

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura
Mestrado Acadêmico

***Adoção da plataforma BIM no processo de
aprovação de projetos de edificações: desafios e
possibilidades***

Eduardo Ribeiro dos Santos

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura
Mestrado Acadêmico

***Adoção da plataforma BIM no processo de
aprovação de projetos de edificações: desafios e
possibilidades***

Eduardo Ribeiro dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, Linha de pesquisa Arquitetura, Projeto e Sustentabilidade
Orientadora: Mônica Santos Salgado

Rio de Janeiro
Março de 2018

Adoção da plataforma BIM no processo de aprovação de projetos de edificações: desafios e possibilidades

Eduardo Ribeiro dos Santos

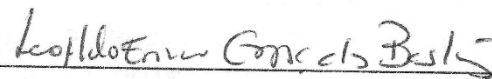
Orientadora: Mônica Santos Salgado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, Linha de pesquisa Arquitetura, Projeto e Sustentabilidade

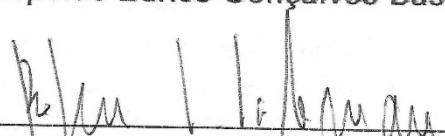
Aprovada por:



Prof. Mônica Santos Salgado – PROARQ/UFRJ



Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos – PROARQ/UFRJ



Prof. Rogério Goldfeld Cardeman – PROARQ/UFRJ



Prof. Sergio Scheer - UFPR

Rio de Janeiro
Março de 2018

S713a Santos, Eduardo Ribeiro dos.

Adoção da Plataforma BIM no processo de aprovação de projetos de edificações: desafios e possibilidades / Eduardo Ribeiro dos Santos. -- Rio de Janeiro, 2018. 127 f.

Orientador: Monica Santos Salgado. Dissertação (mestrado)

- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, 2018. 1. BIM. 2. Aprovação de Projetos. 3. Processo de Projeto. 4. Gestão da Informação

Resumo

Adoção da plataforma BIM no processo de aprovação de projetos de edificações: desafios e possibilidades

Eduardo Ribeiro dos Santos

Orientadora: Mônica Santos Salgado

O processo de projeto vem sofrendo mudanças, onde o processo tradicional, que é executado de forma sequencial vem sendo substituído por um processo onde os projetos são desenvolvidos de forma simultânea, exigindo que as equipes trabalhem de forma colaborativa. Diante a isto, abre-se para a utilização do processo BIM, sigla de Building Information Modeling, que utiliza ferramentas de tecnologias de informação e comunicação, onde a representação digital do edifício é feita por um modelo tridimensional contendo suas características físicas e funcionais. Estas por sua vez, podem ser compartilhadas entre todos os agentes envolvidos durante o seu ciclo de vida, principalmente para os órgãos e concessionárias licenciadores, que utilizam a checagem de regras para a aprovação do projeto. Esta aprovação tem como objetivo garantir não somente a ordenação espacial urbana, mas também a qualidade do ambiente construído através de critérios estabelecidos por normas, decretos e leis. Estes critérios para a análise do projeto são inúmeros, pois devido à complexidade, uso e porte ou tamanho do projeto, existem decretos, normativas e regras específicas para cada tipo e localização. Isto faz com que hoje o processo seja lento e a aprovação se estenda até por anos. O processo de aprovação do projeto é um dos gargalos para a viabilização de um empreendimento imobiliário, chegando a impactar em até 12% do valor total do mesmo. Em contrapartida, a plataforma BIM vem sendo discutida e colocada como um processo em que ao adotá-la são reduzidos tempo de projeto e execução da obra, custo da construção, erros em documento e atividades de retrabalho. Dentre os diversos usos do modelo BIM, existe a possibilidade de realizar a verificação dos projetos através de regras, onde estas podem ser aplicadas em licenciamento dos projetos. Esta pesquisa tem como objetivo, discutir os impactos da adoção da Plataforma BIM no processo de aprovação. Para tanto, foi estabelecido como recorte o processo de aprovação de projetos adotado pela prefeitura da cidade

do Rio de Janeiro, mais particularmente o PLC nº 31/2013, que estabelece diretrizes para o novo código de obras da cidade do Rio de Janeiro. Os resultados indicam que para a adoção da plataforma BIM na verificação automatizada de parâmetros (Code Checking) será necessário que a equipe de projeto esteja qualificada para desenvolver todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do trabalho que inicia na construção do modelo com informação, a troca de dados baseada em modelos, sua validação e verificação do projeto através de regras criadas para atender os requisitos estabelecidos. Entretanto é fundamental o conhecimento das legislações e normas edilícias de acordo com cada município. A associação desses saberes - de um lado legislação e de outro o domínio das tecnologias digitais – permitirá a aceleração do processo, especialmente na fase de aprovação de projetos de arquitetura

Palavras-chaves: Aprovação de projeto, Processo de projeto, BIM, Gestão da informação

Abstract

Adoption of the BIM platform in the approval process of building projects: challenges and possibilities

