

# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

## 2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Viviane Teleginski Mazur  
(Organizadores)

# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

## 2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Viviane Teleginski Mazur  
(Organizadores)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Lorena Prestes

**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**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Viviane Teleginski Mazur. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-145-9            DOI 10.22533/at.ed.459202906</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Mazur, Viviane Teleginski.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado Vol. 1 e 2 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 24 capítulos, com assuntos voltados a engenharia elétrica, materiais e mecânica e sua interação com o meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 27 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, da construção civil com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção de baixo com baixo impacto ambiental.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões sobre temas atuais nas engenharias, de maneira aplicada as novas tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Viviane Teleginski Mazur

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O PLANETA URBANO: A PELE QUE HABITAMOS E A CIDADE DENTRO DA CIDADE – <i>SMART CITIES</i>	
Adriana Nunes de Alencar Souza	
DOI 10.22533/at.ed.4592029061	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
A BICICLETA COMO “NOVO” MODO DE MOBILIDADE EM LISBOA	
João Carlos Duarte Marrana	
Francisco Manuel Camarinhas Serdoura	
DOI 10.22533/at.ed.4592029062	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
REDE CICLOVIÁRIA DO MUNICÍPIO DE AVEIRO: O QUE É E O QUE PODERIA SER	
José Otávio Santos de Almeida Braga	
Vanessa dos Santos Passos	
DOI 10.22533/at.ed.4592029063	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
A INTERAÇÃO ENTRE AS CIDADES E O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE ALTO DESEMPENHO À LUZ DE EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS	
Marne Lieggio Júnior	
Brunno Santos Gonçalves	
Sérgio Ronaldo Granemann	
DOI 10.22533/at.ed.4592029064	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
GESTÃO DE ENERGIA E POLUENTES EM TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS: UMA OTIMIZAÇÃO INTERMODAL SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	
Shadia Silveira Assaf Bortolazzo	
João Eugênio Cavallazzi	
Amir Matar Valente	
DOI 10.22533/at.ed.4592029065	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
DEL EDIFICIO AL ÁREA URBANA. ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA DEMANDA DE ENERGÍA RESIDENCIAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO-AMBIENTAL	
Graciela Melisa Viegas	
Gustavo Alberto San Juan	
Carlos Alberto Discoli	
DOI 10.22533/at.ed.4592029066	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>85</b>
UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SEPARADORES DE ÁGUA E ÓLEO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Neemias Eloy Choté	
Luciana Carreiras Norte	
José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves	
Fabiano Battemarco da Silva Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4592029067	

**CAPÍTULO 8 ..... 98**

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL GERADOS PELOS CURSOS FIRJAN SENAI: O ESTUDO DE CASO DA UNIDADE RODRIGUES ALVES, RJ

Verônica Silva Neves

Fernanda Valinho Ignacio

Simone do Nascimento Dória

**DOI 10.22533/at.ed.4592029068**

**CAPÍTULO 9 ..... 112**

TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA RECICLAGEM DE *DRYWALL*: APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE ALVENARIA

Isabel Pereira Vidigal de Oliveira

Joyce Sholl Altschul

Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

**DOI 10.22533/at.ed.4592029069**

**CAPÍTULO 10 ..... 119**

LOGÍSTICA REVERSA EM EMPRESAS DOS MUNICÍPIOS DE REDENÇÃO E XINGUARA

Daniela de Souza Morais

Ana Paula Tomasio dos Santos

Armando José de Sá Santos

Suanne Honorina Martins dos Santos

Jomar Nascimento Neves

**DOI 10.22533/at.ed.45920290610**

**CAPÍTULO 11 ..... 130**

PROBLEMAS AMBIENTALES DE LA TIERRA VACANTE FRENTE A LA EXPANSIÓN URBANA EN EL PARTIDO DE LA PLATA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Julieta Frediani

Daniela Cortizo

Jesica Esparza

**DOI 10.22533/at.ed.45920290611**

**CAPÍTULO 12 ..... 147**

A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E OS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DE CUIABÁ-MT

Levi Pires de Andrade

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

José de Souza Nogueira

Flávia Maria de Moura Santos

Carlo Ralph De Musis

Jonathan Willian Zangeski Novais

**DOI 10.22533/at.ed.45920290612**

**CAPÍTULO 13 ..... 160**

METODOLOGIA UTILIZADA PARA O MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO REFERENTE AO ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - RMBH NO ANO DE 2015

Jeane Dantas de Carvalho

Marília Carvalho de Melo

Luiza Pinheiro Rezende Ribas

Paula Pereira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.45920290613**

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>176</b>
DETERMINAÇÃO DE VAZÕES ECOLÓGICAS DE UM RIO ATRAVÉS DE DIFERENTES METODOLOGIAS HIDROLÓGICAS, ESTUDO DE CASO: RIO GUALAXO DO SUL/MG	
Igor Campos da Silva Cavalcante	
Lígia Conceição Tavares	
Ian Rocha de Almeida	
João Diego Alvarez Nylander	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290614</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>186</b>
ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR APLICADA COMO ADSORVENTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM FUCSINA BÁSICA	
Milena Maria Antonio	
Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290615</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>199</b>
TECNOLOGIA INOVADORA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO: LODO ATIVADO POR AERAÇÃO ESTENDIDA	
Ana Carolina Carneiro Lento	
Fernando de Oliveira Varella Molina	
Karen Kiarelli Souza Knupp Lemos	
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>208</b>
PARCELAS E OBJETOS TERRITORIAIS: UMA PROPOSTA PARA O SINTER	
Rovane Marcos de França	
Adolfo Lino de Araújo	
Flavio Boscatto	
Cesar Rogério Cabral	
Carolina Collischonn	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>221</b>
TIJOLO SOLO CIMENTO: ANÁLISE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	
Ândeson Marcos Nunes de Lima	
Karen Niccoli Ramirez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290618</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>233</b>
ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS COM CAL (UM ESTUDO DE CASO DIRIGIDO A UM SOLO ARENO-ARGILOSO NA FORMAÇÃO AQUIDAUANA)	
Marcelo Macedo Costa	
Jaime Ferreira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290619</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>244</b>
ESTUDO DA ADIÇÃO DO PAPEL RECICLADO NO CONCRETO PARA FABRICAÇÃO DE PEÇA DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO	
Camilla Gomes Arraiz	
Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque	
Leticia Maria Brito Silva	

Mariana de Sousa Prazeres  
Jayron Alves Ribeiro Junior  
Moises de Araujo Santos Jacinto  
Thainá Maria da Costa Oliveira  
Bruna da Costa Silva  
Marcos Henrique Costa Coelho Filho  
Yara Lopes Machado  
Eduardo Aurélio Barros Aguiar  
**DOI 10.22533/at.ed.45920290620**

**CAPÍTULO 21 ..... 255**

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À ADERÊNCIA ENTRE OS MÉTODOS EXECUTIVOS DE REVESTIMENTO:  
ÚMIDO SOBRE ÚMIDO E CONVENCIONAL COM ARGAMASSA ACIII

Rayra Assunção Barbosa Magalhães  
Alberto Barbosa Maia  
Antônio Sérgio Condurú Pinto  
Israel Souza Carmona  
Izanara Ferreira da Costa  
Luiz Alberto Xavier Arraes  
Luzilene Souza Silva  
Marcelo De Souza Picanço  
Marlos Henrique Pires Nogueira  
Mike da Silva Pereira  
Núbia Jane da Silva Batista  
Pedro Henrique Rodrigues de Souza  
**DOI 10.22533/at.ed.45920290621**

**CAPÍTULO 22 ..... 266**

ESTUDO DE PAVIMENTO DRENANTE COMO SISTEMA ALTERNATIVO DE DRENAGEM URBANA

Augusto César Igawa de Albuquerque  
Marcelo Teixeira Damasceno Melo  
Antonio Jorge Silva Araújo Junior  
Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa  
**DOI 10.22533/at.ed.45920290622**

**CAPÍTULO 23 ..... 280**

AValiação DO INCÔMODO SONORO DEVIDO A EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AERONÁUTICO NO ENTORNO  
DO AEROPORTO DE BRASÍLIA

Edson Benício de Carvalho Júnior  
Wanderley Akira Shiguti  
Alexandre Gomes de Barros  
Armando de Mendonça Maroja  
José Matsuo Shimoishi  
Wesley Candido de Melo  
Sérgio Luiz Garavelli  
**DOI 10.22533/at.ed.45920290623**

