



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

**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:** Geraldo Alves

**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  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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  
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  
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  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 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  
Profª Drª 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. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A642 A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-905-9

DOI 10.22533/at.ed.059201301

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 338.4769

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 19 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da engenharia civil, com aplicações do conhecimento da área em tecnologias inovadoras e em análise de características de materiais existentes ou novos, desenvolvido através do conhecimento científico.

Neste contexto, destaca-se que o mercado tem absorvido com afinco a demanda de inovação tecnológica surgida com o desenvolvimento do conhecimento científico na Engenharia Civil.

O conhecimento científico é muito importante na vida do ser humano e da sociedade, em especial na vida acadêmica, pois auxilia na compreensão de como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Com ele é possível provar diversas coisas, tendo em vista que busca a verdade através da comprovação.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de grande relevância e importância para o desenvolvimento da sociedade e do ser humano em si, pois com ele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando a evolução na construção do saber em uma área do conhecimento. Na engenharia civil é evidente a importância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e difusão deste conhecimento.

O engenheiro civil é o profissional capacitado para resolver problemas, tendo uma visão ampla e conhecendo todos os detalhes e processos por trás de uma estrutura complexa e, além disso, é capaz de apresentar soluções práticas, pautadas no conhecimento técnico e científico.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados à aplicação do conhecimento científico na engenharia civil, compreendendo as questões do desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias, algumas baseadas na gestão dos resíduos, assunto de grande relevância atual. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APRENDIZADOS NO ENSINO DE BIM EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DE INTERIOR	
Leandro Tomaz Knopp	
Pedro Gomes Ferreira	
Bruno Barzellay Ferreira da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
AUTOMAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADES EM LICENCIAMENTOS DE PROJETOS EM BIM: UMA PROPOSTA PARA A GESTÃO PÚBLICA	
Denise Aurora Neves Flores	
Eduardo Marques Arantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
UM ESTUDO AUTOETNOGRÁFICO SOBRE A MONITORIA DA DISCIPLINA DE NOÇÕES DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFESSPA	
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira	
Eduarda Guimarães Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
GESTÃO DO CONHECIMENTO EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO NA COLÔMBIA: CASOS E TENDÊNCIAS	
Hernando I Vargas	
Arturo C. Isaza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
NOVAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE FACILIDADES? - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Marcus Vinicius Rosário da Silva	
Marcelo Jasmim Meiriño	
Gilson Brito Alves Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
CASA POPULAR EFICIENTE: ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O PERÍODO DE INVERNO	
Rayner Maurício e Silva Machado	
Marcos Alberto Oss Vaghetti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
AUTOMAÇÃO DE ÁRVORES SOLARES DE ALTA EFICIÊNCIA	
Hélvio Henrique Rodrigues	
Rogério Luis Spagnolo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013017</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>72</b>
ESTUDO DE CASO DE PAINEL SALVEOLARES SUJEITOS AO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO DE VIBRAÇÕES EXCESSIVAS	
Iago Vanderlei Dias Piva Gustavo de Miranda Saleme Gidrão Danilo Pereira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>79</b>
MINIGERADOR EÓLICO: INTRODUÇÃO AO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Roberta Costa Ribeiro da Silva Daiane Caroline Wagner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>86</b>
REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA	
Tháisa Mayane Tabosa da Silva Eduardo Cabral da Silva José Henrique Reis de Carvalho Tabosa Wilma de Oliveira Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>98</b>
SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE CONCRETO POROSO	
Ana Beatriz De Oliveira Silva Jonatha Roberto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>102</b>
O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM PERÍCIAS AMBIENTAIS: VANTAGENS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS	
Giovanna Feitosa de Lima Ellen Kathia Tavares Batista Edson Alves de Jesus Nayara Michele Silva de Lima Barbara Alves Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>114</b>
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE FIBRA DE POLIPROPILENO NA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA À RETRAÇÃO POR SECAGEM	
Jonatha Roberto Pereira Mariana Cristina Buratto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130113</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIAMIDA E POLIETILENO PARA UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO	
Alexandre Rodriguez Murari Alysson Gethe Gonçalves de Oliveira Daiane Cristina Silva Fernandes Hagar da Silva Victor José dos Santos Baldan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>127</b>
UTILIZAÇÃO DE CHAMOTE COMO ADITIVO EM MASSAS DE CERÂMICA VERMELHA PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	
Celiane Mendes da Silva Talvanes Lins e Silva Junior Erika Paiva Tenório de Holanda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>138</b>
AVALIAÇÃO DA DRENAGEM SUPERFICIAL DA RODOVIA ESTADUAL MA-315 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS A PAULINO NEVES	
Jorcelan Pereira da Rocha Cláudio Sousa Ataíde Larysse Lohana Leal Nunes Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho Fernando Vasconcelos Borba	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>151</b>
ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO PCI: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS DA PE-112	
Thays Cordeiro dos Santos Maria Victória Leal de Almeida Nascimento Daysa Palloma da Silva Thaísa Mayane Tabosa da Silva Rodrigo Araújo José Henrique Reis de Carvalho Tabosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
ESTUDO GRANULOMÉTRICO DA AMOSTRA DE SOLOS COLETADOS EM TERESINA-PI	
André Filipe Conceição Silva Álvaro Escórcio Dias Antônio Carlos Silva de Araújo Antonio Vinicius Bastos Teixeira Carlos Eduardo Rodrigues Leite Lívia Racquel de Macêdo Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130118</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>169</b>
AVALIAÇÃO NÃO LINEAR DOS ESFORÇOS INTERNOS EM CONÓIDES CILÍNDRICOS Danielly Luz Araujo de Moraes DOI 10.22533/at.ed.05920130119	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>183</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>184</b>

