



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^a 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^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a 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^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a 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
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

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

CAPÍTULO 8	72
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	
DOI 10.22533/at.ed.0592013018	
CAPÍTULO 9	79
MINIGERADOR EÓLICO: INTRODUÇÃO AO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Roberta Costa Ribeiro da Silva Daiane Caroline Wagner	
DOI 10.22533/at.ed.0592013019	
CAPÍTULO 10	86
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	
DOI 10.22533/at.ed.05920130110	
CAPÍTULO 11	98
SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE CONCRETO POROSO	
Ana Beatriz De Oliveira Silva Jonatha Roberto Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.05920130111	
CAPÍTULO 12	102
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	
DOI 10.22533/at.ed.05920130112	
CAPÍTULO 13	114
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	
DOI 10.22533/at.ed.05920130113	

CAPÍTULO 14	120
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIAMIDA E POLIETILENO PARA UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO	
<p>Alexandre Rodriguez Murari Alysson Gethe Gonçalves de Oliveira Daiane Cristina Silva Fernandes Hagar da Silva Victor José dos Santos Baldan</p>	
DOI 10.22533/at.ed.05920130114	
CAPÍTULO 15	127
UTILIZAÇÃO DE CHAMOTE COMO ADITIVO EM MASSAS DE CERÂMICA VERMELHA PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	
<p>Celiane Mendes da Silva Talvanes Lins e Silva Junior Erika Paiva Tenório de Holanda</p>	
DOI 10.22533/at.ed.05920130115	
CAPÍTULO 16	138
AVALIAÇÃO DA DRENAGEM SUPERFICIAL DA RODOVIA ESTADUAL MA-315 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS A PAULINO NEVES	
<p>Jorcelan Pereira da Rocha Cláudio Sousa Ataíde Larysse Lohana Leal Nunes Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho Fernando Vasconcelos Borba</p>	
DOI 10.22533/at.ed.05920130116	
CAPÍTULO 17	151
ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO PCI: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS DA PE-112	
<p>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</p>	
DOI 10.22533/at.ed.05920130117	
CAPÍTULO 18	163
ESTUDO GRANULOMÉTRICO DA AMOSTRA DE SOLOS COLETADOS EM TERESINA-PI	
<p>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</p>	
DOI 10.22533/at.ed.05920130118	

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

AUTOMAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADES EM LICENCIAMENTOS DE PROJETOS EM BIM: UMA PROPOSTA PARA A GESTÃO PÚBLICA

Data de aceite: 11/12/2019

Denise Aurora Neves Flores

Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte, MG | denise@deniseaurora.com

Eduardo Marques Arantes

Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte, MG | arantes@demc.ufmg.br

RESUMO: Os projetos de construção no Brasil ainda são verificados manualmente gerando, muitas vezes, processos de licenciamentos subjetivos, morosos e exaustivos. Estas ocorrências, geralmente, levam ao cancelamento de projetos, quando empresários decidem por declinar de negócios. Este cenário impacta diretamente no desempenho econômico da construção civil. Algumas tentativas de melhorar esses processos de aprovação ainda se limitam à simples digitalização de desenhos 2D em sistemas CAD, que são enviados ao órgão licenciador, melhorando apenas os processos de impressão e processamento físico. A análise de conformidades, porém, mantém-se no método manual. Com a Modelagem da Informação da Construção na indústria AECO, torna-se mais viável a pesquisa e aplicações de sistemas automatizados de verificação de conformidade em processos de licenciamento de projetos. O presente artigo tem como objetivo apresentar

os resultados parciais de uma pesquisa de mestrado em andamento, que trouxe a indicação de uma hipótese relevante como pressuposto para os processos de verificação automática. A pesquisa propõe compreender e criar métodos efetivos de aplicação dos requisitos normativos nas regras computacionais, a fim de possibilitar o sistema de verificação automatizada em licenciamento de projetos, bem como indicar o possível desdobramento da aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada à construção 4.0.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem da Informação da Construção; Verificação automatizada de conformidade; Administração pública; Cidades Inteligentes.

AUTOMATED COMPLIANCE CHECKING IN BUILDING PERMIT REGULATORY SERVICES BASED ON BUILDING INFORMATION MODELING: A PROPOSAL FOR PUBLIC ADMINISTRATION

ABSTRACT: The construction projects in Brazil are still manually verified and there are several occurrences of projects canceled or burdened by inexhaustible, subjective and exhausting approvals. Situations that often lead entrepreneurs to decline business options and have a major economic impact on the construction industry. Some attempts to improve

these approval processes are still limited to the simple digitization of 2D drawings in CAD systems, which are sent to a licensing agency system, improving only the printing and physical processing processes, while remaining the entire compliance analysis in the traditional method. With Building Information Modeling in the AECO industry become more feasible the research and applications of automated compliance checking systems in building permit regulatory services. The present article aims to present the partial results of an ongoing Master's research, which brought the indication of a relevant hypothesis as a presupposition to the automatic verification processes. The research proposes to understand and create effective methods of applying the normative requirements in computational rules in order to enable the automated compliance checking system in the analysis and licensing of projects, as well as to indicate the possible unfolding of the application of Technology of Information and Communication applied to Construction 4.0.

KEYWORDS: Building Information Modeling; Automated compliance checking; Public administration; Smart Cities.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com SOUZA (2015), a média do PIB da Indústria da Construção Civil representa cerca de 5% e, apesar de sensível às oscilações políticas e econômicas, mantém grande representatividade na economia nacional.¹

Um dos maiores problemas da Construção Civil é a morosidade no licenciamento de obras. De acordo com ARIADNE (2016), um levantamento da ABRAINCA aponta que atrasos e dificuldades entre a aprovação de um projeto e sua entrega, elevam o custo final do imóvel em até 12%. Considerando o total movimentado com financiamentos habitacionais, só em 2015, as perdas chegam a R\$ 15,21 bilhões.