**CAPÍTULO 24 ..... 296**

RECONSTRUÇÃO CADASTRAL DE PROPRIEDADES ATINGIDAS POR LINHAS DE TRANSMISSÃO DA  
EMPRESA CGT ELETROSUL

Vivian da Silva Celestino Reginato  
Cleice Edinara Hubner  
Samuel Abati  
**DOI 10.22533/at.ed.45920290624**

<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>308</b>
ILUMINAÇÃO, CONFORTO E SEGURANÇA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO	
Cristhian Elisiario Nagawo	
Elcione Maria Lobato de Moraes	
Thaiza de Souza Dias	
Sonia da Silva Teixeira	
Athena Artemisia Oliveira de Araújo Vieira	
Ana Caroline Borges Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290625</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>320</b>
RELATO DE EXPERIÊNCIA: UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO REALÍSTICA E INTERDISCIPLINARIDADE NO CURSO TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO NA CIDADE DE LORENA	
Bruno Leandro Cortez de Souza	
Ana Cecília Cardoso Firmo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290626</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>326</b>
SOS GAMES: JOGO EDUCACIONAL NA ÁREA DE SAÚDE EM SCRATCH	
Guilherme Henrique Vieira de Oliveira	
Bruno Vilhena de Andrade Velasco	
Luciane Carvalho Jasmin de Deus	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45920290627</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>332</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>333</b>

## DEL EDIFICIO AL ÁREA URBANA. ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA DEMANDA DE ENERGÍA RESIDENCIAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO-AMBIENTAL

Data de aceite: 23/06/2020

Fecha de sumisión: 06/03/2020

### Graciela Melisa Viegas

Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

La Plata- Argentina.

ORCID 0000-0001-6248-4678

### Gustavo Alberto San Juan

Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

La Plata- Argentina.

0000-0001-8924-9918

### Carlos Alberto Discoli

Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

La Plata- Argentina.

0000-0002-6944-5492

**RESUMEN:** El presente trabajo tiene por objetivo comparar los efectos de la demanda de energía del sector residencial

en diferentes escalas de intervención, a partir de la construcción de indicadores morfológicos-constructivos, energéticos y económico-ambientales. La metodología se desarrolla a partir de: la detección de edificios y sectores urbanos representativos de la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina; la realización de simulaciones térmicas de edificios; y el cálculo de indicadores que luego son extrapolados a la ciudad a partir de sistemas de información geográfica. Los resultados demuestran que los impactos de las condiciones energéticas, económicas y ambientales de las viviendas son diferentes y sustantivos en la escala barrial y urbana y así deben ser considerados para lograr mayor efecto sobre la mejora de la calidad edilicia de las ciudades.

**PALABRAS-CLAVE:** Calidad térmica edilicia- Escalas de intervención--Sectores urbanos representativos

FROM THE BUILDING TO THE URBAN AREA. MULTI-SCALE ANALYSIS OF RESIDENTIAL ENERGY DEMAND AND ITS ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACT

**ABSTRACT:** The purpose of this work is to compare the effects of the energy demand of the residential sector at different scales of intervention, based on the construction

of morphological-constructive, energetic and economic-environmental indicators. The methodology is developed from: the detection of buildings and urban sectors representative of the city of La Plata, Buenos Aires, Argentina; the realization of thermal simulations of buildings; and the calculation of indicators that are then extrapolated to the city from geographic information systems. The results show that the impacts of the energetic, economic and environmental conditions of the houses are different and substantive in the neighborhood and urban scale and thus should be considered to achieve greater effect on the improvement of the building quality of cities.

**KEYWORDS:** Building thermal quality - Intervention scales-Representative urban sectors

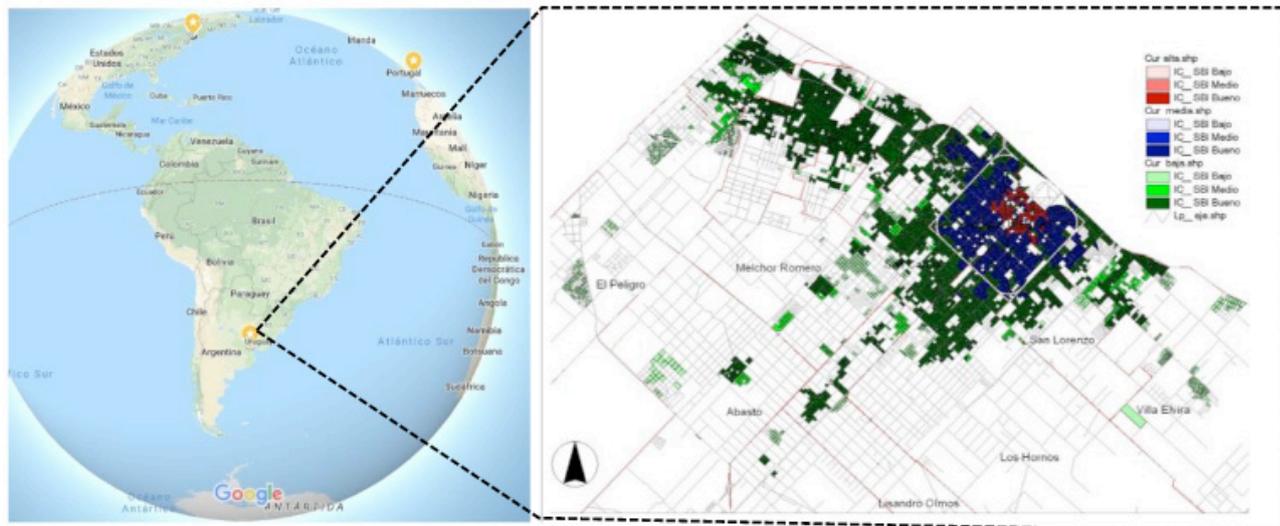
## 1 | INTRODUCCIÓN

La dispersión sub-urbana se conoce como el fenómeno de desarrollo urbano del siglo XXI en el cual la ciudad extiende sus límites sobre el suelo rural. Trae aparejadas dificultades relacionadas con problemáticas ambientales, ya que se produce mayor explotación de suelo, mayor consumo de agua, mayor demanda de energía, y por consiguiente mayor emisión de contaminantes a la atmosfera.

Su forma está caracterizada por la baja densidad, y sus características ambiental y socialmente impactantes, son altamente negativas para el territorio. En Latinoamérica, se reconoce la opción de la compacidad como una alternativa sustentable, si se considera el ahorro energético, la economía de la infraestructura y los beneficios económicos asociados a los desarrollos compactos (Instituto Cerdá, 1999; Edwards, 2008; Diputación de Barcelona, 2000; Poelmans y Rompaey, 2009; Rueda, 1997; Hasse y Lathrop, 2003; Mesa y De Rosa, 2005). A nivel mundial, se considera que se ha intentado frenar esta dispersión y aumentar la densidad a partir de políticas de planeamiento urbano, que indicaron densidades mínimas para el desarrollo de nuevas edificaciones y barrios con lo cual tender a desarrollos más sustentables a largo plazo (Kosak, 2012). Sin embargo estos lineamientos no resuelven de manera lineal el problema debido a que además debería considerarse la calidad de las envolventes edilicias.

En este contexto, la ciudad de La Plata (Bs. As., Argentina), caso de estudio de esta investigación, es reflejo de las problemáticas enunciadas previamente. Por un lado, la mayor extensión poblacional y de viviendas se localiza con un modelo urbano disperso. Por el otro, la calidad de la envolvente de dichos edificios no responde a modelos de ahorro energético, ya que no se cumplen los niveles mínimos que establecen las normativas de acondicionamiento térmico. Para visualizar este fenómeno, la figura 1 muestra la representación del indicador “consolidación urbana residencial- CUR” que integra la densidad edilicia (DE) con la cobertura de servicios básicos de infraestructura (SBI). La consolidación alta, de mayor compacidad, representa el 2% del total del área; la consolidación media representa el 17% y la consolidación baja, de tejido disperso, representa el 81% del territorio. Las áreas de baja consolidación alojan al 60% de las viviendas, al 70% de la población y a su vez muchos barrios de esta área presentan menores recursos económicos, no cuentan con cobertura de gas natural por red, y en consecuencia deben abastecerse con gas envasado que en general

tiene alto costo, o suplementar la climatización con energía eléctrica.