Eduardo Ribeiro dos Santos

Advisor: Mônica Santos Salgado

The design process has undergone changes, where the traditional process, which is executed sequentially, has been replaced by a process where projects are developed simultaneously, requiring teams to work collaboratively. In view of this, the BIM process, building information modeling, uses information and communication technology tools, where the digital representation of the building is made by a three-dimensional model containing its physical and functional characteristics. These, in turn, can be shared among all agents involved during their life cycle, especially for licensing agencies and concessionaires, who use rule checking for project approval. This approval aims to ensure not only urban spatial ordering, but also the quality of the environment built through criteria established by norms, decrees and laws. These criteria for the analysis of the project are numerous, because due to the complexity, use and size or size of the project, there are decrees, regulations and rules specific to each type and location. This makes the process slow today and the approval extends for years. The project approval process is one of the bottlenecks for the feasibility of a real estate project, reaching up to 12% of the total value of the project. In contrast, the BIM platform has been discussed and placed as a process in which to adopt it is reduced time of project and execution of the work, cost of construction, errors in document and rework activities. Among the various uses of the BIM model, it is possible to carry out project verification through rules, where these can be applied in project licensing. This research aims to discuss the impacts of the adoption of the BIM Platform in the approval process. To this end, the project approval process adopted by the City of Rio de Janeiro, more specifically PLC No. 31/2013, was established as a cut-off, which establishes guidelines for the new code of works in the city of Rio de

Janeiro. The results indicate that for the adoption of the BIM platform in automated parameter checking (Code Checking) it will be necessary that the project team is qualified to develop all the necessary steps for the development of the work that starts in the construction of the model with information, the exchange model validation and verification of the project through rules created to meet the established requirements. However, it is essential to know the laws and building regulations according to each municipality. The association of these knowledges - on one side legislation and on the other the domain of digital technologies - will allow the acceleration of the process, especially in the approval phase of architectural projects

Keywords: Project approval, Project process, BIM, Information management

Sumário

Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 - O Processo de Projeto	4
2.1. Processo de Projeto	4
2.2. Processo de Licenciamento de Projetos	10
2.3. Aprovação de Projetos no Rio de Janeiro	14
2.4. Fluxo de Aprovação de Projeto	18
2.5. Considerações	26
Capítulo 3 - Possibilidades das ferramentas digitais na gestão de projetos.....	28
3.1. BIM: paradigma, metodologia ou processo?	28
3.2. Gestão da informação na arquitetura e engenharia	33
3.3. Dimensões da plataforma BIM nas diferentes etapas do projeto	38
3.4. BIM na esfera governamental	47
3.5. Softwares BIM e a questão da interoperabilidade	51
3.6. Considerações	58
Capítulo 4 – Modelagem da Informação para aprovação de projetos de arquitetura	59
4.1. Código de Obras e Edificações da Cidade do Rio de Janeiro	60
4.2. Requisitos para Aprovação de Projetos	60
4.3. Banco de Regras para a Verificação de Projetos	62
4.4. Classificação da informação para a verificação	67
4.5. Considerações	72
Capítulo 5 - Aprovação de projetos utilizando a Plataforma BIM	73
5.1. Modelagem da Informação para a verificação de um projeto.....	73
5.2. Criação das Regras para a Verificação do Projeto através da plataforma BIM..	80
5.3. Verificação de Regras através da plataforma BIM	92
5.4. Considerações	102
Considerações Finais	104
Referências	108

Lista de Figuras

Figura 1 - Exemplo de Fluxograma para projetos de edificações	6
Figura 2 - Processo sequencial e simultânea	8
Figura 3 - Modelo genérico para organização do processo de projeto de forma integrada e simultânea	9
Figura 4 - Porcentagem das etapas de projeto referentes aos serviços de arquitetura a serem prestados	12
Figura 5 - Fluxograma projeto legal	12
Figura 6 - Localização das Áreas de Planejamento	16
Figura 7 - Sistema de entrega de projeto tradicional e BIM	31
Figura 8 - Processo de Projeto	32
Figura 9 - Curva de MacLeamy	33
Figura 10 - Estrutura BIM	39
Figura 11 - Estrutura de Competências	41
Figura 12 - Usos do Modelo BIM	43
Figura 13 - Regras para Análise de Projeto em BIM	49
Figura 14 - Imagem gerado pelo Solibri na verificação do Pé-direito Mínimo	50
Figura 15 - Validação Qualitativa do Modelo BIM	51
Figura 16 - Camada estruturais do IFC	53
Figura 17 - Árvore de subentidades	55
Figura 18 - Relatório de Certificação de Software	57
Figura 19 - Parte do modelo construído em ND 300	75
Figura 20 - Espaços das áreas úteis dos ambientes	76
Figura 21 - Espaços das áreas privativas e comum	76
Figura 22 - Espaço da área total construída do pavimento	76
Figura 23 - Vista da planta do modelo com a nomenclatura dos ambientes de acordo com a classificação do PLC nº 31/2013	77
Figura 24 - Janela de configuração de uma parede no ARCHICAD	77
Figura 25 - Áreas de Afastamentos e reentrâncias	78
Figura 26 - Janela de configuração de uma parede no ARCHICAD	79