## CASA POPULAR EFICIENTE: ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O PERÍODO DE INVERNO

Data de aceite: 11/12/2019

Data de submissão: 01/11/2019

### Rayner Maurício e Silva Machado

Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC

Florianópolis - SC

<http://lattes.cnpq.br/7883450505038505>

### Marcos Alberto Oss Vaghetti

Universidade Federal de Santa Maria, UFSM

Santa Maria - RS

<http://lattes.cnpq.br/8730453050780826>

**RESUMO:** Esse trabalho tem como objetivo analisar quais são as estratégias necessárias para que as perdas térmicas não defiram um baixo desempenho térmico para essa edificação durante o período de inverno. As medições de campo foram realizadas através de registradores de temperatura e umidade relativa, programados para efetuarem medições a cada 36 minutos. Nos primeiros 45 dias, procurou-se anular as cargas térmicas oriunda da ventilação. No período restante essas cargas foram consideradas. A partir disso foi feito a média dessas variáveis para o conjunto de dias que correspondem a cada um desses períodos citados anteriormente. Utilizou-se uma carta de Givoni adaptada ao Brasil para estimar as estratégias bioclimáticas em percentuais. De maneira geral, a edificação apresentou a

necessidade por soluções de aquecimento solar passivo/alta inércia térmica para ambos os períodos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioclimatologia, habitação sustentável, eficiência.

### POPULAR EFFICIENT HOUSE: BIOCLIMATIC STRATEGIES FOR THE WINTER SEASON

**ABSTRACT:** This work aims to analyze what are the strategies needed to that the heat loss not providing a low thermal performance for this building during the winter period. The field measurements were made using temperature recorders and relative humidity, programmed to effect measurements every 36 minutes. In the first 45 days, the heat loads coming from the ventilation were annulled. But, in the remainder period were considered. From this it was made the average of these variables to the set of days that correspond to each of these periods mentioned above. We used a chart of Givoni adapted to Brazil to estimate the bioclimatic strategies in percentage. As a whole, the building showed the need for solar heating solutions / high thermal inertia for both periods.

**KEYWORDS:** Bioclimatology, sustainable housing, efficiency.

## 1 | INTRODUÇÃO

O dispêndio energético de edificações que não passaram por métodos quantitativos de previsão de desempenho térmico em sua fase de projeto, pode implicar em um incremento considerável no consumo total de energia de uma nação. Isso evidencia não somente a necessidade por medidas singulares, para cada projeto, mas também por códigos e regulamentos que estabeleçam parâmetros que balizem as diretrizes construtivas. De acordo com Bagnati (2013) a forma da edificação tem influência sobre o conforto térmico e sobre o potencial de eficiência energética, uma vez que interfere nos fluxos de ar, assim como nos níveis de iluminação e de radiação solar incidentes.

Em relação a isso, nota-se que a NBR 15220 tem sido uma boa ferramenta para as estratégias de projeto que visam o condicionamento térmico através da configuração da envolvente. Ela separa o do território brasileiro em áreas que apresentam similaridades em suas características climáticas. Essas zonas apresentam estratégias bioclimáticas de projeto, as quais visam um melhor aproveitamento dos recursos ambientais em prol do conforto térmico e do desempenho térmico da edificação.