Por otro lado, el consumo energético en las ciudades es muy significativo, implicando dos tercios de la energía total consumida en el mundo. Dentro de ellas, los edificios son los que se hacen cargo del 50% de esa energía. En la Unión Europea por ejemplo, los edificios son responsables de más del 40% del consumo de energía total (Rodríguez Alvarez, 2016). Esto verifica el impacto que tienen las ciudades en relación al consumo de energía. En particular el sector residencial en Argentina en 2018 (último balance energético publicado) consumió el 25,8% (14,1 Mtep) del total de energía generada, el segundo mayor consumidor luego del sector transporte (31,7%). El 62,4% corresponde a gas distribuido, el 8,5% a gas licuado y el 27,08% a electricidad (Balance Energético Nacional, 2020). Y por otro lado, esta energía consumida deriva en un importante impacto con respecto a las emisiones de dióxido de carbono sobre el ambiente ya que el sector energético emite más del 60% del total de CO<sub>2</sub> del país, las cuales son las principales causantes del calentamiento global en nuestro planeta.

Como respuesta a esta situación diversos ejemplos nacionales e internacionales permiten definir medidas que mitigan los impactos negativos que nuestra ocupación en el territorio está provocando. En cuanto al sector de los edificios, las medidas abarcan la eficiencia energética y el reemplazo de energías fósiles por renovables (Gauzin Müller, 2002; Ruano, 1999). Sin embargo, la gran mayoría de los estudios y avances se refieren a la escala de los edificios individuales y no abordan la escala masiva que es la que podría proporcionar mayores reducciones del consumo energético y del impacto ambiental, debido a su complejidad. Asimismo, abordarla permitiría mejorar la calidad de vida de la población urbana.

### Modelos urbanos de abordaje del problema energético residencial

A nivel internacional se han desarrollado modelos que tienen por objetivo analizar la

performance energética de sectores urbanos y ciudades y permiten evaluar la aplicación de estrategias de intervención para mejorar las condiciones actuales, reducir el consumo de energía y el impacto ambiental.

En Li C. et al (2018) se demuestra a partir de un modelo urbano que la densidad edilicia del vecindario podría influir significativamente en el consumo de electricidad del hogar durante los meses de verano. Egusquiza et al (2018) desarrollan un modelo **ágil** que analiza el valor energético de áreas urbanas históricas, utilizando mapas urbanos para evaluar estrategias de eficiencia energética. El modelo establece un índice que relaciona el ahorro de energía con los costos de su realización. El trabajo de Li (2018) resulta de interés ya que se aboca a determinar, a través de técnicas de agrupamiento sobre imágenes satelitales, grupos de edificios representativos de la demanda de energía para calefacción y refrigeración. Se verifica su factibilidad a través de simulaciones detalladas de los edificios determinando un nivel de error de estimación muy bajo (entre 0,03 y 3%). Van der Hoeven y Wandl (2015) analizan la relación entre la isla de calor urbana y las necesidades de enfriamiento y calentamiento de los edificios en pos de mejorar el confort térmico de las personas, y advierten los riesgos futuros que sufrirían ciertos sectores de la ciudad si esto no es considerado.

Finalmente en Rodriguez Alvarez (2016) se realiza una síntesis de los modelos energéticos urbanos a escala mundial (*EEP- energy and environmental prediction model; LT model; Ursos; SunTool; Climate Lite; GDR-energy model; UMI- urban modeling interface*) para desarrollar uno específico que combina aspectos observados. En el trabajo se observa que en general la diversidad de modelos trabaja a partir de clasificaciones tipológicas de edificios, simulaciones térmicas estacionarias o dinámicas de los mismos (en algunos casos recurriendo a programas como el Energy Plus), e integración de la información a través de Sistemas de Información geográfica, para visualizar los impactos a nivel urbano. Asimismo recurren al procesamiento digital de imágenes y a modelos digitales de elevación para obtener información detallada de la geometría urbana. El modelo final desarrollado por el autor es el Urban Energy Building Index (UEBI), que se basa en algunos de los analizados (LT model y el Energy Index), y considera la influencia de la morfología en la performance energética de la ciudad, a través de simplificarla en un patrón regular que toma los promedios geométricos de la actual morfología. Establece parámetros de especificaciones de materiales y ocupación y no considera situaciones micro-climáticas.

El análisis de las diferentes investigaciones así como la síntesis de los modelos urbanos permiten concluir que: existe una necesidad de generar información muchas veces inexistente a nivel urbano para evaluar el impacto energético de la ciudad; es necesario encontrar metodologías de análisis que permitan generalizar resultados en distintas regiones; es fundamental simplificar variables para abordar la problemática; es necesario abordar a la densidad urbana ya que plantea problemáticas asociadas a la isla de calor y por consiguiente a la demanda de energía para calefacción y refrigeración; y es necesario desarrollar herramientas simplificadas que permitan evaluar el impacto del consumo energético urbano para poder establecer lineamientos y políticas de acción para revertirlo.

En función de los antecedentes, la presente investigación avanza en el desarrollo de

un modelo metodológico aplicable a ciudades intermedias, basado en el análisis de la ciudad de La Plata como caso de estudio, a partir de abordar las diferentes escalas de intervención: los edificios, los sectores urbanos y la ciudad. El objetivo es analizar y comparar el efecto de la demanda de energía del sector residencial en la escala edilicia, barrial y urbana, a partir de la construcción de indicadores urbano-edilicios que definen la potencialidad de la ciudad para recibir mejoras energético-ambientales. Se desarrolla un estudio regional que establece una metodología replicable en otras regiones con características similares. Se funda en la necesidad de evaluar las diferencias obtenidas al analizar los edificios individualmente, integrados a un sector urbano, o integrados a la ciudad para determinar cuáles son las escalas de intervención críticas.

## 2 | METODOLOGÍA

La metodología se desarrolla a partir de la definición de edificios y sectores urbanos representativos de la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina, la realización de simulaciones térmicas de los edificios y a partir de ellas, la definición de indicadores que luego son extrapolados al sector urbano y a la ciudad a partir de sistemas de información geográfica.

A los sectores urbanos representativos los denominamos mosaicos urbanos. Se trata de sectores reducidos cuyos componentes principales son las unidades de edificios asociadas a tipologías arquitectónicas conocidas, localizadas en parcelas, formando manzanas o cuadras. La disposición de estos componentes sobre el territorio conforma un tipo de mosaico característico, que determinará la compacidad urbana del sector. La figura 3 muestra dos sectores urbanos seleccionados para este análisis que representan a las áreas de consolidación baja (baja compacidad edilicia) y media (media compacidad edilicia) de la figura 2.