Por um lado otimista, observa-se a chegada da Indústria 4.0, onde a inovação central é a digitalização da informação. Com a chegada da tecnologia BIM – *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção, a construção civil passa a ter sua chance de entrada na era digital.

SUCCAR (2009) entende a adoção do BIM como um processo de longo prazo, a ser desenvolvido em estágios. O Governo Federal do Brasil, com o intuito de promover a modernização e a transformação digital da construção, criou o Comitê Estratégico de Implementação do BIM para formular uma estratégia que pudesse alinhar as ações e iniciativas do setor público e do privado, impulsionar a utilização do BIM no país e garantir um ambiente adequado para seu uso. Em 17/05/2018, foi assinado o decreto nº 9.377/18 que escalona a Estratégia BIM BR em três fases:

1 AURORA, D.N.F.; ARANTES, E. M. Automação de verificação de conformidade em licenciamentos de projetos baseada em modelos de informação da construção: uma proposta para a gestão pública. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: ANTAC, 2019.

I. A partir de janeiro de 2021: foco em projetos de arquitetura e de engenharia para construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM.

II. A partir de janeiro de 2024: contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução da obra, orçamentação, para construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância.

III. A partir de janeiro de 2028: todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Nesta fase, o BIM será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações (...). (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, 2018).

Entende-se que assim, a quantidade de projetos de obras públicas em modelos virtuais BIM, sofrerá um aumento significativo e, por conseguinte, os próprios órgãos licenciadores terão uma expressiva demanda de trabalho.

1.1 Verificação automática de parâmetros normativos

Diante às possibilidades que o BIM apresenta, o processo tradicional de análise de aprovação de projetos mostra-se ultrapassado, sendo realizado de maneira visual, manual e dependente da interação e conhecimento de seus analistas, resultando em morosidade e subjetividades. Já a análise de projetos em BIM se beneficia das informações digitais fornecidas pelo modelo 3D paramétrico e pelas verificações realizadas por *softwares* programáveis.

A verificação automática de parâmetros é capaz de analisar modelos de construção virtual BIM, podendo contribuir, tanto na garantia da conformidade dos projetos, quanto em relação ao tempo que os analistas demandam para realizar essa função.

Alguns *softwares* disponíveis no mercado, como o *Solibri Model Checker (SMC)*, pode automatizar as verificações contribuindo para eliminar a subjetividade, aumentando a transparência, confiabilidade e agilidade dos processos.

De acordo ANDRADE E SILVA (2017), a aplicação da verificação automática de parâmetros da NBR 15.575/13 em um empreendimento de edificação, constatou redução de 60% no tempo de conferência dos projetos e 22% a mais de não conformidades comparado a conferência manual.

O presente artigo objetiva apresentar os resultados parciais de uma pesquisa de Mestrado em curso, que trouxeram a indicação de uma hipótese relevante como pressuposto aos processos de verificações automáticas.

A pesquisa em questão pretende desenvolver instrumentos (constructo) para a implantação do uso de BIM na verificação automática de regras, sendo:

- 1) Propor um **protocolo** que garanta a tradução das diretrizes normativas para uma linguagem computacional;
- 2) Testar e validar **um modelo** que confira a um determinado órgão licenciador

de projetos uma ferramenta (conjunto de regras) para automação de verificação de conformidade em licenciamento de projetos em modelos BIM.

2 | MÉTODO DE PESQUISA

O método de abordagem é a pesquisa construtiva - *constructive research*, que se desenvolve nas etapas:

- 1) encontrar um problema prático relevante;
- 2) examinar o potencial de pesquisa;
- 3) obter conhecimento teórico e prático da área;
- 4) propor uma solução;
- 5) implementar e testar a solução;
- 6) ponderar sobre sua aplicabilidade.

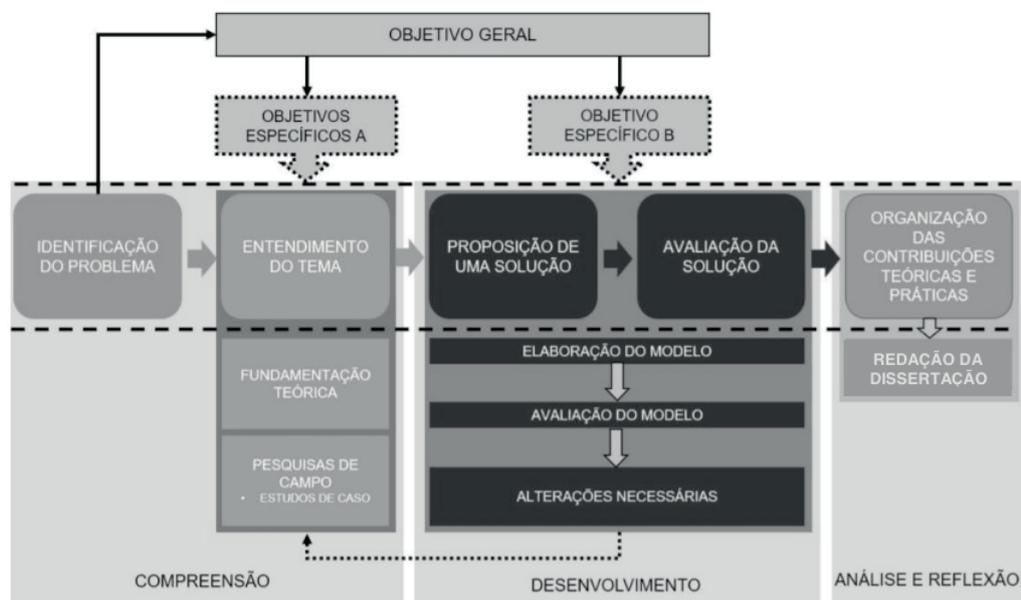


Figura 1: Método – Design Science Research

Fonte: adaptado de ANDRADE E SILVA (2017)

Considerando atendidas as etapas: 1 (Encontrar um problema prático relevante) e 2 (Examinar o potencial de pesquisa da pesquisa construtiva), os autores vêm apresentar a etapa 3 da pesquisa (Obter de conhecimento teórico e prático do tema), através do estudo de caso a seguir:

2.1 Conhecimento teórico e prático sobre a aplicabilidade da verificação automática de regras em um projeto arquitetônico de saúde

Procedimentos adotados:

1°. Seleção do projeto a ser analisado

O enfoque desta pesquisa não é analisar o mérito de qualquer solução técnica. Busca-se fazer um recorte realístico, sobretudo no que diz respeito aos projetos públicos, da aplicabilidade da verificação automatizada. Assim,

o objeto selecionado para este teste foi a arquitetura da tipologia da Unidade Básica de Saúde (UBS) - Porte IV, do Ministério da Saúde do Brasil, que propõe:

Projetos de arquitetura padronizados para a construção de Unidades Básicas de Saúde no país estão sendo oferecidos aos gestores pelo Ministério da Saúde. (...)