Partindo dessa premissa, ponderando para o fato que a habitação de interesse social fruto desse estudo possui perfil de eficiência, o projeto arquitetônico configurou em um dos itens mais importantes para que a eficiência energética e o conforto térmico do usuário fossem inseridos da melhor forma na proposta. Porém, Oliveira (2011) expõe que existem grandes perdas térmicas em construções que optam por materiais e tecnologias mais econômicas, como é o caso de habitações populares. Em relação a isso, nota-se a necessidade de estudos que apresentem resultados conclusivos quanto as estratégias necessárias para que o desempenho térmico da edificação tenha uma melhora considerável. Desse modo, esse trabalho tem como objetivo analisar quais são as estratégias necessárias para que o problema evidenciado por Oliveira (2011) não seja um item que defira um baixo desempenho térmico durante o período de inverno para essa edificação.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A Casa Popular Eficiente foi construída no campus da Universidade Federal de Santa Maria com o intuito de servir como um balizador de projeto para a execução de uma Vila Ecológica em uma área de interesse social no município de Santa Maria. Ela é constituída por dois dormitórios, um banheiro, uma sala de estar e uma cozinha com área de serviço integrada totalizando 55,4m<sup>2</sup> de área útil.

Para que fosse feito um estudo direcionado às estratégias bioclimáticas do protótipo, utilizou-se registradores do tipo HOBO® para monitorar a temperatura e

a umidade relativa do ar. Foram programados um total de 10 aparelhos, os quais foram distribuídos, aos pares, no centro de cada cômodo interno (Figura 1). Sendo instalados a 1,20 metros do piso, conforme os procedimentos apresentados pela ISO 7726 e pela NBR 15575. Os registradores externos foram posicionados próximo ao beiral a fim de protegê-los da incidência direta do sol, evitando a influência da radiação solar nas medições.

O monitoramento da temperatura e da umidade relativa ocorreu entre os dias 21 de junho de 2014 e 21 de setembro de 2014, estando a edificação plenamente desocupada. Esses registradores foram programados para efetuarem medições a cada 36 minutos, de maneira sistemática. Durante os primeiros 45 dias, procurou-se anular as cargas térmicas oriunda da ventilação, através do fechamento hermético das aberturas. No período restante o sistema de ventilação foi aberto, proporcionando um aumento considerável na taxa de renovação horária do ar. Esses procedimentos foram realizados a fim de promover variações que auxiliem na análise dos componentes construtivos e do design projetual frente ao microclima local. Dessa forma permitindo relacionar as estratégias bioclimáticas para um período onde o ganho térmico obtido através da ventilação foi considerado, frente a outro onde essa variável foi inteiramente desconsiderada.

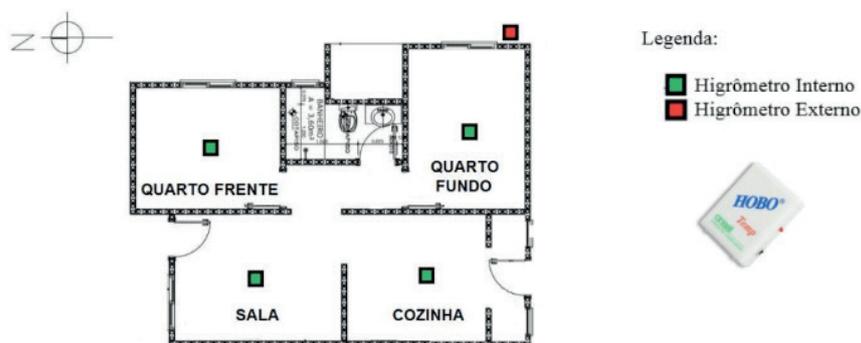


Figura 1 - Planta Baixa com a localização espacial dos higrômetros

Os dados obtidos foram processados a fim de encontrar as variáveis necessárias para ingressar na carta bioclimática desenvolvida por Givoni. Essa carta foi adaptada para o Brasil, tornando, dessa forma, umas das ferramentas mais importantes para o particionamento do território brasileiro em zonas bioclimáticas. Através do banco de dados, identificou-se a temperatura máxima, mínima e média de cada dia, assim também como a sua umidade relativa média. A partir disso foi feito a média dessas variáveis para o conjunto de dias que correspondem cada um desses períodos citados anteriormente, a fim de caracterizar as estratégias necessárias para o sistema de ventilação fechado e para o sistema de ventilação aberto. O mesmo foi feito para o ambiente externo. Não houve medição de pressão barométrica, pelo simples fato que as suas variações produzem diferenciações entre as cartas bioclimáticas, o que

proporcionaria erros ao comparar os resultados. Então as pressões barométricas foram normalizadas para 1001,1 hPa, referente à pressão barométrica média apresentada na carta bioclimática para a cidade de Santa Maria.