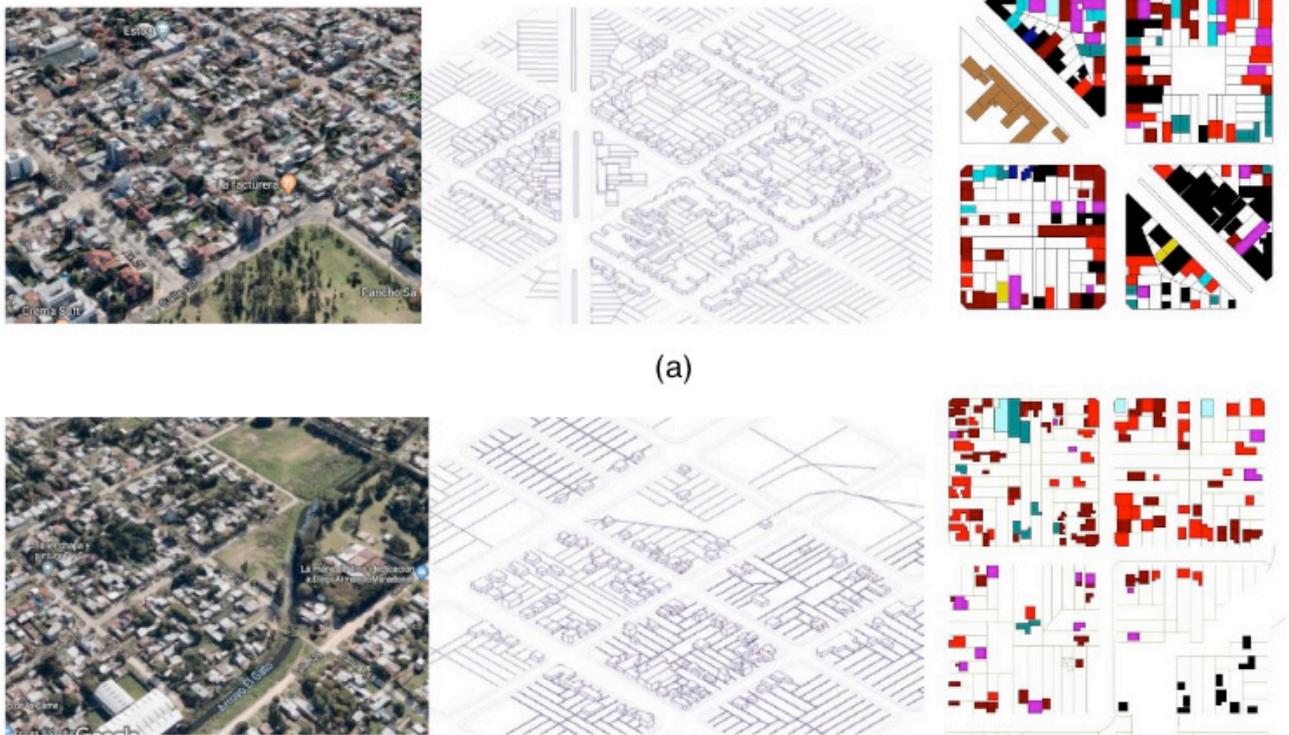


Fig. 2. Morfología simplificada de dos mosaicos objeto de estudio y la representatividad tipológica de cada unidad edilicia en el sector. (a) MU1 de media consolidación. (b) MU2 de baja consolidación.

El análisis de las unidades de edificios se desarrolla a partir de asociarlas a diferentes tipologías de vivienda, determinadas por relevamiento de campo y con análisis de imágenes urbanas (Viegas, 2014), detectando cuales son las tipologías predominantes y qué superficie construida total poseen.

En función de las características morfológicas de las unidades edilicias y de catálogos existentes (IAS-FIPE, 1987) las tipologías morfológicas básicas se clasifican y nomenclan como se explica en tabla 1, así como también sus variantes de acuerdo a las características constructivas de las cubiertas y la orientación en la manzana urbana.

Tipologías morfológicas básicas	Variantes constructivas de cubiertas	Variantes de orientación en la manzana
*Ti.1.viviendas compactas de un nivel *Ti.2.viviendas compactas de dos niveles *Ti.3.viviendas poco compactas 1 nivel	Ti.nº.a. Cubierta inclinada de chapa galvanizada con aislamiento térmico mínimo	Ti.nSO.Frente suroeste
		Ti.naSE.Frente sureste
		Ti.naNO.Frente noroeste
		Ti.naNE.Frente noreste
	Ti.nº.b. Cubierta plana de hormigón armado sin aislamiento térmico.	Ti.nbSO.Frente suroeste
		Ti.nbSE.Frente sureste
		Ti.nbNO.Frente noroeste
		Ti.nbNE.Frente noreste
	Ti.nº.c. Cubierta inclinada de tejas cerámicas con aislamiento térmico mínimo.	Ti.ncSO.Frente suroeste
		Ti.ncSE.Frente sureste
		Ti.ncNO.Frente noroeste
		Ti.ncNE.Frente noreste
T4. Edificio de uso público	Ti.4.a.Cubierta inclinada de chapa galvanizada con aislamiento térmico mínimo	Ti.4aSO.Frente suroeste
		Ti.4aSE.Frente sureste
		Ti.4aNO.Frente noroeste
		Ti.4aNE.Frente noreste
	Ti.4.b.Cubierta plana de hormigón armado sin aislamiento térmico.	Ti.4cSO.Frente suroeste
		Ti.4cSE.Frente sureste
		Ti.4cNO.Frente noroeste
		Ti.4cNE.Frente noreste

Tabela 1. Descripción de las unidades edilicias y sus variantes constructivas y de orientación.

Una vez definidas las tipologías básicas, se determina la composición tipológica de cada manzana como el porcentaje de cada grupo de edificios respecto del total en los dos mosaicos urbanos seleccionados (ver figura 2). Luego se realiza un análisis detallado de las tipologías morfológicas básicas que consiste en: relevamiento morfológico-constructivos y de usos; auditoría térmico-energética; elaboración de modelos de simulación térmica dinámicos; ajuste de modelos en función de la auditoría; desarrollo de variantes (constructivas y de orientación) en las tipologías básicas a partir de los modelos iniciales.

El programa de simulación térmica utilizado es el SIMEDIF para Windows, que permite ajustar los modelos con los datos térmicos medidos y evaluar el comportamiento térmico y energético frente a determinadas variaciones (climáticas, constructivas, de orientación) (Flores Larsen y Lesino, 2001). La modificación de los modelos de simulación básicos produjo como resultado 44 modelos totales que representan a los edificios relevados en los MU objeto de estudio. Sobre ellos se calculó la demanda de energía auxiliar diaria de cada local de los edificios para el día más crítico del invierno (21 de junio). Las simulaciones consideraron tanto las pérdidas de energía como las ganancias por asoleamiento. Las consideraciones de la simulación fueron: alcanzar una temperatura de base de 18°C en locales principales y 16°C en locales secundarios; simular bajo una T° min, media y máxima de 0°C; 8°C y 16°C, respectivamente; y exposición a una radiación solar horizontal media diaria de 6,02 MJ

A partir de la información obtenida de las simulaciones térmicas se calculan los indicadores en los diferentes niveles de integración, para entender el comportamiento de un

área urbana desde la unidad edilicia a la ciudad (Viegas, 2014). En el nivel de las unidades edilicias la unidad que permitirá la extrapolación de los indicadores es el área construida por cada tipología o el porcentaje relevado de cada tipología con respecto al total del área. En el nivel de mosaico urbano las unidades de extrapolación son el área total de manzana (hectáreas), y el número de viviendas por hectárea. A partir de estos indicadores, es posible extrapolarlos al nivel área homogénea de la ciudad utilizando los sistemas de información geográfica –SIG–.

Los indicadores calculados se han clasificado en tres grupos: los que caracterizan morfológica y constructivamente el área, los que definen su comportamiento energético, y los económico-ambientales como producto de los anteriores.

Los indicadores morfológico-constructivos permitirán definir el patrón en cuanto a forma edilicia y materialización de la envolvente de un mosaico específico. Se basan en la evaluación del coeficiente volumétrico  $G$  de pérdidas de calor (adimensional)<sup>1</sup> y de los coeficientes de transmitancia térmica  $U$  de la envolvente de techos y muros ( $W/m^2\text{°C}$ )<sup>2</sup>. Los mismos se evalúan en función del cumplimiento de normativas de acondicionamiento térmico de Argentina que son de carácter orientativo en la construcción privada (IRAM, 1996), pero que se han establecido como obligatorias en la provincia más poblada del país, Buenos Aires. La norma establece tres niveles, el “C” mínimo; el “B” medio; y el “A” recomendado. La normativa provincial mencionada exige el nivel B.

El indicador de comportamiento energético considera la demanda de energía para climatización invernal. Se calcula la demanda de energía diaria para el día más desfavorable del invierno y se lo multiplica por el número de días (90 días) para tener un indicador anual.

Los indicadores de comportamiento económico-ambiental son derivados de los anteriores. Se toman dos parámetros: las emisiones de  $CO_2$  por combustión de energía fósil y el costo de la energía diaria, y ambos consideran si el suministro de la energía es por gas natural o por gas licuado de petróleo. En consecuencia el factor de emisión de Gas natural es de  $1,91 \text{ kg } CO_2/m^3$ , mientras que para gas licuado (GLP) es de  $2,26 \text{ kg } CO_2/m^3$  equivalente<sup>3</sup>. En cuanto al costo de la energía se considera el costo del gas natural de la región establecido por el ente regulador del gas de Argentina a noviembre de 2019 (ENARGAS), para el gas natural es  $0,18\text{USD}^4/m^3$  (más 26% de impuestos, no se consideran los cargos fijos que son aproximadamente  $0,17 \text{ USD}$  diarios) y para el gas envasado es  $0,38 \text{ USD}/m^3$  equivalente.

---

1 La energía que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen, unidad de tiempo y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario, que deberá suplir el sistema de calefacción para mantener constante la temperatura interna del local.

2 Medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, formado por una o más capas de material, de caras plano paralelas, cuando hay un gradiente térmico de  $1^\circ\text{C}$  ( $1 \text{ K}$ ) de temperatura entre los dos ambientes que éste separa.