Figura 27 - Mapa de Verificação da Posição das Paredes extraído pelo ARCHICAD	79
Figura 28 - Organização do Banco de Regras no Solibri 9.7	81
Figura 29 - Componentes não classificados automaticamente e possibilidade de classificação manual.	83
Figura 30 - Classificações Criadas no Solibri 9.7.	85
Figura 31 - Regras existentes no Solibri 9.7	87
Figura 32 - Regras para a verificação das áreas de um espaço construído no modelo	88
Figura 33 - Regras para a verificação de rota de fuga	89
Figura 34 - Extração de informações dos afastamentos criados no modelo	91
Figura 35 - Iniciar validação do modelo e verificação do projeto	94
Figura 36 - Resultados após rodar as regras	95
Figura 37 - Resultados apresentados na verificação	96
Figura 38 - Resultados em conformidade definidos manualmente	97
Figura 39 - Resultados em inconformidade na verificação do projeto	98
Figura 40 - Anotações das inconformidades feita pelo analista.	99
Figura 41 - Importação das anotações pelo projetista.	100
Figura 42 - Anotações visualizadas no BCFier	101

Lista de Quadros

Quadro 1 - Áreas de Planejamento do Rio de Janeiro	17
Quadro 2 - Órgãos e Concessionárias Licenciadores	17
Quadro 3 - Requisitos gerais para a modelagem da informação da construção	37
Quadro 4 - Informações em função do ND de alguns elementos de projeto	37
Quadro 5 - Níveis de Capacidade e Maturidade em BIM	45
Quadro 6 - Nível de Desenvolvimento do Modelo BIM	46
Quadro 7 - Adoção da plataforma BIM no Mundo	48
Quadro 8 - Banco de regras para a verificação da PL nº31/2013	64
Quadro 9 - Requisitos para normas e leis	66
Quadro 10 - Parâmetros com valores fixos	67
Quadro 11 - Parâmetros com valores variáveis	67
Quadro 12 - Parâmetros com relacionamento	67
Quadro 13 - Classificação da Informação da Construção - NBR 15.965	70
Quadro 14 - Classificação dos ambientes de acordo com a permanência	82
Quadro 15 - Classificações criadas e seus objetivos	84
Quadro 16 - Determinação das regras para validação do modelo e verificação do projeto	86

Lista de Fluxogramas

Fluxograma 1 - Aprovação de Projetos para edificações unifamiliares e bifamiliares	19
Fluxograma 2 - Aprovação de Projetos Fase Pré-aprovação	20
Fluxograma 3 - Aprovação de Projetos Fase Primária	21
Fluxograma 4 - Aprovação de Projetos Fase Secundária - Parte 1	22
Fluxograma 5 - Aprovação de Projetos Fase Secundária - Parte 2	23
Fluxograma 6 - Aprovação de Projetos Fase Final	24
Fluxograma 7 - Fluxo de Aprovação de Projeto utilizando a plataforma BIM	93

Capítulo 1 - Introdução

BIM, sigla de *Building Information Modeling*, traduzido para o português como Modelagem de Informação da Construção, é um fluxo de trabalho utilizado na área de construção civil, que tem como base um modelo tridimensional onde todos os elementos construídos, como parede, portas e mobiliário contém informações, além das geométricas, que irão perdurar por todo o ciclo de vida do edifício, desde a viabilidade até sua demolição passando pelo desenvolvimento dos projetos, licenciamento, construção, manutenção e operação.

Este fluxo de trabalho não é nenhuma novidade. Em 1975, Charles M. “Chuck” Eastman publica no Jornal AIA um protótipo de trabalho tendo conceito que conhecemos como BIM com o título de “Building Description System” onde descreve que todos os desenhos são frutos de elementos automáticos, como análises quantitativas, estimativas de custo e materiais.

Uma das características do fluxo de trabalho BIM é primar pela interoperabilidade, onde todos os agentes no processo podem se comunicar de forma transparente. Isto acontece porque os softwares de cada especialidade (arquitetura, estrutura, instalações, entre outras) utilizam ferramentas de construção fazendo com que os elementos do modelo tridimensional sejam reconhecidos por qualquer outro, que trabalhe dentro do fluxo BIM utilizando a extensão de arquivo IFC (Industry Foundation Class).

Na plataforma BIM além dos softwares para a modelagem da edificação, existem aqueles que permitem simular e gerenciar a obra, realizar orçamentos e planejamento financeiro, fabricação de componentes, organização da logística da construção e análises energéticas, estruturais, assim como de geometria, ambientes e informações, através de compatibilização de projetos. Estas análises são baseadas em parâmetros que refletem a necessidade de quem desenvolve o projeto, deixando para o mesmo a interpretação e avaliação dos resultados obtidos.