Os resultados foram incorporados no programa computacional Analysis Bio 2.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina, o qual utiliza a carta de Givoni adaptada ao Brasil para estimar as estratégias bioclimáticas em percentuais. Segundo Bagnati (2013) o grande diferencial da carta bioclimática desenvolvida por Givoni, é que a mesma apresenta estratégias construtivas para adequar a arquitetura ao clima a partir das temperaturas internas da edificação.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro período de medição, quando as aberturas estavam hermeticamente fechadas, os resultados obtidos (Figura 2) foram bastante consistentes com o que se observava através de estudos analíticos preliminares. Como se pode observar, as estratégias bioclimáticas mais críticas (aquecimento solar passivo e aquecimento artificial) não foram observadas internamente. Esse fato é explicado em função da inércia térmica da edificação que proporcionou a estabilização da temperatura por meio do amortecimento térmico das temperaturas mínimas. Nota-se que as únicas partições da casa que estiveram em zona de conforto higrotérmico foram as posicionadas à norte, isso ocorre devido ao trajeto solar durante essa época do ano, fato que é reforçado ao se consultar a carta solar da cidade de Santa Maria.



Figura 2 – Estratégias bioclimáticas para o período com sistema de ventilação fechada

Verificou-se que o quarto da frente foi o único ambiente que esteve com porcentagem de conforto acima ao que foi encontrado externamente, enquanto a sala possui seu percentual de conforto relativamente menor ao ambiente externo. Isso ocorreu em função da sala estar ligada com a cozinha configurando em um ambiente conjugado. Esse fato, considerando que a cozinha está posicionada em uma localização que pouco privilegia seu conforto térmico durante o inverno, fez com que o conforto observado na sala fosse atenuado.

Durante o segundo período (Figura 3), quando foi considerado as trocas térmicas por ventilação, considerando os valores médios do período, não houveram momentos em que a moradia precisou apenas de aquecimento solar passivo, nem mesmo de aquecimento artificial. Verificou-se que o quarto da frente continuou apresentando um dos melhores desempenhos durante o inverno, porém nesse período ele divide com a sala os mesmos resultados. Após a abertura, o quarto do fundo e a cozinha apresentaram momentos que estiveram em conforto térmico.



Figura 3 – Estratégias bioclimáticas para o período de ventilação aberta

Quanto ao quarto do fundo, seu percentual de conforto foi o menor de todos, visto a sua localização leste-sul. A cozinha não teve suas basculantes abertas durante esse período, porém a renovação de ar foi dada através da janela da sala, lembrando que esses dois ambientes configuram um ambiente conjugado, e também através da basculante situada na parede central. Isso conferiu a esse ambiente um maior percentual de conforto térmico comparando com o primeiro período. A sala e o quarto da frente tiveram percentuais de conforto térmico relativamente maiores que os observados externamente. Porém o quarto do fundo, como era de se imaginar, obteve resultados inferiores.

#### 4 | CONCLUSÕES

De maneira geral, a edificação apresentou a necessidade por soluções de aquecimento solar passivo/alta inércia térmica. Duas soluções exequíveis, tecnicamente, são possíveis, a primeira está relacionada com o reforço das paredes, através da colocação de revestimentos que confirmam uma melhor inércia térmica para o fechamento. Outra solução possível seria a colocação de aberturas que facilitassem o ganho térmico através da passagem do sol para dentro da edificação, principalmente no quarto dos fundos e na cozinha, os quais possuem baixa incidência solar.

Esse estudo reforça a ideia apresentada na carta bioclimática para a cidade de Santa Maria, de que existe a necessidade de levar em consideração o aquecimento solar passivo/alta inércia térmica, visando o conforto para o período de inverno.

