) y Cooling (AC). El costo unitario de energía corresponde a setiembre de 2018 en la Ciudad de Córdoba. El análisis

gráfico y de tablas de consumos son una herramienta de diseño técnico arquitectónico muy valiosa, al igual que la distribución de temperaturas. A continuación, se analizan los resultados y se proponen mejoras de diseño para futuras evaluaciones.

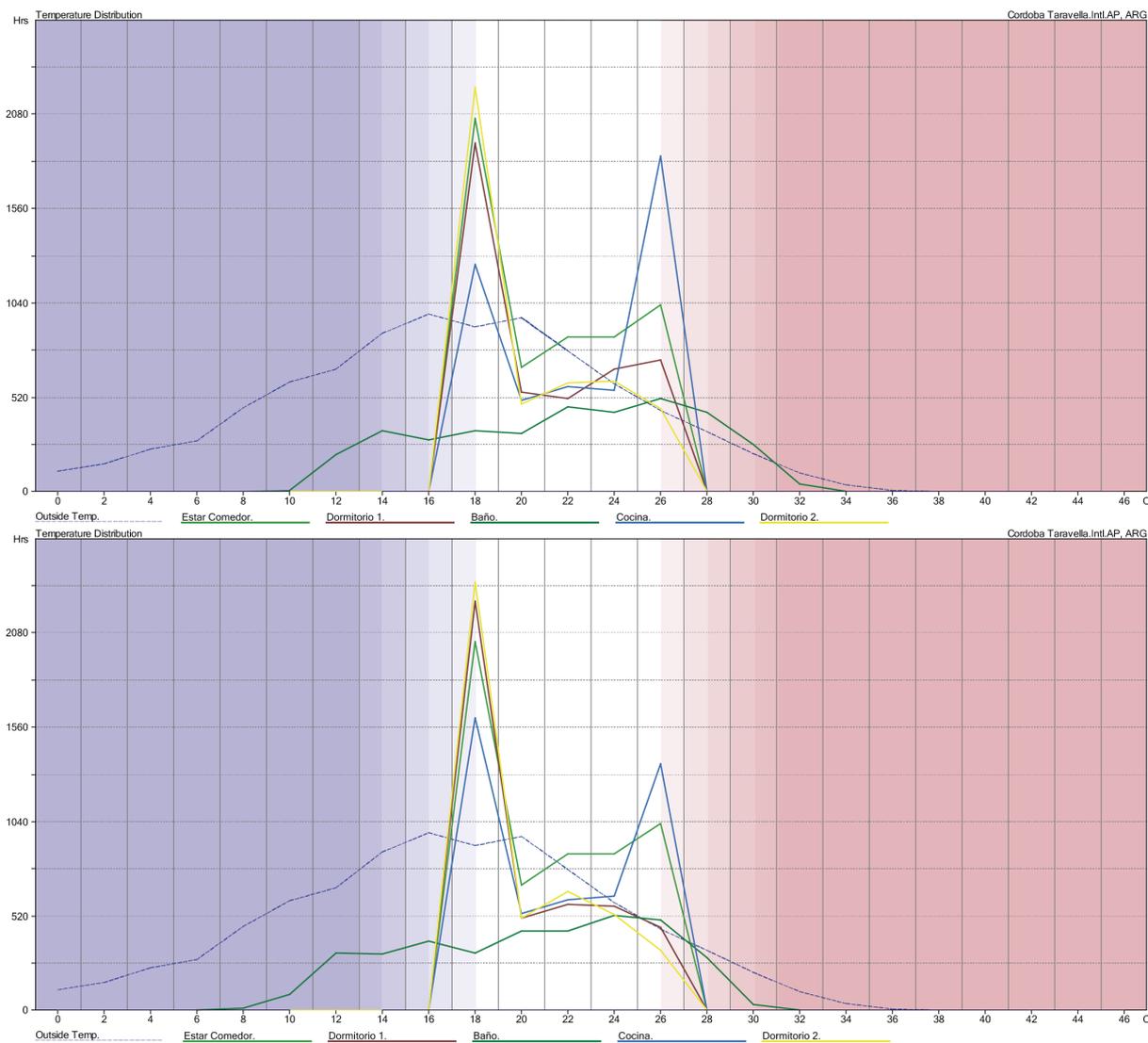
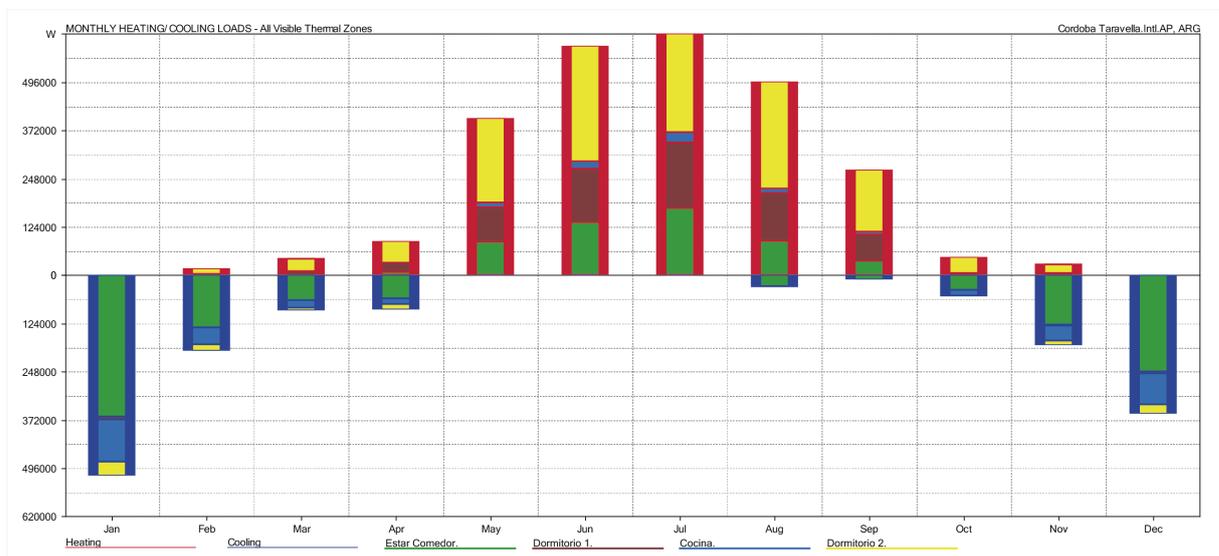