Estas possibilidades só são possíveis na plataforma BIM, pois os elementos tridimensionais que compõem o modelo são construídos com ferramentas específicas, como dito anteriormente, fazendo com que o computador consiga reconhecer todos esses elementos e informações, diferente do fluxo atual baseado em um projeto

2D/CAD onde o que se produz é uma simples representação feita através de linhas vetoriais onde o computador só reconhece linhas, textos e nada mais.

Segundo SUCCAR et. al. (2016), dentre os usos dos modelos BIM aplicados a indústria da construção, sistemas de informação e domínios do conhecimento, está a análise do modelo através de Checagem de Regras (Code Checking), que consiste em criar regras codificadas com o objetivo de checar normas, legislação e diretrizes projetuais.

Toda construção nova ou a reforma de uma, necessita ser analisada por um ou mais órgãos, que podem ser federais, estaduais e municipais, onde cada um tem uma legislação específica, dependendo do porte, relevância e importância urbanística da edificação. Este processo de análise é chamado de licenciamento e garante que o edifício cumpre com as regras mínimas exigidas para a qualidade de vida do ser humano e com o crescimento ordenado da cidade.

Dentro do processo de licenciamento de projetos, a plataforma BIM poderá garantir que as informações entre os projetistas e os órgãos regulamentadores da ordenação e fiscalização urbana sejam claras, rápidas e sem perda, fazendo com que os processos de licenciamento sejam agilizados, como por exemplo Singapura, que ao adotar o fluxo de trabalho BIM conseguiu reduzir para até 26 dias o processo de aprovação de projetos (MANZIONE, 2013c).

O objetivo desta pesquisa é discutir os impactos da adoção da Plataforma BIM no processo de aprovação de projetos com ênfase no processo de aprovação de projetos, tendo como objetivos específicos:

1. Identificar o atual processo de licenciamento de projetos na cidade do Rio de Janeiro, sua legislação, seus critérios para análise e seus gargalos;
2. Verificar o potencial da plataforma BIM, no processo de licenciamento de projetos arquitetônicos;
3. Apresentar os desafios e possibilidades na adoção da plataforma BIM no licenciamento de projetos.

Para isto, a dissertação foi dividida em 5 capítulos, sendo o primeiro a introdução. O segundo capítulo aborda o processo de projeto, enfatizando a etapa de

licenciamento. São apresentados os conteúdos sobre o processo de projeto sequencial e o desenvolvimento de projeto simultâneo com suas diferenças e o impacto na formação da equipe. Enfatiza-se também a etapa do Projeto Legal e a questão da legalização na cidade do Rio de Janeiro onde foi desenvolvido um fluxograma com as demandas na aprovação de projeto.

O terceiro capítulo apresenta as tecnologias de informação e comunicação, onde será dissertado tanto sobre BIM como processo quanto metodologia assim como suas potencialidades. Apresenta-se o histórico das ferramentas digitais ao longo do tempo até os dias atuais, a importância da gestão da informação na construção civil. É abordado o processo de interoperabilidade e os softwares capazes de trabalhar no fluxo BIM. Destaca-se a utilização da plataforma BIM nos diversos países que já o adotaram, dando destaque ao que vem sendo realizado no Brasil até o atual momento.

O capítulo quarto define o recorte da pesquisa, onde será abordado o PLC nº 31/2013 que define as diretrizes para o novo código de obras. Neste capítulo também será discutido a organização para a criação de um banco de regras com o objetivo de uma verificação automatizada e os sistemas de classificação existente.

No quinto capítulo serão apresentados os principais requisitos para a adoção da plataforma BIM na aprovação de projetos, tanto para prefeitura e diversos órgãos licenciadores como para os profissionais, como a modelagem da informação para aprovação de projeto, a criação das regras, o fluxo para verificação do projeto e o processo de comunicação ao utilizar o processo BIM.

Capítulo 2 - O Processo de Projeto

Para a consolidação de um empreendimento imobiliário são envolvidos inúmeros agentes em um processo que se inicia na formulação de um plano de negócios até a utilização pelo usuário final, passando pelo desenvolvimento do projeto, sua construção, operação, manutenção e demolição ou renovação. Este processo refere-se ao planejamento do empreendimento

Devido à complexidade no processo dos projetos das edificações, que envolve a participação de diferentes especialistas, da necessidade em diminuir custos e reduzir prazos, o processo para a consolidação de um empreendimento vem sofrendo mudanças, surgindo a demanda de uma integração maior não só pelos projetistas, mas também pelo empreendedor e pelo usuário. Diante disso, surge como alternativa o desenvolvimento de projeto simultâneo, já empregado e consolidado em indústrias manufatureiras como a automotiva.

Dentre as etapas desenvolvidas no decorrer do processo de projeto está a de legalização ou aprovação por órgãos, concessionárias e instituições com inúmeras leis, decretos e normativas que visam criar diretrizes para a qualidade do ambiente edificável. A etapa de Projeto Legal, como é conhecida, é de suma importância, pois ela ocupa 20% do esforço de trabalho de projeto (IAB, 2011) e é ela que contém os maiores problemas referentes à burocracia para a implementação dos empreendimentos imobiliários, chegando a impactar em até 12% no valor do imóvel (BOOZ & COMPANY, 2014).