O Ministério da Saúde também **dobrou o padrão de qualidade das UBS**. O tamanho da estrutura também foi ampliado, de 155 para 300 metros quadrados. (...)

São disponibilizadas plantas completas para os quatro portes das UBS: I, II, III e IV (variando conforme o mínimo de equipes de Atenção Básica: uma, duas, três e quatro respectivamente). (GOVERNO DO BRASIL, 2017).

2°. Seleção das regras de conformidades específicas a serem automatizadas

- Grupo A - Áreas físicas e quantidades dos ambientes

A Portaria 1.903, de 04/09/2013, do MS, define áreas físicas e quantidades de ambientes para cada tipologia UBS, mas não menciona regras quanto aos padrões de qualidade.

UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE													
Nº	AMBIENTES	1 EQUIPE DE ATENÇÃO BÁSICA			2 EQUIPES DE ATENÇÃO BÁSICA			3 EQUIPES DE ATENÇÃO BÁSICA			4 EQUIPES DE ATENÇÃO BÁSICA		
		Qtd. (un)	Área unit. (m²)	Área total (m²)	Qtd. (un)	Área unit. (m²)	Área total (m²)	Qtd. (un)	Área unit. (m²)	Área total (m²)	Qtd. (un)	Área unit. (m²)	Área total (m²)
1	Sala de recepção e espera	15 pessoas			30 pessoas			45 pessoas			60 pessoas		
		1	23	23	1	45	45	1	68	68	1	90	90
2	Sanitário para pessoas com deficiência	2	2,55	5,1	2	2,55	5,1	3	2,55	7,65	3	2,55	7,65
3	Sala de imunização	1	9	9	1	9	9	1	9	9	1	9	9
4	Farmácia (estocagem/dispensação de medicamentos)	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	16	16
5	Consultório indiferenciado (Acolhimento)	2	9	18	3	9	27	4	9	36	5	9	45
6	Consultório com sanitário anexo	1	9	9	2	9	18	2	9	18	3	9	27
6.1	Sanitário do consultório (pessoas com deficiência)	1	2,55	2,55	1	2,55	2,55	1	2,55	2,55	2	2,55	5,1
6.2	Sanitário do consultório	0	0	0	1	1,6	1,6	1	1,6	1,6	1	1,6	1,6
7	Consultório odontológico												
7.1	Consultório odontológico para 2 Equipos	1	20	20	2	20	40	1	20	20	0	0	0
7.2	Consultório odontológico para 3 Equipos	0	0	0	0	0	0	1	30	30	2	30	60
8	Sala de inalação coletiva	4 pacientes			4 pacientes			6 pacientes			6 pacientes		
		1	6	6	1	6	6	1	9	9	1	9	9
9	Sala de coleta	0	0	0	0	0	0	1	4	4	1	4	4
10	Sala de curativos	1	9	9	1	9	9	1	9	9	1	9	9
11	Sala de observação (curta duração)/Procedimento/Coleta	1	10	10	1	10	10	0	0	0	0	0	0
11.1	Barreiro da sala de observação	1	4,8	4,8	1	4,8	4,8	0	0	0	0	0	0
12	Sala de observação (curta duração)/Procedimento	0	0	0	0	0	0	1	10	10	1	10	10
12.1	Barreiro da sala de observação	0	0	0	0	0	0	1	4,8	4,8	1	4,8	4,8
13	CME simplificada - tipo I												
13.1	Expurgo	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5
13.2	Sala de esterilização/estocagem de material esterilizado	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5
14	Sala de administração e gerência	1	7,5	7,5	1	7,5	7,5	1	12,5	12,5	1	12,5	12,5
15	Sala de atividades coletivas/Sala de ACS	1	20	20	1	20	20	1	25	25	1	30	30
16	Almoxarifado	1	2,8	2,8	1	3	3	1	3	3	1	4	4
17	Copa	1	4,5	4,5	1	4,5	4,5	1	6	6	1	6	6
18	Barreiro para funcionários	1	3,5	3,5	2	3,5	7	2	3,5	7	2	3,5	7
19	Depósito de material de limpeza (DML)	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	4
20	Abrigo externo de resíduos sólidos												
20.1	Depósito de Resíduos Comuns	1	1	1	1	1,4	1,4	1	2,3	2,3	1	2,3	2,3
20.2	Depósito de Resíduos Contaminados	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1,5	1,5	1	2	2
20.3	Depósito de Resíduos Recicláveis	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1,5	1,5	1	2	2
21	Área externa para embarque e desembarque de ambulância	1	21	21	1	21	21	1	21	21	1	21	21

Tabela 1: Unidade Básica de Saúde

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (2013).