Figura 5. Distribución de temperaturas interiores. BASE (superior) y CEVE (inferior).



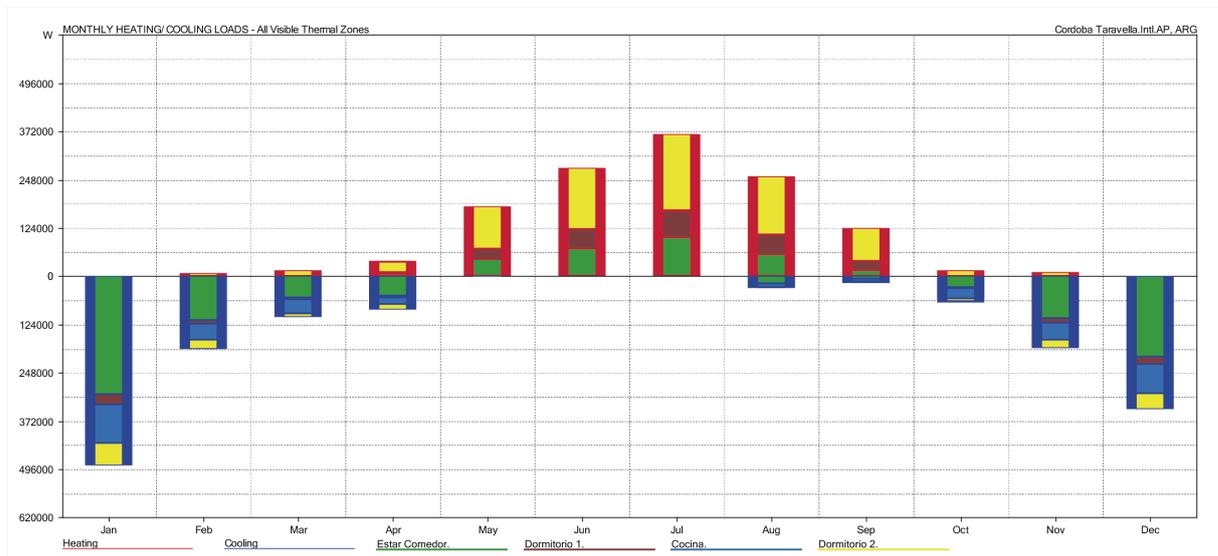


Fig. 6. Consumo energético en W: BASE (superior) y CEVE (inferior). AC (azul) y H (rojo).