Assim sendo, este capítulo tem como objetivo levantar tanto o processo de projeto como um todo, quanto o processo na etapa de licenciamento da cidade do Rio de Janeiro para a aprovação de projeto através de uma pesquisa bibliográfica.

2.1. Processo de Projeto

Ao desenvolvermos um projeto, é necessário o investimento de esforços para a criação de um produto com resultado exclusivo, tornando-o único por apresentar necessidades, locais e períodos diferentes, mesmo possuindo características idênticas às de outros projetos já executados (PMBOOK, 2013). Em seu planejamento, o projeto deverá ter um início e um fim, somente podendo ser

considerado encerrado quando seus objetivos são atingidos ou, quando não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixa de existir.

Para a obtenção do sucesso de um projeto todos os seus recursos como tempo, custos e qualidade devem ser administrados e gerenciados mediante critérios estabelecidos para resolver as demandas e objetivos, atendendo a todos os envolvidos ao longo de seu processo de desenvolvimento (BISIO, 2011). Esse processo é determinado pelas seguintes fases: início, planejamento, execução, monitoramento e controle (PMBOOK, 2013). No início, serão realizados o programa de necessidade e os estudos preliminares. No planejamento, o desenvolvimento do projeto em si. Na execução, a organização e planejamento para sua fabricação e, por fim, no monitoramento e controle, serão feitas a operação e a manutenção após a entrega do produto. Segundo MELHADO (2001), nas fases apontadas, são envolvidos o empreendedor, a equipe de projetistas e as empresas construtoras; onde o papel do empreendedor é a contratação de todos os agentes e a administração do empreendimento, a da equipe de projetista de conceber e desenvolver os projetos para a construção, esta equipe é composta por um coordenador cuja responsabilidade não é somente a do controle do desenvolvimento do projeto mas também a do acompanhamento e controle da execução da obra; o papel principal das empresas construtoras é de executar a obra. Por fim, o usuário que será o responsável pela a manutenção e operação da edificação.

Ao discorrer sobre a palavra “*projeto*” para a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), é remetido ao ato de desenvolver um conjunto de ações para a materialização de um edifício, em que estas ações são representadas por peças gráficas como plantas, cortes, fachadas, perspectivas, por documentos como memoriais descritivos, planilhas entre outros (IAB, 2011).

Com o objetivo de normatizar as atividades técnicas do desenvolvimento de projetos para a indústria AEC, a ABNT publica no ano de 1995 a NBR 13.531 - Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas, estabelecendo uma série de etapas a serem cumpridas ao longo do desenvolvimento do projeto, que são: levantamento (LV), programa de necessidades (PN), estudo de viabilidade (EV), estudo preliminar (EP), anteprojeto (AP) e/ou pré-execução (PR), projeto legal (PL), projeto básico (PB) e projeto para execução (PE) (ABNT, 1995). A mesma NBR aponta

um processo de desenvolvimento de projeto sequencial, no qual uma etapa somente é desenvolvida após a conclusão da anterior, por exemplo a etapa de projeto para execução somente é iniciada após ao término de todos os projetos da etapa antecessora, a de projeto básico, como mostra a figura 1.