• Grupo B – Qualidade padrão AVALHOSP

A fim de tornar este método de análise o mais íntegro possível, optou-se por incluir uma referência para a verificação de qualidade do projeto. Segundo SAMPAIO E CHAGAS (2010) o AVALHOSP, é um instrumento simplificado de auxílio à avaliação e elaboração de projetos hospitalares ou de ambientes da saúde. Trata-se de uma tabela composta por cinco categorias de aspectos: sustentabilidade, conforto/qualidade, funcionais, construtivos e estéticos. Os mesmos autores propõem a reformulação da tabela, conforme o que

consideram mais relevante:

1. CONFORTO TÉRMICO		Sim	Não	Não sei
1.1. Insolação	As aberturas estão orientadas adequadamente com relação à orientação			
	Estão previstas proteções externas para as aberturas orientadas inadequadamente			
	As espessuras dos fechamentos e os materiais especificados são adequados ao clima local			
	Há preferência por cores claras para uma maior reflexão e menor absorção da energia solar - regiões de clima quente			
1.2. Ventilação	Há preferência pela ventilação natural ao condicionamento artificial			
	São indicadas janelas que possibilitam uma ventilação eficiente - passando pela zona de ocupação, para as épocas quentes			
	São indicadas janelas que possibilitam uma ventilação higiênica - alta, acima da zona de ocupação, para as épocas frias			
	As janelas têm caixilhos que impedem a infiltração de ar e/ou chuva quando fechadas, nas épocas frias			
	As janelas possuem sistemas de abertura que permitem a máxima entrada de ar nos períodos de calor (direção do vento)			
1.3. Temperaturas internas	É dada atenção especial aos ambientes em que os pacientes se despem ou usam apenas as "vestimentas hospitalares" para serem examinados			
	Há fontes de calor provenientes de equipamentos, lâmpadas especiais, pessoas, fechamentos envidraçados, paredes expostas à grande insolação no ambiente			

2.CONFORTO LUMINOSO E VISUAL		Sim	Não	Não sei
2.1. Iluminação natural	São previstas grandes aberturas com vidros transparentes para permitir a entrada de luz natural nos ambientes de permanência prolongada			
	São utilizadas cores claras em caixilhos, paredes, pisos e superfícies externas próximas às aberturas			
	É prevista a colocação de persianas internas - de preferência de comando pelos próprios pacientes - para diminuir a claridade excessiva quando necessário			
2.2. Iluminação artificial	São especificadas luminárias com aletas para evitar ofuscamento no campo visual do usuário			
	São respeitados os campos visuais dos pacientes, deitados em macas, na colocação de luminárias no teto de corredores e salas de exames			
	São especificadas lâmpadas eficientes, de bom rendimento e IRC compatível com a função desenvolvida no ambiente			

3.CONFORTO ACÚSTICO		Sim	Não	Não sei
3.1. Ruídos internos	Há um zoneamento espacial com a setorização dos ambientes de atividades ruidosas e ambientes tranquilos que necessitam de silêncio			
	Nos ambientes que abrigam equipamentos ruidosos há um tratamento acústico - piso flutuante, isolamento acústico - e setorização adequada			
	Há especificação de materiais com absorção sonora nos ambientes de permanência prolongada			
	Há especificação de materiais com absorção sonora nos pisos dos corredores e de salas próximas			
3.2. Ruídos externos	Os fechamentos possibilitam o isolamento de ruídos de fontes externas como carros, aviões e outros			
	Há vegetação externa localizada estrategicamente para a atenuação de ruídos pelas suas características não reverberantes			

4.QUALIDADE DO AMBIENTE		Sim	Não	Não sei
4.1. Infecção hospitalar	Há barreiras físicas em áreas críticas			
	São especificados materiais laváveis e resistentes a desinfetantes			
	Há rodapés e elementos embutidos sem ressaltos nas paredes			
	Há lavatórios e/ou elementos de higienização no ambiente			
4.2. Ar condicionado	Há uma manutenção periódica nos sistemas de ar condicionado			
	A especificação de condicionamento artificial do ar é feita apenas nos ambientes onde é exigido por norma			
	Os vidros das janelas dos ambientes com condicionamento artificial, para melhor eficiência, são bem vedados			
4.3. Materiais	São especificadas tintas, revestimentos, solventes de baixa emissão de COV's - compostos orgânicos voláteis			
	São especificados materiais alternativos aos de PVC			
	Os revestimentos são de fácil limpeza e laváveis			
	Os revestimentos são duráveis e resistentes ao uso de desinfetantes			

5. HUMANIZAÇÃO		Sim	Não	Não sei	
5.1. Cores	São utilizadas cores variadas nas paredes, tetos e pisos para tornar os ambientes humanos, aconchegantes e tranquilos				
	São propostos painéis, quadros coloridos e obras de arte				
	É utilizada iluminação colorida				
5.2. Dignidade	A disposição dos leitos com relação às áreas comuns permite a privacidade do paciente				
	Os sanitários estão localizados próximos aos leitos				
	Há privacidade visual e acústica do paciente durante	Exames			
		Higiene			
		Visitas			
	É dada ao paciente a opção de	ver TV			
ouvir música					
Ler					

		visualizar um relógio e/ou calendário ((noção de tempo cronológico)			
		Há abertura para o exterior (noção de tempo meteorológico)			
5.3.		Os ambientes têm janelas que permitam aos usuários (pacientes, equipe médica e enfermagem) a visualização de cenas e paisagens do exterior			
Aberturas		Há fácil acesso a áreas externas ajardinadas, sombreadas e com bancos para que os pacientes possam se sentar			

Tabela 2: Qualidade ambientes saúde

Fonte: SAMPAIO E CHAGAS (2010)

3°. Modelagem BIM da Arquitetura

Para que um *software* BIM seja capaz de operar, é requisito que o modelo virtual atenda, segundo BARISON E SANTOS (2016), as características de ser uma representação digital 3D e paramétrica das características físicas e funcionais de uma edificação.

Respeitando estes critérios, para fins de análises deste estudo, foi produzido um modelo virtual paramétrico da arquitetura da tipologia UBS-IV, incluindo o layout original.