| Zona | Heating Wh | Cooling Wh | Consumo electrico Kwh | Consumo gas m ³ | \$ Gas | \$ Elect |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Est./ Com | 529565 | 1068708 | 1069 | 50 | \$ 254 | \$ 3.059 |
| Dorm. 1 | 637396 | 13942 | 14 | 60 | \$ 305 | \$ 40 |
| Baño | 0 | 0 | 0 | 0 | \$ - | \$ - |
| Cocina | 73266 | 327221 | 327 | 7 | \$ 35 | \$ 936 |
| Dorm. 2 | 1476742 | 119275 | 119 | 140 | \$ 708 | \$ 341 |
| Subtotal | 2716969 | 1529146 | | | \$ 1.302 | \$ 4.376 |
| Total Consumo Anual | | | | | \$ | 9.845 |

| Zona | Heating Wh | Cooling Wh | Consumo electrico Kwh | Consumo gas m ³ | \$ Gas | \$ Elect |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------|-----------------|
| Est./ Com | 294060 | 887112 | 887 | 28 | \$ 141 | \$ 2.539 |
| Dorm. 1 | 230629 | 71218 | 71 | 22 | \$ 111 | \$ 204 |
| Baño | 0 | 0 | 0 | 0 | \$ - | \$ - |
| Cocina | 3854 | 360987 | 361 | 0 | \$ 2 | \$ 1.033 |
| Dorm. 2 | 762640 | 177066 | 177 | 72 | \$ 365 | \$ 507 |
| Subtotal | 1291183 | 1496383 | | | \$ 619 | \$ 4.283 |
| Total Consumo Anual | | | | | \$ | 8.826 |

Tabla 1. Cálculo de costos de energía de climatización de ambos casos costos de setiembre 2018.

DISCUSION

Temperaturas interiores en los casos BASE y CEVE

Como se observa en la figura 4 la vivienda ha sido diseñada para obtener ganancia solar directa en invierno y evitar el acceso de sol al interior en verano. De este modo se propicia la ganancia solar directa invernal en el sector de 2 dormitorios y estar. Por otro lado, se planteó la vivienda apareada, estrategia bioclimática que permite disminuir el porcentaje de envoltorio al exterior y, por tanto, evita pérdidas energéticas sumado a un mejor comportamiento y disminución de la oscilación de temperaturas en las condiciones de confort interior de la vivienda.

Como se observa en la figura 5, en general las condiciones de confort interiores son aceptables en ambos casos con algunas variaciones mínimas en cuanto al comportamiento

de la normal de distribución. Se observan dos picos de una importante frecuencia de ocurrencia en invierno y verano, este último más leve y sólo en determinadas zonas. Esto evidencia una rigurosidad climática mayor en invierno y por tanto un consumo energético en esta época del año ya que coincide con el encendido de los equipos. Los 18°C son la temperatura de mayor frecuencia en todos los locales entre un 20% y 25% del tiempo. De todos modos, podría evaluarse el seteo (configuración del termostato de encendido) de los equipos para que se enciendan antes de llegar a los 18 °C y así evitar horas en discomfort en el triángulo formado por el pico de 18°C, 16°C y el eje x (8% al 10% del tiempo). Un detalle no menor sería tener en cuenta la capacidad instalada de equipos ya que la reacción, o bien el tiempo que se requiere para volver a la condición deseada (18°C) presenta una disminución de 2 °C. Sin embargo, el criterio del seteo evaluado responde a dos aspectos. Por un lado, la situación más parecida a la realidad en vivienda social que es evitar la climatización cuando el espacio no se está utilizando, y por otro la reacción natural de cuando se llega a discomfort la persona manualmente realiza el ajuste de la potencia del equipo, presentando un periodo de discomfort hasta regularizar la temperatura. Un aspecto relevante que no se ha modelado por requerir mayor tiempo de modelado es el aumento de calorías en el tipo y frecuencia de cocción invernal que no se evidencia en el periodo estival. Este detalle podría aportar ganancias invernales que disminuyan el consumo.