3 El factor de emisión del gas envasado o GLP se calcula por kg de combustible, lo que significaría que el FE del GLP =  $2,894 \text{ kg } CO_2/kg$ . A efectos del cálculo se ha convertido a  $m^3$  equivalentes de GN.

4 Cotización moneda extranjera al 03/2020:  $1\text{USD}=63,42 \text{ \$Ar}$ .

### 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los principales resultados organizados en base al análisis morfológico constructivo; al análisis energético, y al análisis económico-ambiental.

#### 3.1 Análisis morfológico constructivo

La Tabla 2 muestra el análisis morfológico constructivo de las unidades edilicias relevadas en ambos sectores urbanos.

Unidad edilicia		G		U muros (W/m <sup>2</sup> °C)			U cubiertas (W/m <sup>2</sup> °C)				
		Calculado	Admisible	Calculado	Admisible			Calculado	Admisibles		
					A	B	C		A	B	C
Tipología 1	Ti 1a (chapa)	2,2	1,85	1,88	0,38	1	1,85	0,98	0,32	0,8	1
	Ti 1b (losa)	3,2	1,85	1,88	0,38	1	1,85	3,82	0,32	0,8	1
	Ti 1c (teja)	2,1	1,85	1,88	0,38	1	1,85	0,8	0,32	0,8	1
tipología 2	Ti 2 a (chapa)	2,3	1,95	1,24	0,38	1	1,85	0,98	0,32	0,8	1
	Ti 2 b (losa)	2,8	1,95	1,24	0,38	1	1,85	3,82	0,32	0,8	1
	Ti 2 c (teja)	2,3	1,95	1,24	0,38	1	1,85	0,8	0,32	0,8	1
tipología 3	Ti 3 a (chapa)	2,9	1,82	1,65	0,38	1	1,85	0,98	0,32	0,8	1
	Ti 3 b (losa)	3,5	1,82	1,65	0,38	1	1,85	3,82	0,32	0,8	1
	Ti 3 c (teja)	2,9	1,82	1,65	0,38	1	1,85	0,8	0,32	0,8	1
tipología 4	Ti escuela 4 a (chapa)	1,5	1,29	1,24	0,38	1	1,85	0,9	0,32	0,8	1
	Ti escuela 4 b (losa)	2,1	1,29	1,24	0,38	1	1,85	3,82	0,32	0,8	1

*Nota: La unidad edilicia escolar (Ti escuela 4) solo tiene dos variantes constructivas debido a que el cerramiento de tejas no es habitual en estos edificios. Valores admisibles según norma nacional IRAM 11.605.*

Tabela 2. Indicadores morfológicos constructivos por unidad edilicia

Se puede observar que los valores de G calculados no alcanzan a los valores aceptados por las normativas nacionales. En cambio el análisis por cerramiento obtiene mejores resultados ya que para los muros, todas las tipologías alcanzan el nivel de exigencia mínima, mientras que para el caso de las cubiertas, las tipologías con cubierta inclinada de chapa y teja alcanzan el nivel mínimo y medio. Es importante destacar que las normas Argentinas de acondicionamiento térmico son más exigentes que las Brasileñas, 3,5 veces más en cuanto a los valores U admisibles para muros en invierno y 2 veces más en cuanto a las cubiertas y muros en verano (Reus Netto y Czajkowski, 2016).

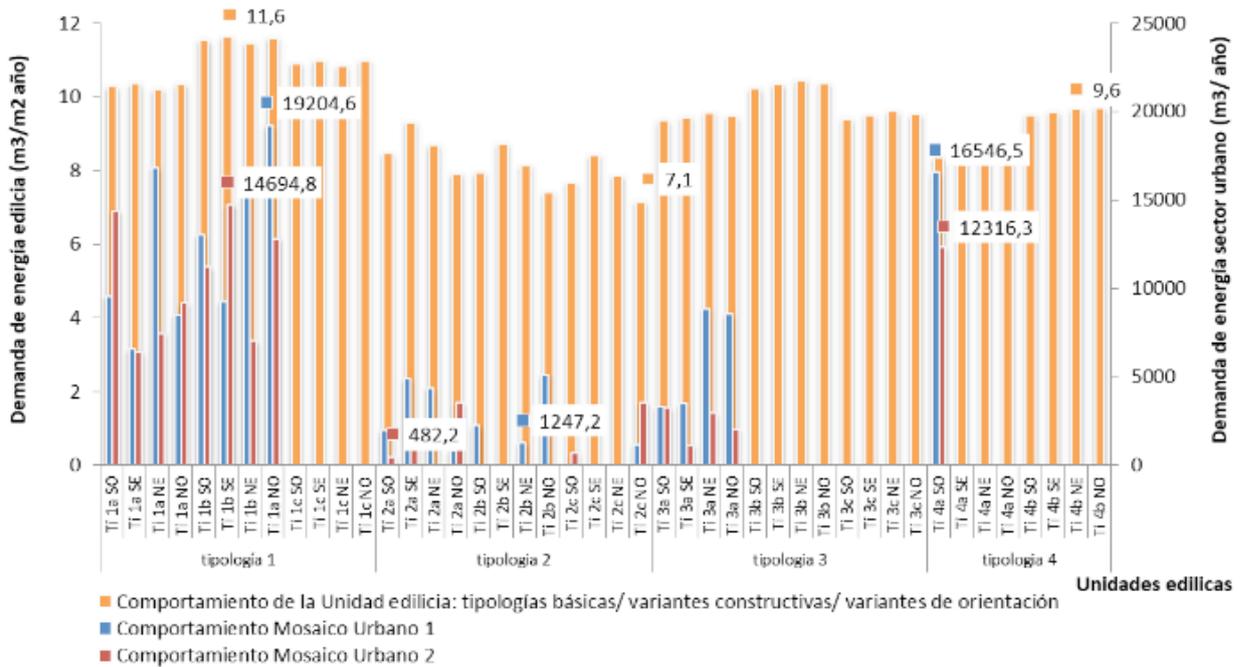
	MU1					MU2				
	Superficie edificada (m <sup>2</sup> )	Unidades edilicias que cumple G (%)	Unidades edilicias cumple U muro nivel C (%)	Unidades edilicias que cumple U cubiertas nivel C (%)	Unidades edilicias que cumple U cubiertas nivel B (%)	Unidades edilicias que cumple G (%)	Unidades edilicias cumple U muro nivel C (%)	Unidades edilicias que cumple U cubiertas nivel C (%)	Unidades edilicias que cumple U cubiertas nivel B (%)	Unidades edilicias que cumple G (%)
<b>TOTAL</b>	16.239,3	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>61,9</b>	<b>10</b>	11.336,5	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>65,8</b>	<b>11,8</b>

Tabla 2. Indicadores morfológicos constructivos integrados al mosaico urbano.

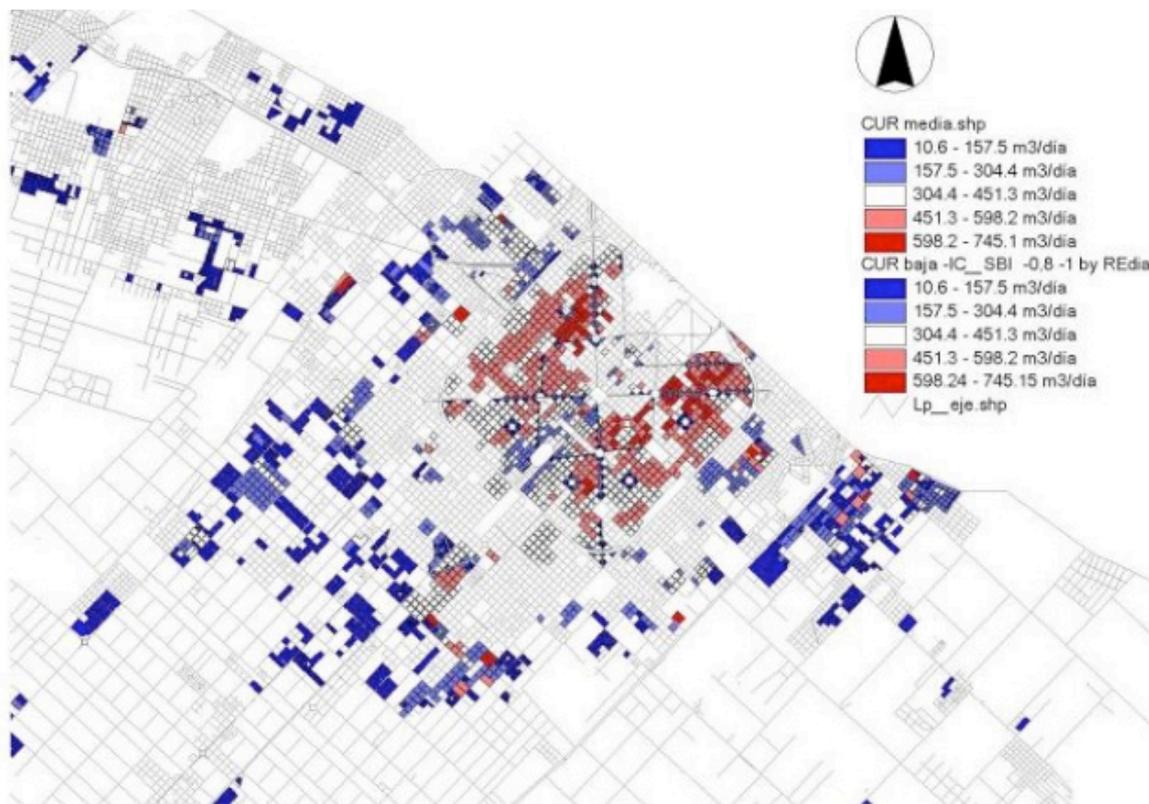
La Tabla 2 muestra el análisis morfológico constructivo en el sector urbano. Para este caso particular ninguna tipología cumplió con el G. Sin embargo se puede observar que el sector MU2 tiene una leve mejora en la calidad térmica respecto al MU1, de acuerdo al peso de cada tipología sobre el área. En general las calidades térmico-constructivas de ambos sectores son bajas, con leves diferencias, con lo cual la espacialización de este indicador en mapas urbanos no aporta mayor información al análisis desarrollado.