Figura 2: Modelo UBS-IV

Fonte: OS AUTORES (2019)

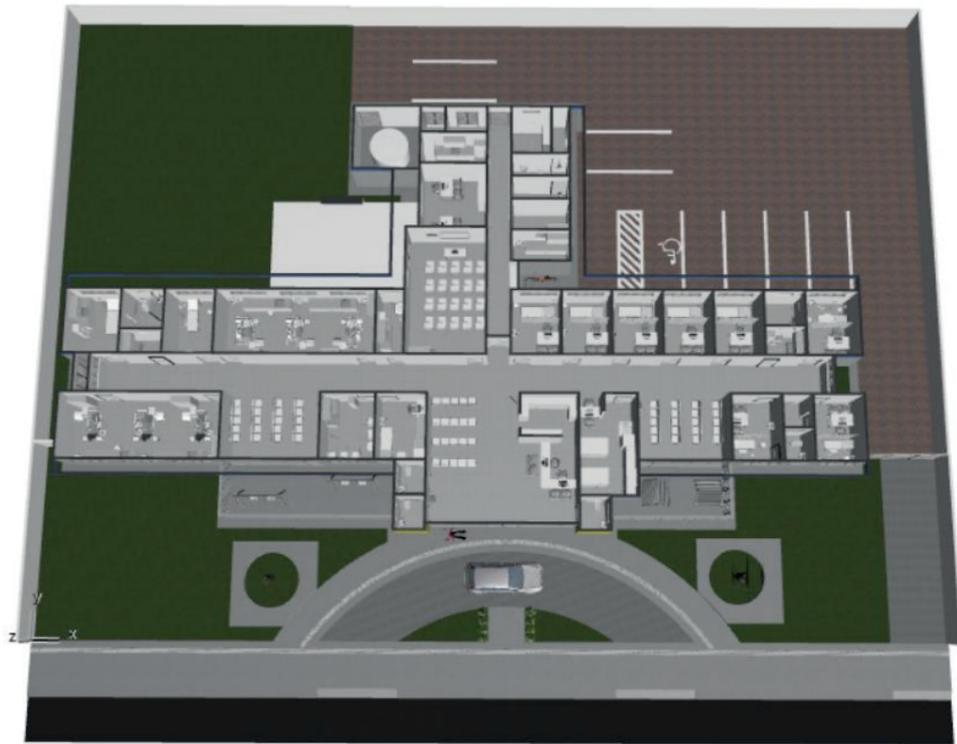


Figura 3: Layout UBS-IV
 Fonte: OS AUTORES (2019)

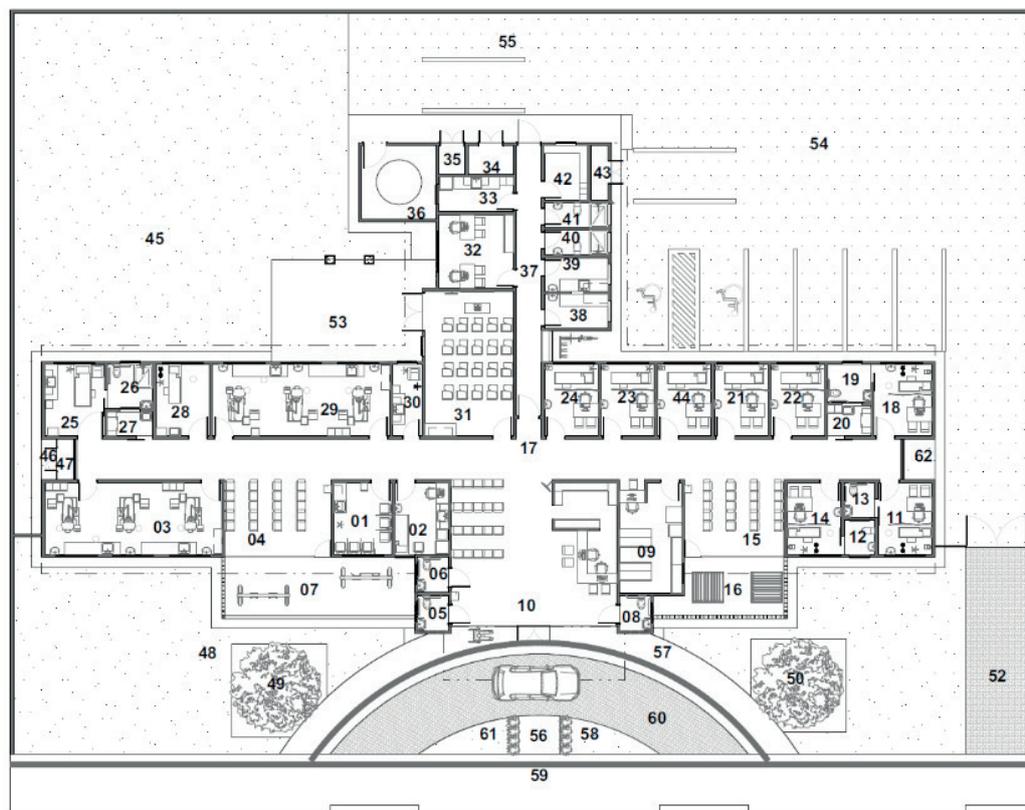


Figura 4: Tipologia UBS-IV
 Fonte: OS AUTORES (2019)