La distribución es mayormente dispersa en el 75% del tiempo restante, evidenciando un pico con exceso de energía en la cocina. De todos modos, la cocina no es un sector principal de estancia como los anteriormente nombrados y las temperaturas no superan los 28 °C en dichos momentos críticos (prácticamente 0 hs). Los espacios principales de estar y dormitorios las temperaturas se encuentran entre los 20 y 24°C un 9% del tiempo y entre 19°C y 26°C un 65% del tiempo. Se deduce de esta figura que el 82% del tiempo las condiciones de confort se encuentran en la franja establecida entre 18°C y 27°C en ambos casos y en todas las zonas de la vivienda.

Consumos energéticos de climatización

En resultados se explicó cómo se interpreta la figura 6. Comparativamente se observa una disminución relevante de los consumos energéticos especialmente en los picos de consumo en enero por refrigeración (AC) y en julio (H). Adicionalmente en todos los meses se observa un mejor comportamiento en este aspecto del caso CEVE respecto del BASE. Podemos afirmar que el caso CEVE presenta un mejor desempeño energético sin contar los beneficios ambientales y de costos de construcción implicados. No obstante, se detectan aspectos factibles de mejorar en el caso propuesto, tanto en el diseño arquitectónico como de los sistemas constructivos evaluados.

Por un lado, el consumo energético de verano se podría mejorar acondicionando el color exterior de la teja de material reciclado, disminuyendo considerablemente el

consumo en verano al disminuir el factor del albedo. A su vez, se detecta la necesidad de simular cada dormitorio por separado para evitar confusión en las lecturas de consumos producidos por dos dormitorios juntos en comparación del dormitorio sur con la mitad de superficie útil y por tanto de volumen a acondicionar. Es probable que el dormitorio norte cercano al estar tenga peor comportamiento por presentar mayor envolvente expuesta en comparación a los demás dormitorios. Por su parte el estar podría proteger su pared lateral expuesta (en este caso oeste) con alguna cubierta verde vertical o pérgola de hoja caduca o media sombra generalmente utilizada para cobijo del vehículo familiar, dependiendo del ancho del terreno.

Se evidencia un muy buen comportamiento del estar en invierno presentando consumos bajos. A continuación, se evalúan los valores numéricos de consumos y los posibles costos para ambos casos en Córdoba.

Costos energéticos por climatización

La Tabla 1 donde se muestran los datos numéricos de consumo y los costos de climatización calculados con valores de Córdoba de setiembre 2018, se evidencia un importante consumo en el caso BASE: 4247 kWh/año. Un consumo superior a 70 kWh/m²/año (considerando 60m² útiles) en una vivienda diseñada para disminuir el consumo. En costos monetarios implica \$ 9800 anuales sólo de climatización (aproximadamente de US\$ 265). Es sabido por la situación económica argentina que una familia que reside en una vivienda social no cuenta con los medios para destinar en climatización ese monto. Por tanto, se podría decir que se encontraría en la situación de pobreza energética, concepto que evidencia, el tener acceso a la energía, pero no poder solventar los costos asociados a ella y por tanto a mantener el confort interior.

Por su parte el caso CEVE presenta un consumo de energía por climatización de 2787 kWh/año y es decir 46,4 kWh/m²/año, un significativo ahorro energético de 35% respecto del caso BASE. Se destaca un ahorro energético principalmente en calefacción (52,5% menos). No obstante, el consumo requerido para refrigeración es similar en ambos casos y presenta un importante impacto en los costos totales. Ello conlleva a examinar el caso CEVE en este aspecto y proponer mejorar el albedo de la teja y así disminuir la absorción de calor por parte de la cubierta.

A continuación, se presentan los resultados de simulación de un de los ensayos a escala de laboratorio de recubrimiento de la teja con pintura latex blanco. Como se observa en la Tabla 2, el consumo total es de 2403 kWh/año, equivalentes a 40 kWh/m²/año un 43% menos de consumo energético por climatización respecto al caso BASE. El ahorro obtenido es un 9% mayor al caso CEVE, por tanto, podemos afirmar que la propuesta técnico arquitectónica CEVE 2 es una opción válida para desarrollar y CEVE logra un ahorro significativo para reemplazar a la construcción tradicional del caso BASE, con las ventajas ambientales asociadas que ello implicaría.