Dentre as estratégias apresentada, considerando o estudo de caso feito, observa-se que a escolha dos componentes construtivos e suas configurações são de grande importância para um bom desempenho térmico da edificação.

O estudo mostrou, também, que é possível melhorar o desempenho térmico de edificações considerando a carta bioclimática de Givoni, sendo essa uma grande ferramenta para profissionais da área. Algumas questões, relativas ao banco de dados e às questões estatísticas de análise singular, para cada edificação, merecem atenção em suas aplicações, para que, desse modo, o processo se torne mais seguro e assertivo.

## REFERÊNCIAS

ABNT - **NBR 15220-2: 2005 – Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ABNT - **NBR 15575-1: 2013 – Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT - **NBR 15575-5: 2013 – Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

Bagnati, Mariana Moura. **Zoneamento bioclimático e arquitetura brasileira: Qualidade do ambiente construído**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. UFRGS, Brasil. 2013. 132p.

Givoni, Baruch. **Man, climate and architecture**. Londres, Applied Science Publishers. 1976. 499 p.

International Organization for Standardization. **ISO 7726. Ergonomics: instruments for measuring physical quantities**. ISO, Genève, Switzerland. 1998.

Oliveira, N. M. D. de. **Estudo do comportamento térmico de um edifício utilizando o programa RCCTE-STE**. Dissertação de mestrado (Engenharia Mecânica) – Universidade Nova de Lisboa, Portugal. 2011. 89p.

Vaghetti, M.A.O. et al. **Casa Popular Eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo**. Santa Maria: UFSM, 2013. Projeto de Pesquisa (Protocolo GAP/CT nº 28582).

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Helenton Carlos da Silva** - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agregado 99, 123, 124, 164, 165  
Ambiental 60, 86, 88, 89, 96, 101, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 137, 183  
Análise não linear 169  
Argamassa 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 123, 125, 126, 133, 142  
Árvore solar 61, 62  
Autoetnográfico 31, 33  
Automação de alta eficiência 61  
Avaliação de pavimento flexível 152  
Avanços tecnológicos 102

### B

Benefícios 10, 86  
Big data 44, 45, 49, 51, 52, 53  
Bim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 29, 30, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53  
Bioclimatologia 55  
Blocos de vedação 127, 129, 132, 136, 137

### C

Captação de água 98, 99, 101  
Caracterização de pavimento 152  
Cerâmica vermelha 127, 129, 130, 131, 132, 135, 136, 137  
Cidades inteligentes 13  
Concreto poroso 98, 99  
Concreto reforçado com fibras 120, 124, 126  
Construção civil 1, 5, 7, 13, 14, 30, 72, 79, 81, 84, 85, 98, 114, 120, 126, 128, 129, 164, 167, 168, 183

### D

Defeitos de pavimentos 152  
Drenagem superficial 138, 141, 148, 149

### E

Eficiência 7, 55, 56, 61, 62, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 92, 102, 111  
Energia eólica 79, 80, 81, 85  
Energia renovável 61, 80, 81  
Engenharia civil 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 31, 32, 35, 101, 119, 126, 161, 162, 163, 169, 181, 182, 183  
Ensino superior 1, 3, 5, 9, 183  
Esforços solicitantes 169, 171, 175, 179, 181

## F

Fibras de polipropileno 114, 115, 116, 117, 119

Fibras poliméricas 120, 126

Fissuras 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 151, 160, 161, 168

Frequência natural 72, 74, 76, 77

## G

Geotecnologias 102, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113

Gestão do conhecimento 36, 49

Granulometria 163, 164, 168

## H

Habitação sustentável 55

## I

Internet das coisas 49

## M

Método dos elementos finitos 169

## P

Painéis alveolares 72, 77

Perícia ambiental 102, 105, 111, 112

## R

Realidade virtual e aumentada 44

Reaproveitamento de água 98

Resíduos 62, 127, 128, 131, 136, 137

Retração 114, 115, 116, 118, 119, 133, 135, 136

Reuso 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

Rodovias 104, 122, 138, 140, 141, 147, 150, 152, 162

## S

Sig 102, 104, 107, 108, 110, 111

Sistema de drenagem 138, 140, 141, 148, 149, 150

Solo 93, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 163, 164, 165, 166, 167, 168

Sustentabilidade 18, 79, 81, 82, 84, 85, 98, 101, 107, 112, 183

## V

Verificação automatizada de conformidade 13

Vibrações excessivas 72, 75, 77