LEGENDA AMBIENTES			
NÚMERO	AMBIENTE	ÁREA (m²)	CLASSIFICAÇÃO
01	SALA DE INALAÇÃO COLETIVA	9,80	Áreas Internas
02	SALA DE VACINAS	9,10	Áreas Internas
03	CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO	30,10	Áreas Internas
04	SALA DE ESPERA INTERNA (20 CADEIRAS)	18,80	Áreas Internas
05	SANITÁRIO PCD	2,55	Áreas Internas
06	SANITÁRIO PCD	2,55	Áreas Internas
07	ÁREA DESCOBERTA PLAYGROUND	26,22	Áreas Internas
08	SANITÁRIO PCD	2,55	Áreas Internas
09	ESTOCAGEM/DISPENSAÇÃO DE MEDICAMENTOS	16,24	Áreas Internas
10	SALA DE RECEPÇÃO E ESPERA (20 CADEIRAS)	57,20	Áreas Internas
11	CONSULTÓRIO C/ SANIT. ANEXO 02	9,10	Áreas Internas
12	SANITÁRIO DO CONSULTÓRIO	2,61	Áreas Internas
13	SANITÁRIO PCD	2,69	Áreas Internas
14	CONSULTÓRIO C/ SANIT. ANEXO 01	9,10	Áreas Internas
15	SALA DE ESPERA INTERNA (20 CADEIRAS)	17,70	Áreas Internas
16	ÁREA DESCOBERTA PLAYGROUND	15,25	Áreas Internas
17	CIRCULAÇÃO	81,20	Áreas Internas
18	CONSULTÓRIO C/ SANIT. ANEXO 03	9,80	Áreas Internas
19	SANITÁRIO PCD	4,02	Áreas Internas
20	DML	3,27	Áreas Internas
21	CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO / ACOLHIMENTO 04	9,10	Áreas Internas
22	CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO / ACOLHIMENTO 05	9,10	Áreas Internas
23	CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO / ACOLHIMENTO 02	9,10	Áreas Internas
24	CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO / ACOLHIMENTO 01	9,10	Áreas Internas
25	SALA DE PROCEDIMENTO	10,15	Áreas Internas
26	BANHEIRO PCD	4,87	Áreas Internas
27	DML	2,76	Áreas Internas
28	SALA DE CURATIVOS	9,10	Áreas Internas
29	CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO	30,10	Áreas Internas
30	SALA DE COLETA	4,90	Áreas Internas

LEGENDA AMBIENTES			
NÚMERO	AMBIENTE	ÁREA (m²)	CLASSIFICAÇÃO
31	SALA DE ATIVIDADES COLETIVAS / ACS	30,53	Áreas Internas
32	SALA DE ADMINST. E GERÊNCIA	12,96	Áreas Internas
33	COPA	6,12	Áreas Internas
34	DEP. RESÍDUOS RECICLÁVEIS	3,34	Áreas Internas
35	DEP. RESÍDUOS COMUNS	1,90	Áreas Internas
36	CISTERNA	12,96	Áreas Internas
37	CIRCULAÇÃO	16,50	Áreas Internas
38	SALA DE ESTERIL. E GUARDA DE MAT. EST.	5,12	Áreas Internas
39	EXPURGO	5,12	Áreas Internas
40	BANHEIRO FUNCIONÁRIO MASC.	3,72	Áreas Internas
41	BANHEIRO FUNCIONÁRIO FEM.	3,72	Áreas Internas
42	ALMOXARIFADO	5,57	Áreas Internas
43	DEP. RESÍDUOS CONTAMINADOS	2,57	Áreas Internas
44	CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO / ACOLHIMENTO 03	9,10	Áreas Internas
45	JARDIM	264,60	Áreas Externas
46	JARDIM	1,44	Áreas Externas
47	COMPRESSOR	1,60	Áreas Internas
48	JARDIM	107,97	Áreas Externas
49	JARDIM	7,07	Áreas Externas
50	JARDIM	7,07	Áreas Externas
51	JARDIM	73,73	Áreas Externas
52	VIA DE ACESSO	30,45	Áreas Externas
53	ÁREA COBERTA PARA ATIVIDADES	37,48	Áreas Externas
54	ESTACIONAMENTO DESCOBERTO	362,07	Áreas Externas
55	ÁREA DE CARGA E DESCARGA	68,75	Áreas Externas
56	CALÇADA	3,77	Áreas Externas
57	CALÇADA	126,42	Áreas Externas
58	JARDIM	5,68	Áreas Externas
59	PASSEIO PÚBLICO	148,50	Áreas Externas
60	VIA DE VEÍCULOS	54,16	Áreas Externas
61	JARDIM	5,68	Áreas Externas
62	JARDIM	3,00	Áreas Externas

Figura 5: Ambientes UBS-IV

Fonte: OS AUTORES (2019)

4°. Otimização para interoperabilidade

ELLWANGER et al. (2016) consideram a interoperabilidade a capacidade que um sistema apresenta para interagir com outros sistemas. Assim foi gerando um arquivo do tipo IFC2X3, operável pelo SMC². Para melhorar o desempenho, ele foi otimizado na ferramenta Solibri IFC Optimizer:



Figura 6: Solibri IFC Optimizer

Fonte: OS AUTORES (2019)

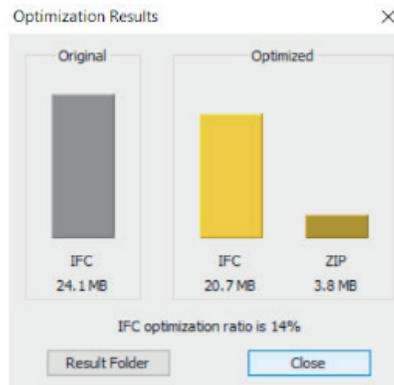


Figura 7: Arquivo IFC Otimizado

Fonte: OS AUTORES (2019)

5°. Checagem de qualidade do modelo BIM

Compõe o fluxo de trabalho padrão do SMC a análise de qualidade dos modelos BIM, com aplicação de regras essenciais padrão, a fim de verificar sua integridade e condições para análises de regras específicas:

a. Definição da função de análise

Essencialmente seleciona um grupo de recursos (Conjuntos de Regras, Classificações e Decisões de Informações) que auxiliarão na execução do SMC.

b. Seleção dos conjuntos de regras essenciais

- *BIM Validation - Architectural*

Utiliza-se para validar a qualidade geral dos modelos de arquitetura. Contém regras para QA/QC (Garantia e Controle de Qualidade) e extrações de informações. É altamente recomendável antes de qualquer análise avançada, como extração de quantitativos, análises de fuga, verificação de códigos de construção.

- *General Space Check*

Verifica problemas relacionados à modelagem dos espaços. Algumas regras, como as relacionadas às características ambientais, podem exigir a correta identificação destes espaços.