| Zona | Heating Wh | Cooling Wh | Consumo electrico Kwh | Consumo gas m ³ | \$ Gas | \$ Elect |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------|-----------------|
| Est./ Com | 311159 | 641260 | 641 | 29 | \$ 149 | \$ 1.835 |
| Dorm. 1 | 240001 | 42997 | 43 | 23 | \$ 115 | \$ 123 |
| Baño | 0 | 0 | 0 | 0 | \$ - | \$ - |
| Cocina | 4014 | 274277 | 274 | 0 | \$ 2 | \$ 785 |
| Dorm. 2 | 776795 | 113073 | 113 | 74 | \$ 372 | \$ 324 |
| Subtotal | 1331969 | 1071607 | | | \$ 638 | \$ 3.067 |
| Total Consumo Anual | | | | | \$ | 7.139 |

Tabla 2. Calculo de costos de energía de climatización de caso CEVE 2

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que el presente trabajo cumple con los objetivos propuestos. El proyecto técnico arquitectónico llamado caso CEVE responde satisfactoriamente la premisa de lograr un ahorro energético significativo respecto del caso BASE (35%). Cabe recordar que el prototipo de vivienda FADIPEV ya tiene incorporadas numerosas variables de diseño bioclimático como compacidad, orientación, es apareada, aberturas mínimas, ventilación natural, baño compartimentado, posibilidad de ampliaciones sin derribar paredes tanto en planta baja como alta y posterior división en unidades independientes durante la vida útil de la misma, etc. lo cual el prototipo BASE genera un ahorro respecto a la generalidad de la vivienda social en la región. A su vez, se ratifica la buena performance de los sistemas constructivos desarrollados por el CEVE llamados BENO PET y TEJA de caucho y polietileno con las connotaciones positivas en cuanto a la posible disminución en la producción de CO₂, tanto por la disminución del consumo energético total anual, como la reducción de incineramiento de residuos como el caucho y plásticos aquí reciclados. Los resultados indican que un 82% del tiempo las condiciones de confort interior son aceptables. Los consumos de las opciones CEVE alcanzan valores cercanos a 40 kWh/m²/año. Cabe destacar que el caso CEVE 2 con teja pintada blanca ahorra un 43% de energía respecto al caso BASE y un 9% al caso CEVE, motivando así la continuación de la investigación en los aspectos aquí analizados. En definitiva, el caso CEVE presenta una performance excelente en cuanto a ahorro energético, reducción de contaminación y confort interior válida para reemplazar paulatinamente a la vivienda social masiva en la región bioclimática IIIa, con el impacto positivo que ello significaría.

Por otra parte, esta medida internacional (kWh/m²/año) permite comparar con estándares de viviendas en diferentes contextos climáticos y tecnológicos. Es posible optimizar el diseño y mejorar la calidad de las aislaciones sin modificar sustancialmente el proyecto o los sistemas constructivos.

No obstante, el proyecto puede ser mejorado en los siguientes aspectos planteados en líneas actuales de investigación: mejorar la calidad de las aberturas y moderar al máximo la cantidad de aberturas y su tamaño. Continuar con los ensayos y simulaciones

de techos ventilados de material reciclado y con los ensayos y simulaciones de sistemas de BENO PET bovedilla para disminuir el peso de las placas y los puentes térmicos. Incorporar vegetación en el modelo de simulación para el sombreado estival, incorporar otros prototipos compactos de vivienda social y evaluar diferentes materiales basados en residuos.

De los cuatro objetivos del proyecto marco, tres están en pleno proceso y el presente trabajo aporta conclusiones significativas al mismo:

- Desarrollar proyectos demostrativos de viviendas bioclimáticas que alcancen niveles aceptables de confort higrotérmico en diferentes contextos climático-económicos del país.
- Desarrollar y evaluar termo-energéticamente nuevos materiales de construcción (bloques, paneles y revestimientos termo-aislantes para paredes, pisos, cielorrasos y cubiertas).
- Desarrollar nuevos sistemas constructivos eficientes energéticamente y competitivos en el mercado nacional, tanto con materiales disponibles en el mercado, como con nuevos materiales no convencionales, incorporando en la optimización por simulación desarrollos nuevos y de otros grupos del CEVE.
- Optimizar la economía de los proyectos demostrativos desarrollados en la etapa anterior evaluando sobrecostos iniciales por la adopción de estrategias bioclimáticas pasivas y activas, sus períodos de amortización y los ahorros energético-económicos de funcionamiento logrados durante su vida útil.