### 3.2 Análisis energético

La figura 3 resume la demanda energética de los 44 modelos en la escala edilicia, de mosaico y urbana.



(a)



(b)

Fig. 3. (a) Demanda de energía en la escala edílicia y de sector urbano. (b) Mapa de demanda de energía para climatización invernal diaria sobre áreas de la ciudad en (m<sup>3</sup>/día).

La demanda de energía mínima registrada es de 7,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>año</sub> que corresponde a las tipologías compactas de dos niveles, y la máxima es de 11,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>año</sub>, que corresponde a las compactas de un nivel, mientras que el promedio es de 9,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>año</sub>, correspondiente a las tipologías que son poco compactas en un nivel. Se observa un 60% más de consumo entre la

máxima y mínima demanda de energía, lo que demuestra que las tipologías poco compactas en un nivel tienen mayor superficie expuesta pero mejoran el asoleamiento para las distintas orientaciones de la manzana, mientras que las compactas de un nivel no aprovechan el recurso a pesar de tener menores pérdidas de energía por la envolvente. A su vez, la tipología 4, edificio de uso público (escuela) con mayor superficie construida y demanda energética, presentó una demanda en el rango del promedio de todas las tipologías, demostrando su buena respuesta al analizarla en comparación a la totalidad ( $9,6 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{año}}$ ). En cuanto a las tipologías y sus variantes, se observó que las tipologías con cubiertas inclinadas de chapa galvanizada con aislamiento mínimo son las más eficientes, mientras que las variantes de orientación demostraron que las tipologías compactas que en general abren hacia la calle son más eficientes si su línea municipal se orienta al NE o NO, mientras que las tipologías poco compactas que se abren al patio privado son más eficientes si su línea municipal se orienta al SO.

Con respecto al análisis en la escala del sector urbano, integrando las demandas edilicias a cada mosaico podemos observar que algunas de las unidades edilicias (44 modelos) no se encuentran en los sectores de análisis. Las mayoritarias corresponden a las de demanda energética media y alta. Asimismo, en el sector MU1 las tipologías de mayor impacto son las compactas en un nivel orientadas al SO y la tipología 4 orientada al SO con las mayores demandas. Mientras que en el MU2 son todas las variantes de las tipologías compactas en un nivel y la tipología 4. En este caso se observan las diferencias con la escala edilicia, donde la ti.4 presentaba demandas energéticas medias.

Finalmente en la espacialización de los resultados en la ciudad se puede observar la distribución de los consumos a nivel urbano. El gráfico permite observar el consumo promedio por manzana, estableciéndose áreas que muestran un consumo promedio entre 598,2 y 745,1  $\text{m}^3/\text{día}$ , lo que significa un consumo total máximo en invierno de 67.063,5  $\text{m}^3$  ( $745,1 \text{ m}^3/\text{día} \times 90$  días del invierno) por manzana urbana, en contraposición con áreas de menor consumo con 10,6 y 157,5  $\text{m}^3$  por día, o sea un consumo total invernal de 14.175  $\text{m}^3$  por manzana. Este resultado permite indicar manzanas propicias donde desarrollar intervenciones de reciclado edilicio masivo.

### 3.3 Análisis económico ambiental

La figura 4 muestra los resultados de las emisiones de dióxido de carbono y el costo de la energía demandada a nivel edilicio. La figura 5 lo muestra a nivel urbano.

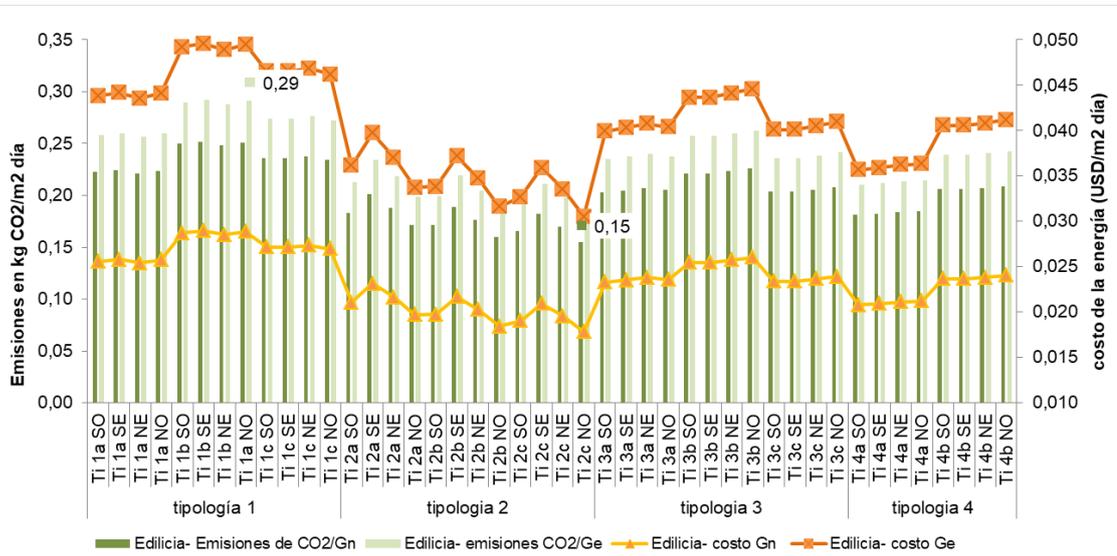


Fig. 4. Emissiones de CO<sub>2</sub> y costo de la energía calculados para la demanda abastecida con Gas natural o gas envasado por unidad edilicia.

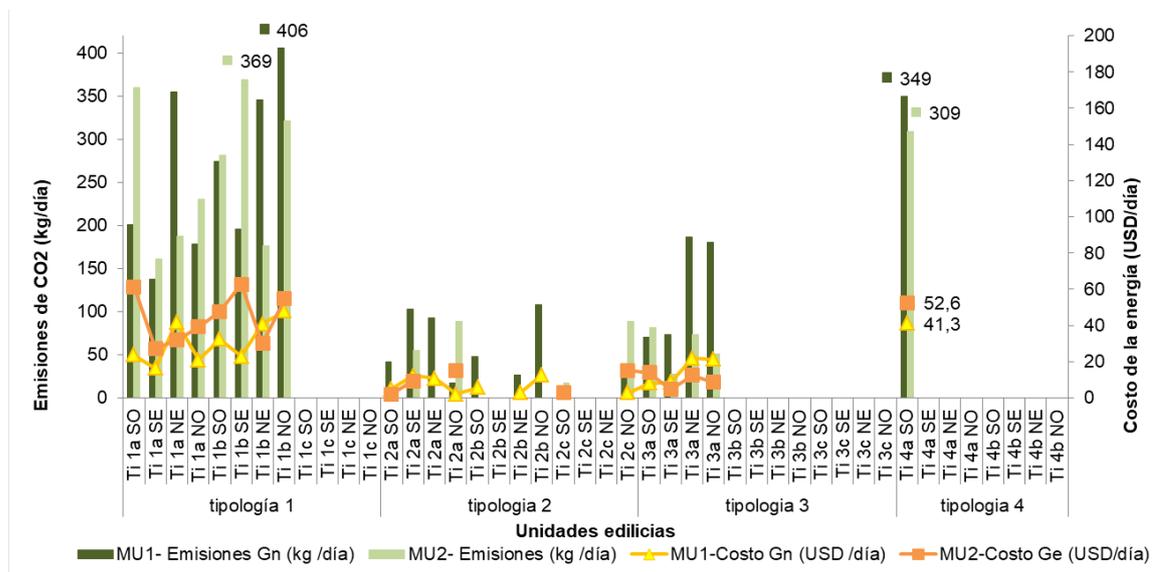


Fig. 5. Emissiones de CO<sub>2</sub> y costo de la energía calculados para la demanda abastecida con Gas natural o gas envasado para los sectores urbanos.