- *Building Elements - General Classification*

Para a checagem dos conjuntos de regras, o SMC precisa diferenciar os espaços e/ou componentes uns dos outros, através das propriedades paramétricas. Sem classificações, o *software* não consegue operar as regras nos espaços / componentes não classificados.

6°. Aplicação das regras de conformidades específicas

Regras específicas dependem de criação e podem ser geradas a partir do zero ou adicionando, removendo e/ou modificando parâmetros de um conjunto de regras

existente no SMC.

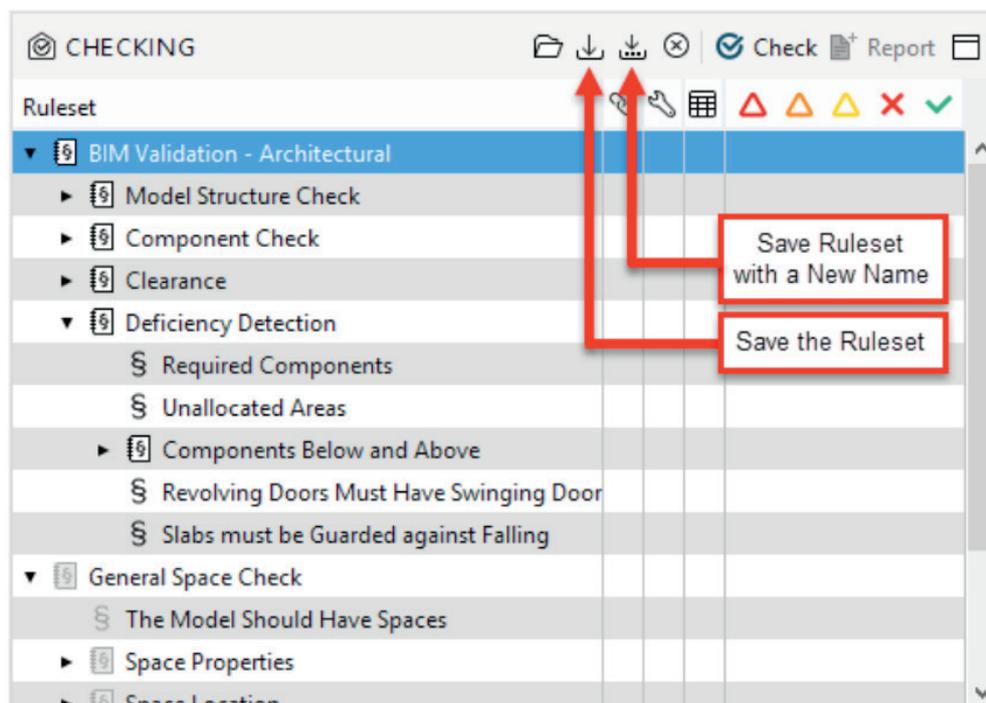


Figura 8: Criação de regras específicas

Fonte: SOLIBRI (2019)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de caso objetivou verificar as condições de aplicabilidade da verificação automatizada de regras de conformidade em um projeto aleatório, mas relevante.

Seguindo os procedimentos, após selecionar o projeto para análise e regras a verificar (1º e 2º), preparou-se o modelo virtual (3º e 4º) e foi analisada a qualidade do modelo (5º), se estaria apto ao teste de aplicabilidade de automatização (6º).

No 5º processo, tem-se que:

- A visualização *Result Summary* informou as contagens de problemas agrupados por sua gravidade.
- A análise também forneceu a *Issue Density* (número de problemas proporcional ao volume do modelo em metros cúbicos).
- A contagem demonstra uma baixa densidade de problemas na análise essencial (figura 9). Estas foram avaliadas pontualmente e, a partir do relatório (apresentado parcialmente na figura 10), pôde-se constatar que a maioria das questões detectadas não estavam relacionadas à qualidade da modelagem, mas às configurações do *layout* original e *General Classification*.

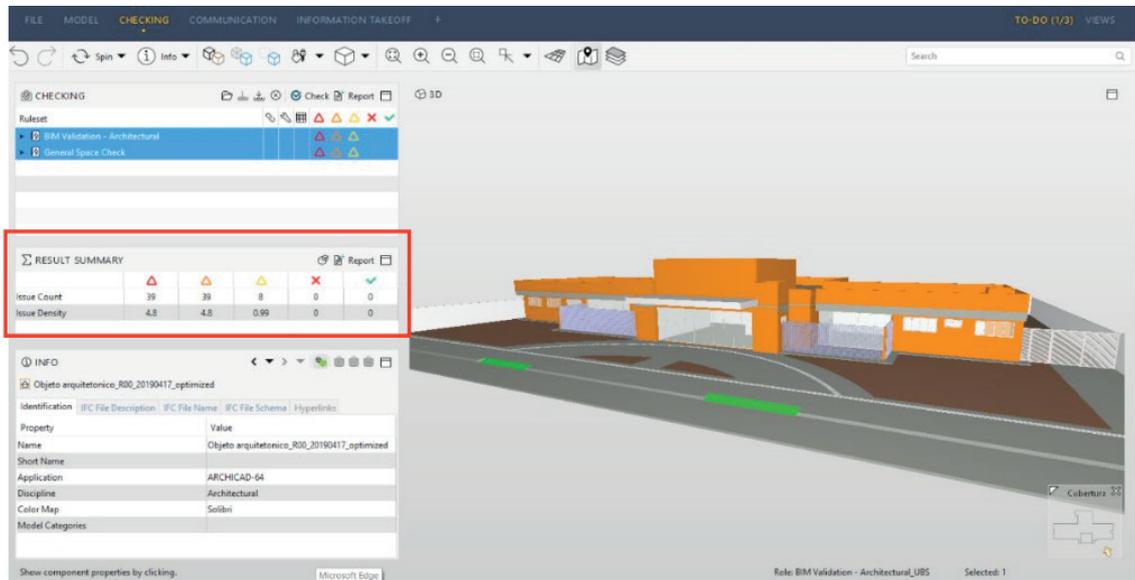


Figura 9: Resultados das análises regras essenciais

Fonte: OS AUTORES (2019)