En cuanto a optimizar los sistemas constructivos, se ha rediseñado, mediante cálculos higrotérmicos, el sistema BENO PET BOVEDILLA, la placa construida con bovedilla de PET (0,035 m de espesor). Los buenos resultados en cuanto a disminuir los problemas de excesivo peso de la placa, no presentar condensaciones, incluso en condiciones extremas, manteniendo una alta performance en cuanto a la transmitancia térmica a nivel de cálculos, permitió pasar al nivel de construcción en el taller experimental. Se adaptó el molde de ladrillos, se construyeron placas y se las ha sometido a ensayos. En esta línea se prevé también la construcción de la placa única con estructura de malla interior, la conveniencia o no de incorporar aditivo burbujeante para mejorar aún más conductividad sin descuidar la resistencia mecánica de las placas, tanto la BENO PET BOVEDILLA como la PLACA PET. Si se logra desarrollar una placa se disminuirían además los tiempos de construcción y se podría adaptar a otros sistemas constructivos y otros tipos de estructuras, siendo así un elemento altamente versátil con alta performance térmico- energética.

En cuanto a la terminación de la teja, se está evaluando la capacidad de adherencia de pinturas o recubrimientos mediante la incorporación de productos. Además, se continúa investigando la aplicación de numerosos aditivos retardantes de llama. En cuanto a los techos ventilados con este material, simulaciones preliminares han dado excelentes resultados en diversos climas. Se continuará trabajando en esta línea incluso en prototipo experimental.

REFERÊNCIAS

Arup Concrete Centre 2017. Dynamic-Thermal-Properties-Calculator-(ver-1-0)

Badescu V., Laaser N., Crutescu R., Crutescu M, Dobrovicescu A., Tsatsaronis G. Modeling, validation and time dependent simulation of the first large passive building in Romania. *Renew Energy*. 2011;36(01):142-57.

Berretta H., Arguello R., Gatani M., Gaggino R. “Certificado de Aptitud Técnica: Placa de ladrillos elaborados con PET reciclado y cemento”. Responsable Técnico: Asociación de Vivienda Económica. Resolución Número: 2721 de la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano de la Nación. Fecha de otorgamiento: 2007. Buenos Aires, Argentina.

Berretta H., Gaggino Rosana, Arguello Ricardo. “Patente de invención: Procedimiento para realizar una mezcla cementicia aplicable a la fabricación de elementos de construcción”. Titular: CONICET. País: Argentina. Número de Acta en INPI: P030101019. Número de Resolución: AR047617B1. Fecha de otorgamiento: 27 / 08 / 08.

Crawley, 2017. typical and extreme meteorological weather data of South America. http://climate.onebuilding.org/WMO_Regio_n_3_South_America/default.html

ECOTECT, <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-62481/ecotect-software-de-diseno-de-construccion-sustentable>.

Gaggino R., Arguello R., Berretta H. “Procedure for making a cement mixture aplicable to the manufacture of building elements”. *Recent Patents on Materials Science Journal*. ISSN: 1874-4648 (Print) 1874-4656 (Online). Editorial: Bentham Open Publications. Oak Park, E.E.U.U. Volumen: 3, Número: 3, Pp. 167 a 177. Junio de 2010.

Gaggino R., Kreiker J., Sanchez Amono M., Arguello R., Positieri M., Baronetto C. “Patente nacional: Composición de una mezcla para la fabricación de componentes constructivos”. Titulares: CONICET, AVE, y UTN UTN. País: Argentina. En gestión. Número de Expediente en INPI: 20150102786. Fecha de solicitud: 31/08/2015.

Gaggino R., Kreiker J., Sánchez amono M., Arguello R., Positieri M., Baronetto C. “Cover system for roofs manufactured with recycled polyethylene and rubber”. *Key Engineering Materials Journal*. ISSN: 1662-9795. Editorial: Trans Tech Publications. Zurich, Suiza. Volumen 668. Junio de 2016. Pp.348 a 356.

Gaggino R., Positieri M., Kreiker J., Peisino L., Sánchez Amono M., González Laría J., Baronetto C. “Certificado de Aptitud Técnica: Teja elaborada con caucho y plástico reciclados”. Número 3174. Expediente CUDAP S02: 0107903/2016 de la Dirección Nacional de Acceso al Suelo y Formalizaciones del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Responsable Técnico: Centro Experimental de Vivienda Económica. Fecha de otorgamiento: 18 / 10 / 2018. Buenos Aires, Argentina.

INDEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSO). 2011. Censo nacional 2010. Available at: <<http://www.indec.mecon.ar/>> Planillas V1, V2, V7.