	MU1				MU2			
	Req. E (m <sup>3</sup> / día)	Req. E (TEP/ día)	Em. CO <sub>2</sub> Gn (kg/ día)	Costo Gn (USD/ día)	Req. E (m <sup>3</sup> / día)	Req. E (TEP/ día)	Em. CO <sub>2</sub> Ge (kg / día)	Costo GLP (USD/ día)
<b>Total</b>	1.796,8	1,7	<b>3.413,9</b>	<b>403,3</b>	1.279,8	1,2	<b>2.892,4</b>	<b>484,3</b>

Tabla 3. Resumen de la demanda de energía, emisiones de CO<sub>2</sub> y costo de la energía para la escala de sector urbano.

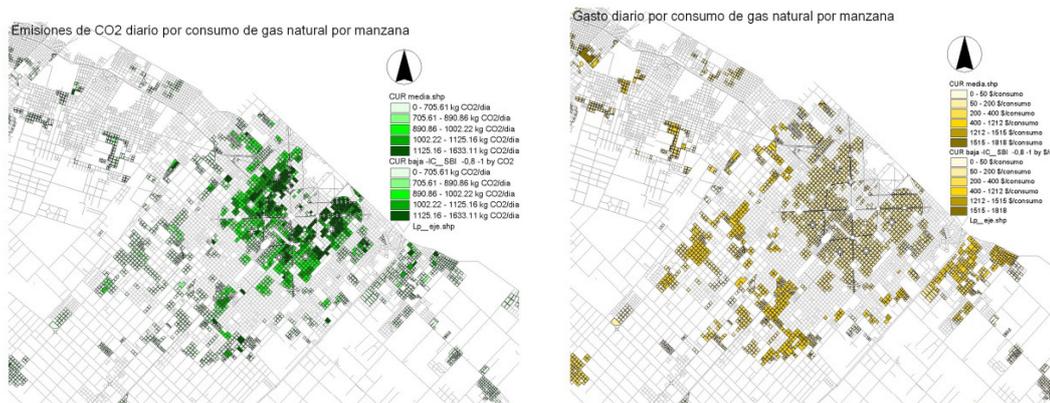


Fig. 6. Mapas de emisiones de CO<sub>2</sub>/día y costo de la energía con gas por red o gas envasado para la ciudad.

En la escala edilicia (fig. 4) el orden de las emisiones diarias por m<sup>2</sup> construido es de 0,15 y 0,29kg diarios. Se observa que los costos del gas envasado superan ampliamente a los del gas natural. En la escala del sector urbano (figura 5 y tabla 3) se observan valores de más de 400 kg al año. Se observa que se emiten aproximadamente 3,5 t CO<sub>2</sub>/ día de en el MU1 y aproximadamente 2,8 t CO<sub>2</sub>/ día en el MU2. Pero por otro lado los costos de la energía son invertidos, mientras el MU1 gasta más de 400 USD/día, el MU2 gasta 480 USD/día. En la actualidad en Argentina, el costo del gas por red se está equiparando con el costo del gas envasado.

La figura 6 muestra dos mapas que permiten visualizar la inversión de las emisiones de CO<sub>2</sub> y los costos de la energía. Mientras que la zona más concentrada de la ciudad (media consolidación) emite grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, tiene los menores costos de la energía que la baja consolidación.

Se observa el contraste entre una significativa diferencia de emisiones netas por manzanas producidas en las zonas de mayor densidad edilicia –entre 890 y 1633 kg diarios por manzana- con las de las emisiones producidas por las zonas de menor densidad edilicia –menores a 891 kg diarios por manzana-. Y por otro lado, en contraposición, se observa que el gasto económico que deben afrontar las zonas que aportan menores emisiones al ambiente, es mayor a menor demanda de energía.

Como se puede observar, los resultados demuestran el significativo impacto energético y ambiental que tiene el área de consolidación media sobre el área de consolidación baja. Pero en contraposición, debido a la falta de abastecimiento de gas natural que tienen las

áreas de consolidación baja seleccionadas, el impacto económico que tienen las mismas es significativamente mayor a las áreas de consolidación media. Este tipo de evaluaciones permitiría formular planes y acciones para el mejoramiento del hábitat residencial de dichas áreas.

## 4 | CONCLUSIONES

Los desarrollos en las diferentes escalas de análisis, tuvieron como objetivo interpretar el impacto energético, económico y ambiental de ciertas áreas urbanas homogéneas seleccionadas para este estudio, abordándolas como integración de la información edilicia al área urbana mayor. En función de ello, permitieron localizar en el territorio, diferentes grados de impacto, con lo cual establecer áreas a intervenir para un mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Con respecto a las emisiones de dióxido de carbono, si bien no se considera que nuestra región sea una gran productora de estos gases, es importante destacar que sus emisiones están acrecentándose, llegando hoy a una emisión de 10 t/ habitante. Es importante su cuantificación a nivel local si pensamos en la perspectiva del aporte a su reducción que es posible realizar.

Con respecto a los costos de energía, hasta el 1 de abril del año 2016, los mismos eran subvencionados por el Estado Nacional en una política pública que consideró el acceso a los servicios básicos como un derecho de toda la población. En los años posteriores cambió el gobierno local y estas políticas se invirtieron, tomándose como medida el aumento de los costos de la unidad de energía, tanto para el gas envasado como para el gas natural por red. El promedio del m<sup>3</sup> de gas natural aumento 8 veces en los últimos cuatro años, mientras que el gas licuado de petróleo aumentó más de 12 veces respecto al año 2016. Esta condición refuerza la necesidad de desarrollar estudios que cuantifiquen dichos impactos para tender a mejorar la calidad de vida de la población más vulnerable.

En cuanto a los resultados obtenidos de esta investigación podemos determinar que:

- El análisis morfológico-constructivo, demostró que las tipologías edilicias en general no alcanzan niveles térmicos admisibles respecto al coeficiente volumétrico de pérdidas de calor y la calidad de la envolvente edilicia. Cuando se realiza el análisis sobre el sector urbano, se demuestra que ambos sectores presentan similares falencias de calidad de envolvente, las cuales establecerían a nivel de la ciudad un mapa de baja calidad térmica del área de estudio. Este resultado permitiría a los organismos de planificación energética apuntar a determinar sectores propicios donde otorgar incentivos económicos para mejorar la envolvente edilicia a partir de pautas de reciclado masivo.
- El análisis energético permitió concluir que ciertas tipologías de vivienda como las compactas en dos niveles presentan muy buena respuesta energética, así como las poco compactas en un nivel, en el primer caso por la menor pérdida de energía y en el segundo caso por la mayor ganancia solar. En cuanto a la integración de esta información en el sector urbano, se observa que por su amplia representatividad en el territorio, las

tipologías compactas en un nivel siguen siendo las de mayor impacto energético, así como la tipología de edificio público (ti.4) por su elevada superficie construida. Esto significa que en la escala edilicia y en la escala del sector urbano, se destaca la necesidad de trabajar sobre estas tipologías para reducir la demanda de energía. A nivel urbano se pueden determinar las manzanas propicias para desarrollar las mejoras por visualización de mapas urbanos.

- En cuanto al análisis económico-ambiental los impactos muestran grandes emisiones de CO<sub>2</sub> diarias, con mayoría en el sector de consolidación media, mientras que el costo derivado de la demanda de energía es mayor en los sectores de baja consolidación.