SOLIBRI		Summary Report 1					
Model Name	Objeto arquitetónico_R00_20190417_optimized Version: 9.8						
Date	April 17, 2019						
Objeto arquitetónico_R00_20190417_optimized	Application: ARCHICAD-64 IFC: IFC2X3						
RuleSet	Rule	Description	Rule Support Tag	All Issues	Critical Issue	Moderate Issues	Low Severity Issues
BIM Validation - Architectural		This Ruleset includes rules to validate BIM models in general. This Ruleset does not check intersections between components nor spaces (there are other Rulesets for them)PLEASE NOTE: This check should be done before any further analysis of the model!		55	29	19	7
Component Check		The ruleset checks that components have reasonable dimensions and they have located in a correct way.		0	0	0	0
	Floor Heights	This rule checks distances between intermediate slabs (= floor free height). Checked slabs are selected by using Building Elements classification (see Classification View).	SOL/220/2.1	0	0	0	0
Component Dimensions		This rule set checks components' dimensions.		0	0	0	0
Wall Dimensions Should Be Sensible		This ruleset checks that wall dimensions are sensible (thickness is not too small or large, length and height are large enough).		0	0	0	0
	Wall Height	This rule checks that wall height is big enough.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
	Wall Thickness	This rule checks that wall thickness is not too small or too large.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
	Wall Length	This rule checks that wall height is big enough.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
	Wall Opening Distances	This rule checks openings in exterior walls. It checks distances between openings and wall edges. Note that rule checks only wall defined as exterior walls in Building elements classification (see Classification View).	SOL/216/2.0	0	0	0	0
Door And Window Openings Must Have at Least Minimal Size		This ruleset checks the width and the height of windows and doors.		0	0	0	0
	Window Width	This rule checks the width of windows.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
	Window Height	This rule checks the height of windows.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
	Door Width	This rule checks the width of doors.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
	Door Height	This rule checks the height of doors.	SOL/230/1.1	0	0	0	0
Slab Dimensions Should Be Sensible		This ruleset checks that slab dimensions are sensible (thickness is not too small or large, area is large enough).		0	0	0	0
	Slab Area	This rule checks that slab area is not very small.	SOL/230/1.1	0	0	0	0

Figura 10: Amostra do detalhamento das análises de regras

Fonte: OS AUTORES (2019)

- Na classificação dos componentes pode-se observar (figuras 11 e 12), que apenas 6% de componentes não estavam classificados. Este resultado deve-se à qualidade da modelagem que seguiu um padrão de classificação. Conclui-se que a classificação de componentes não seria impeditiva à aplicabilidade de automatização das regras específicas.

Conforme EASTMAN (2014), um dos principais desafios detectados para implementação da automação da verificação das regras é relacionar os códigos das normas técnicas, aos códigos computacionais, de forma a obter resultados do sistema de automação. Outro destaque são os aspectos ligados à qualidade dos modelos virtuais como interoperabilidade, classificação da informação dos elementos, padrão de nomenclatura para espaços (ambientes).

Assim, devido a não classificação dos espaços, nenhuma regra específica (6º procedimento) pôde ainda ser aplicada de forma eficaz e direta no SMC.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso identificou que automatização começa com padronização. No sistema BIM, tal como a Classificação da Informação, projetistas e desenvolvedores de ferramentas precedem de uma sintaxe própria para sustentar os diversos âmbitos da interoperabilidade.

Desta forma, vê-se que uma taxonomia para protocolos de nomeação de espaços, ambientes ou zonas seria um pressuposto aos processos de automatização de verificações. Este protocolo, em desenvolvimento, é parte constitutiva do constructo (etapas 4 e 5) desta referida Pesquisa Construtiva.

REFERÊNCIAS

ANDRADE E SILVA, Flávio Paulino de. **Verificação automática dos requisitos de projetos da Norma de Desempenho pela plataforma BIM Solibri Model Checker**. 2017. 161 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ARIADNE, Queila. **Burocracia encarece custo final de imóveis em até 12%**. Disponível em: < <https://www.otempo.com.br/capa/economia/burocracia-encarece-custo-final-de-im%C3%B3veis-em-at%C3%A9-12-1.1395934> > Acesso: 15 de janeiro de 2019.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 103-120, jan./jun. 2016.

EASTMAN et al. Manual de BIM: **Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ELLWANGER, C.; SOUZA, V. N. R. S.; ROQUE, A. S.; BRUSCATO, U. M., Silva, R. P. **Experiência E Parametrização No Processo De Projeto De Aplicações Digitais Interativas**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 7-20, jan./jun. 2016.

GOVERNO DO BRASIL. **Projetos de arquitetura para Unidades Básicas de Saúde são disponibilizados a gestores públicos**. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/noticias/saude/2013/09/projetos-de-arquitetura-para-unidades-basicas-de-saude-sao-disponibilizados-a-gestores-publicos> > Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Estratégia nacional de disseminação do BIM - Estratégia BIM BR**. Disponível em: < <http://www.mdic.gov.br/index.php/>

competitividade-industrial/ce-bim > Acesso em: 22 de janeiro de 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria N° 340, De 4 De Março De 2013.** Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0340_04_03_2013.html > Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

SAMPAIO, Ana Virgínia C. F; CHAGAS, Suzana Sousa. **Avaliação De Conforto E Qualidade De Ambientes Hospitalares.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v.5, n.2, p. 155-179, nov. 2010.

SOLIBRI. **Creating Rulesets in SMC v9.8.** Disponível em: < <https://solibri.wordpress.com/2017/11/20/creating-rulesets-in-smc-v9-8/> > Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

SOUZA, B.A. et al. **Análise dos indicadores PIB nacional e PIB da Indústria da Construção Civil.** Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador, v. 17, p.140-150. 2015. Disponível em <<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/3480> >. Acesso: 02 de janeiro de 2019.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: **A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction, v. 18, p. 357-375, 2009. Elsevier BV.

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