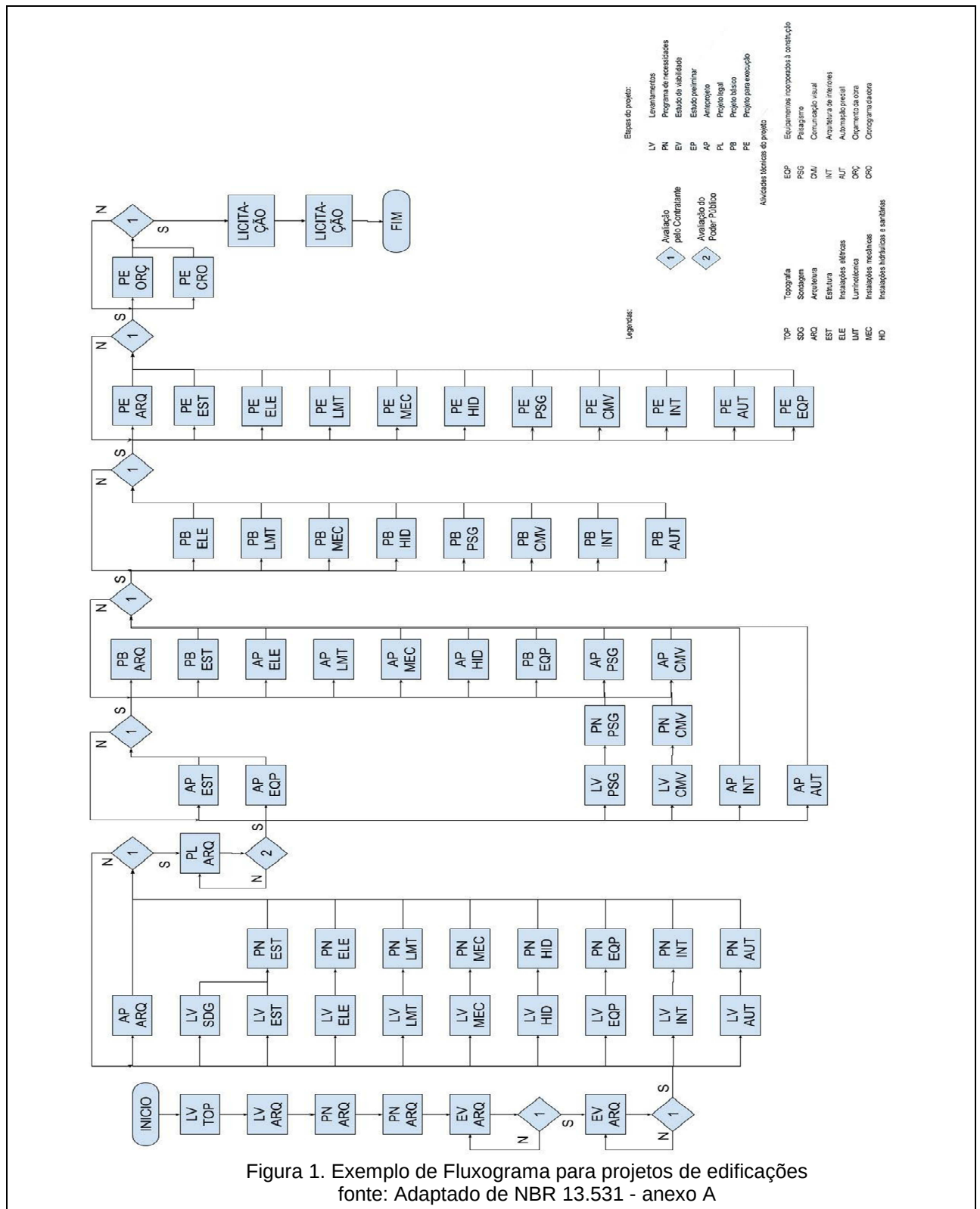


Figura 1. Exemplo de Fluxograma para projetos de edificações
fonte: Adaptado de NBR 13.531 - anexo A

FABRICIO (2002) coloca que no processo de projeto sequencial, o arquiteto, profissional responsável pelo projeto de arquitetura, o desenvolve desde o programa de necessidades até o anteprojeto para, ao término deste transmitir as informações, com soluções previamente determinadas, para os demais projetistas, que nesse momento irão elaborar soluções a complementar o projeto arquitetônico.

O processo de projeto é substancial nas tomadas de decisões entre os agentes envolvidos na consolidação do empreendimento, no que se refere a custos, prazos e à organização de sua produção ao longo das várias fases, que vão desde os estudos de viabilidade até a operação e manutenção do edifício, passando pelos diversos projetos, de várias especialidades, pela construção e sua ocupação. MELHADO (2001) ressalta que a qualidade do empreendimento está inteiramente ligada à qualidade do projeto.

Esse processo sequencial cria uma fragmentação no desenvolvimento do empreendimento entre programa, projeto e produção (FABRICIO e MELHADO, 2001). Essa fragmentação impacta diretamente na formação da equipe, pois em muitos casos, muda-se totalmente a equipe ao passar o projeto de uma etapa a outra. Em algumas situações, devido ao processo estabelecido pelo contratante e as características de contratação, muda-se até de prestador de serviço de projeto, sendo um profissional ou empresa responsável pelo desenvolvimento pelo projeto legal e outro pelo executivo, por exemplo.

Como o processo de projeto abrange múltiplas decisões para a elaboração e a execução do empreendimento, não envolvendo somente os projetistas com suas referidas especialidades, é necessária a verificação das diferentes interfaces de trabalho, a coordenação e execução de compatibilizações dos devidos projetos, com o objetivo de garantir a harmonia e a coesão ao longo das definições projetuais.

Com o objetivo de melhorar as relações projetuais e o processo de projeto em si, apresenta-se a Engenharia Simultânea, chamada também de Desenvolvimento Simultâneo de Projetos (DSP), considerada um modelo de gestão para o desenvolvimento de projetos simultâneo e integrado e seus respectivos processos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a concepção até atingir o objetivo proposto pelo projeto, incluindo o planejamento, a produção e o suporte, com premissas de qualidade, custo e requisitos dos usuários. O DSP tem como uma das grandes

vantagens sobre o processo sequencial a redução do tempo, como mostra a Figura 2.