INTI. “Argentina comienza a reciclar neumáticos fuera de uso” *Noticiero Tecnológico Semanal N°18*. Publicación digital del 26 de julio de 2010.

Lam J.C., Yang L., Liu J. Development of passive design zones in China using bioclimatic approach. *Energy Convers Manage*. 2006;47(04):746- 62.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) de la Nación. Informe del Estado del Ambiente. Año 2017.

Nejat P., Jomehzadeh F., Taheri M.M., Gohari M., Majid Mza. A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries).

Renewable & Sustainable Energy Reviews. 2015;43:843-862.

Norma IRAM 11549. Aislamiento térmico de edificios. Revisión of IRAM 11549:1993, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, 2002.

Norma IRAM 11604. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotermicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Calculo y valores límites, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 2001.

Norma IRAM 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, Argentina, 1996, Mod. 2002.

Norma IRAM 11659-1:2004. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotermicas. Ahorro de energía en refrigeración, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 2004.

Norma IRAM-11603. Clasificación bioambiental de la República Argentina, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, 1996.

Oga, M.; Sulaiman, H. 2018. Diseño sustentable basado en simulación de oficina/vivienda para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Deán Funes Córdoba, Argentina. V Congreso Sudamericano de Simulación de Edificios. IBPSA Chile – Argentina-Brasil. International Building Performance Simulation Association. Valparaíso, Chile 27-28 de setiembre de 2018.

Omran H.; Marsono A.K.. Optimization of Building Energy Performance through Passive Design Strategies. British Journal of Applied Science & Technology 13(6): 1-16, 2016.

Publicaciones periódicas CEAMSE. Argentina. Año 2017

Sadineni SB, Madala S, Boehm RF. Passive building energy savings: A review of building envelope components. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011;15(08):3617-31.

Sulaiman y Lara, 2018. Simulación térmico-energética de prototipo de vivienda social FADIPEV con sistema constructivo liviano en clima húmedo y árido. La Serena Chile - San Juan Argentina. V Congreso Sudamericano de Simulación de Edificios. IBPSA Chile – Argentina-Brasil. International Building Performance Simulation Association. Valparaíso, Chile 27-28 de setiembre de 2018.

Sulaiman, H. 2011. Confiabilidad y economía en la optimización de las estrategias bioclimáticas. Tesis doctoral (S). Programa de Doctorado de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad de Mendoza.

Sulaiman, H., Mazzocco, Ma. Pía, Filippin, Celina. 2017. Análisis Económico-Energético de Envolventes Aisladas con Simulación en CASAFAD en dos Ciudades de Argentina. Anais no XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e X Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído realizado de 27 a 29 de setembro de 2017, na UNIVALI campus Balneário Camboriú/SC.

Tejavathu RU, RAVI P, SHUKLA K. Life cycle energy analysis of buildings: an overview. EnergyBuild 2010;42(10):1592-600.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração 35, 99, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 137, 220, 221, 224, 236, 242, 244, 248, 249, 250, 267

Aeroporto 251, 254, 255, 256, 257, 261, 262, 265

Amazônia 55, 183, 184, 185, 189, 190, 191, 193, 194, 220, 251, 255, 256, 257, 265, 266

Aprendizagem 13, 17, 22, 196, 197, 198, 199, 239, 240, 242, 243, 245, 246, 249

Áreas Verdes 105, 107, 112, 113, 117, 132

Atributos do solo 64

B

Balanço Social 92, 95, 96, 99, 103, 104, 236

Biodigestores 47, 48, 50, 56

Biogás 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56

Biomassa 47, 48, 49, 50, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Biomassa florestal 49, 57, 58

Biopesticida 173

C

Calorimetria 159

Clima Urbano 105, 106, 116, 118

Combustível nuclear usado 26

Compactação do solo 64, 71, 202

Compensado 91

Conduta Sustentável 34

Construção Civil 13, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 93, 200, 206

Consumo 1, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20, 35, 41, 76, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 95, 102, 121, 122, 127, 135, 168, 193, 201, 224, 229, 251, 254, 255, 257, 261, 262, 264, 265, 274, 278