En función de estos resultados, las medidas de acción pueden ser delineadas estableciendo prioridades. Por ejemplo: i. propiciar una reducción en el gasto de los hogares más vulnerables buscando mayor impacto social; ii. reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> sobre las áreas más afectadas por otras patologías urbanas nocivas buscando reducir el impacto ambiental; modificar las edificaciones para mejorar la habitabilidad de toda la población del área. En este sentido la representación gráfica facilita la comprensión de los resultados.

En síntesis, esta metodología, desarrollada como un continuo de escalas de análisis, demuestra que la problemática urbana debe ser abordada desde la unidad edilicia, el mosaico urbano hasta llegar a la ciudad, debido a que cada una de ellas permite formular diferente tipo y grado de información y delinear diferentes conclusiones.

## REFERENCIAS

Balance Energético Nacional –BEN-. Versión del año 2018. En (<http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos/archivo/56d81a40-aef3-4558-a875-f0b501fe8d95>, acceso 04/03/2020). 2020.

DIPUTACIÓN DE BARCELONA. **Sistema municipal de indicadores de sostenibilidad**. 2000.

EDWARDS B. **Guía básica de la sostenibilidad**. Segunda Edición revisada y ampliada. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, SL. 2005.

EGUSQUIZA A., PRIETO I., IZKARA J. L., BÉJAR R. Multi-scale urban data models for early-stage suitability assessment of energy conservation measures in historic urban areas. **Energy & Buildings**, 164, 87–98. 2018.

FLORES LARSEN S. Y LESINO G. SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, 4 (2), 8.53-8.58. 2000.

HASSE J., LATHROP R. Land resource impact indicators of urban sprawl. **Applied Geography**, 23, 159–175. 2003.

IAS-FIPE. **Audibaires, plan piloto de evaluación energética en Capital Federal y Gran Buenos Aires**. Informa final parte 2. 1987.

INSTITUTO CERDA, Dirección General de la Vivienda, la arquitectura y el urbanismo, IDEA, Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones. **Guía de la edificación Sostenible: calidad energética y medioambiental en la edificación**. Madrid y Barcelona, España. 1999.

KOSAK D., ROMANELLO. **Sustentabilidad en Arquitectura 2. Criterios y normativas para la promoción de sustentabilidad urbana en la CABA.** CABA, Argentina: Ediciones CPAU. 2012.

LI C., SONG Y., KAZA N. Urban form and household electricity consumption: A multilevel study. **Energy & Buildings**, 158, 181–193. 2018.

LI X., YAO R., LIU M., COSTANZO V., YU W., WANG W., SHORT A., LI B. Developing urban residential reference buildings using clustering analysis of satellite images. **Energy & Buildings**, 169, 417–429. 2018.

MESA N. A., DE ROSA C. Estudio de los patrones de apropiación del suelo urbano por la expansión de las áreas residenciales. Análisis del área metropolitana de Mendoza. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, 9. 2005.

POELMANS L., ROMPAEY A. Detecting and modelling spatial patterns of urban sprawl in highly fragmented areas: A case study in the Flanders–Brussels region. **Landscape and Urban Planning**, 93, 10–19. 2009.

RODRIGUEZ ALVAREZ J. Urban Energy Index for Buildings (UEIB): A new method to evaluate the effect of urban form on buildings' energy demand. **Landscape and Urban Planning**, 148, 170–187. 2016.

RUANO M. **Ecourbanismo, entornos humanos sostenibles: 60 proyectos.** Barcelona, España: Editorial GG. 2º Edición, 5º tirada. 2007.

RUEDA S. **La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa.** En (<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009.html>, consultado el 2/02/09). 1997.

VAN DER HOEVEN F., WANDL A. Amsterwarm: Mapping the landuse, health and energy-efficiency implications of the Amsterdam urban heat island. **Building Service Engineering Research Technology**, 36 (1), 67–88. 2015.

VIEGAS G. **Evaluación del potencial energético e intervenciones de mejoramiento del entorno edilicio en áreas urbanas de media y baja consolidación: la ciudad de La Plata como caso de estudio.** - 1a ed. - City Bell: el autor. E-Book. 2014.

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

REUS NETTO G. y CZAJKOWSKI J. D. Comparación entre las normas de desempeño térmico edilicio de Argentina y Brasil. **Ambiente construido**, 16 (1), 105-122. 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água 58, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 112, 113, 115, 116, 117, 160, 162, 163, 164, 165, 169, 171, 177, 178, 181, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 191, 194, 201, 221, 222, 223, 224, 226, 232, 235, 236, 237, 238, 244, 246, 247, 248, 250, 251, 253, 254, 257, 262, 263, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 297

Ar 66, 147, 148, 149, 151, 152, 158 83, 86, 139, 145, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 204, 238, 272

Aveiro 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39

### B

Bicicleta 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39

### C

Cadastro 208, 209, 210, 212, 213, 215, 217, 219, 220, 299, 302, 304, 305, 306, 307

Cidades inteligentes 1, 2, 6, 9, 10, 12, 13

Cidades tradicionais 1, 2, 4

Computadores 120, 129, 319

Construção civil 9, 85, 86, 87, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 112, 198, 221, 222, 231, 232, 234, 244, 247, 286, 294

### D

Desenvolvimento 3, 4, 6, 13, 16, 18, 23, 31, 32, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 58, 66, 67, 86, 91, 93, 103, 127, 129, 176, 179, 180, 181, 187, 200, 222, 266, 267, 268, 279, 281, 297, 306, 307, 321, 326, 327, 328, 329, 331

Diesel 63, 85, 94, 95, 96, 97

### E

Educação ambiental 99, 103, 105, 106, 109, 327

Empresas 48, 86, 89, 91, 99, 110, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 224, 297

Estabilização 195, 233, 234, 235, 237, 243

### G

Geração de Resíduos 98

Gestão Territorial 53, 208, 209

### L

Lava-rodas 85, 94, 95

Lisboa 14, 15, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 39, 59, 294, 319

Logística Reversa 119, 120, 129

## M

Mapeamento 98, 99, 105, 106, 108, 109, 299, 300, 301, 310

Mobilidade 14, 29, 34, 39, 151

Mobilidade urbana 14, 15, 18, 20, 29, 30, 39, 55

## O

Óleo 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

## P

Parcelas 66, 72, 133, 135, 136, 208, 210, 211, 214, 216, 217, 218

Passageiros 10, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 282

Pavimentação 109, 233, 234, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253, 254, 266, 268, 271, 273

Planejamento 8, 10, 29, 30, 40, 41, 42, 43, 54, 56, 58, 66, 101, 103, 121, 148, 177, 217, 299, 309, 310

## Q

qualidade 3, 8, 10, 12, 22, 30, 38, 56, 86, 103, 120, 148, 149, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 180, 185, 200, 217, 221, 223, 224, 230, 234, 258, 259, 264, 268, 278, 281, 289, 292, 294, 298, 299, 300, 309, 313, 320

Qualidade 66, 85, 148, 151, 223, 278, 332

## R

Rede ciclável 14, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 38

Regional 13, 17, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 50, 72, 96, 294, 295

Resíduos 9, 86, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 187, 188, 196, 222, 231, 232, 245, 247, 269

## S

Separador 85, 94, 95

SINTER 12, 208, 209, 210, 211, 217, 218, 219

Suporte 233, 237, 239, 243, 320, 321, 322

Sustentabilidade 98, 129, 222, 232, 308, 319

## T

Tecnologia 11, 12, 51, 85, 96, 97, 110, 112, 119, 147, 199, 221, 232, 265, 294, 319, 332

Tierra 135, 145

Tijolo solo-cimento 222, 225

Tipologias Cicloviárias 29

Tráfego 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 91, 148, 153, 157, 158, 233, 243, 252, 268, 270, 276, 283, 285, 288, 289, 292, 293, 294, 313, 317

Transporte Ferroviário 51, 54

Transportes 18, 20, 21, 23, 25, 40, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 59, 61, 66, 67, 95

Tratamento de Esgoto 199, 204

## U

Urbanização 1, 2, 4, 5, 13

Urbano 10, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 158, 175, 211, 217, 220, 231, 294, 309

## V

Veículos 6, 16, 17, 21, 25, 34, 35, 36, 41, 50, 55, 58, 60, 65, 88, 92, 94, 147, 148, 150, 153, 157, 158, 285, 310, 311, 313, 318

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**