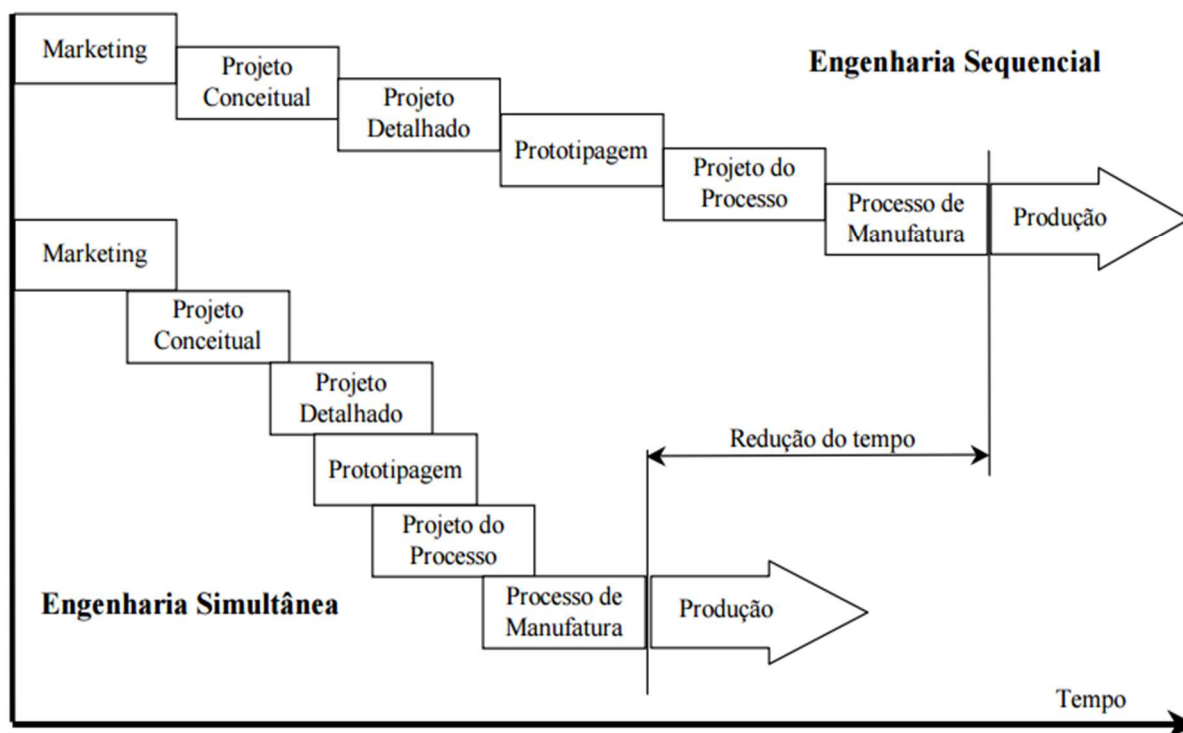


Figura 2 - Processo sequencial e simultânea
Fonte: BACK e OGLIARI, 2000

“Engenharia Simultânea aparece como alternativa em substituir o processo sequencial para processo simultâneo de forma integrada, resultando em redução de custos e prazos” (CARVALHO et. al., 2010)

Ao longo do processo de desenvolvimento de um projeto, observa-se a necessidade de relação entre os profissionais das diversas áreas, trabalhando de forma integrada. Com o DSP, como ilustra a figura 3, as atividades relativas ao desenvolvimento do projeto passaram a ser executadas por equipes multidisciplinares, tendo como consequência a consideração da experiência de todos os envolvidos e não somente de um único agente nas tomadas de decisões, como acontece no processo sequencial. Esta tomada de decisão multidisciplinar passa a ser mais assertiva e satisfaz as necessidades do consumidor com um custo menor.