Consumo energia 14

Controle alternativo 172, 174

Cooperativa de recicláveis 239, 246

Correlação de Pearson 57

Cuidado de si 267, 268, 269, 274, 275, 276, 279

Cultura Ambiental 34, 44, 45

Cultura de paz 267, 268, 271, 276, 278, 279

D

Degraded areas 210, 213
Dejetos bovinos 47, 48
Desagregação do solo 64, 65, 69, 71, 72
Disclosure ambiental 220, 223
Diseño bioclimático 75, 76, 77, 78, 81, 87
Divulgação Ambiental 221, 223

E

Ecologia 199, 267, 268, 273, 274, 276, 278, 279
Ecosystem quality 209, 210
Educação 1, 10, 11, 20, 24, 38, 42, 105, 119, 121, 122, 123, 126, 128, 129, 139, 156, 192, 196, 197, 198, 199, 200, 207, 208, 267, 268, 270, 274, 275, 278, 279
Efeitos diretos e indiretos 57, 58, 59, 60, 61
Energia renovável 251, 252, 265
Energia Solar 251, 254, 255, 257, 262, 265, 266
Ensino 14, 16, 120, 125, 126, 127, 128, 129, 192, 193, 196, 197, 199, 200, 207, 244, 245, 246, 248, 267
Envolventes 75, 76, 90
Erosão 64, 65, 66, 69, 70, 73, 74, 202
Espaço Urbano 117, 132, 133, 205, 251, 255, 265
Estrategias de enseñanza 159
Extrativismo 183, 184, 185, 191, 193, 194

F

Floresta Estacional Decidual 57, 59, 63
Fotovoltaica 251, 252, 255, 257, 259, 266
Fragmentos florestais 105

G

Gás Metano 47, 49, 51
Gestão 26, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 92, 95, 103, 104, 119, 120, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 137, 183, 185, 194, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 248, 249, 250, 253
Gestão Ambiental 26, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 103, 119, 120, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 236
Gestores ambientais 119, 123

H

Hemiptera 172, 173, 179, 180, 181, 182

I

Índice de Sustentabilidade Empresarial 221, 222, 227, 236

Inovação 15, 122, 173, 188, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 248, 249

Inseto-praga 173

J

Jatropha curcas 173, 174

L

Latossolo Vermelho-Amarelo 64

LCOE 25, 26, 27, 31

Leis ambientais 1, 6, 11

M

Materiales reciclados 75, 78, 79

Microclima Urbano 105

Morfologia 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179

Multicolinearidade 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

N

Não-violência 267, 269, 271, 272

Nim 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

P

Parques 117, 130, 131, 132, 133, 138, 140, 141, 145, 156, 244

Planejamento Urbano 131, 132, 133, 157

Planeta 1, 3, 6, 7, 9, 11, 95, 130, 224, 227, 248, 269, 273, 274

Política públicas 14

Práticas sustentáveis 33, 34, 35, 43, 44, 119, 124, 125, 126, 127, 128

Problemas Integradores 159, 171

R

Reciclagem 1, 8, 9, 11, 26, 229, 238, 242, 245, 246, 247, 249, 250, 274

Reciclagem e Legislação 1

Recurso metodológico 196, 198, 207

Relatórios de Sustentabilidade 97, 221, 223, 227, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235
Reservas Extrativistas 183, 184, 185, 188, 189, 191, 194
Resíduos reciclados 75, 76, 78
Responsabilidade Socioambiental 33, 36, 37, 41, 43, 44, 91, 92, 93, 94, 95, 103
Revitalização 131, 149, 156
Roteiro interpretativo 196

S

Saneantes Domissanitários 14, 15, 17, 18, 19, 21
Setor Privado 34, 45
Silvicultura Urbana 105
Simulación térmico energética 75, 76
Socioambiental 33, 36, 37, 41, 43, 44, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 103, 199, 225, 243, 248
Sustentabilidade 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 38, 39, 40, 45, 74, 91, 92, 95, 97, 102, 103, 104, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 172, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 191, 193, 194, 197, 198, 207, 220, 221, 222, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 241, 251, 265, 274
Sustentabilidade ambiental 7, 11, 13, 15, 45, 122, 172, 227

T

Temporariness 209
Teor de água no solo 64, 71
Térmico-energética 75, 90
Termometría 159
Trabajo experimental 159, 169
Trilhas 196, 197, 198, 199, 207, 208

U

Urban farm 210
Usinas Nucleares 25

V

Viabilidade econômica 25, 251, 266

W

Wikiloc 196, 198, 200, 201

Y

Yoga 267, 268, 269, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278

 **Atena**
Editora

2 0 2 0