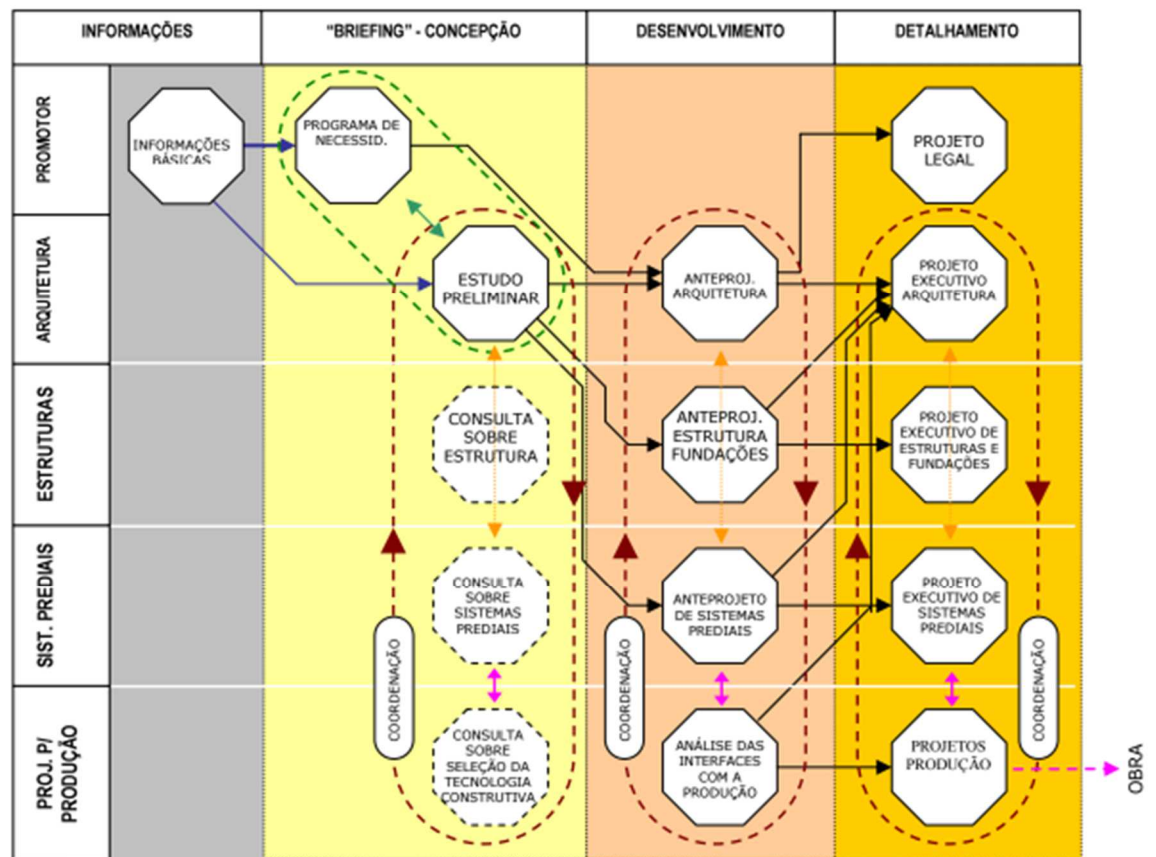


Figura 3 - Modelo genérico para organização do processo de projeto de forma integrada e simultânea
 Fonte: FABRÍCIO et. al. (1999)

Essa equipe multidisciplinar, por ser formada por profissionais de áreas distintas e complementares, que dispõem de conhecimentos diversos e possuem demandas diferentes, torna o gerenciamento do empreendimento mais complexo, exigindo uma avaliação mais cuidadosa e criteriosa para a obtenção do sucesso (PRETTI, 2013).

Para ROCHA (2014), é possível, ao aplicar o DSP no processo de desenvolvimento do produto, alcançar o entendimento entre os agentes envolvidos. Desse modo, as ideias para as soluções demandadas são recriadas e descartadas até a unificação do conceito no que se refere às funcionalidades e condições de produção, permitindo ganhos no custo, no tempo e na confiabilidade.

Implementar o DSP na indústria AEC é complexo. Dentre os fatores está o de que muitos empreendimentos imobiliários são desenvolvidos nos padrões tradicionais que, por sua vez, não estão voltados à introdução de inovações, diferente da indústria

manufatureira como a automotiva e a aeronáutica. Mais um agravante é o fato de que esses empreendimentos não são produzidos em grande escala, não possuem os mesmos fornecedores nos diversos empreendimentos desenvolvidos simultaneamente, devido principalmente às particularidades de cada empreendimento, e o local onde são produzidos ou fabricados está sujeito às intercorrências climáticas. Outro fator relacionado com as dificuldades da adoção do processo de DSP está no seu próprio desenvolvimento, pois o método de contratação entre o promotor do empreendimento e os executores (no caso as construtoras e os projetistas, que em sua maioria não possuem uma formação voltada para uma gestão de processos) é restrita a uma parte do desenvolvimento do empreendimento, ocasionando a não participação do processo como um todo. (FABRICIO, 2002)

“O contrato deve ter a função de garantir o bom entendimento e inter-relações entre as partes envolvidas no processo de projeto, evitando discussões e modificações de prazo e custos, sem que haja o entendimento de ambas as partes” (CAIADO, 2004)

Devido a essa complexidade na implementação do processo de DSP, torna-se necessário a formação de uma equipe de profissionais considerando o conhecimento e o domínio tanto das diversas especialidades envolvidas quanto das ferramentas digitais, alinhadas com a capacidade em trabalhar de forma colaborativa e integrada. Esta equipe contará com auxílio de um coordenador para que o desenvolvimento processo de DSP seja evolutivo.

2.2. Processo de Licenciamento de Projetos

Dentre as etapas a serem cumpridas ao longo do processo de desenvolvimento de um empreendimento, está a fase de licenciamento do projeto. Esta etapa é chamada de Projeto Legal e conhecida também como “Projeto de Prefeitura”.

O Projeto Legal tem como objetivo representar as informações técnicas do projeto para análise e aprovação do mesmo pelos órgãos municipais, estaduais e federais, com base em legislações para a obtenção do alvará ou licenças para a execução da construção. (ABNT, 1995)

“Um projeto de prefeitura consiste, basicamente, em uma ou mais pranchas com desenhos das plantas dos pavimentos da edificação, cortes transversais e longitudinais, representação da fachada (ou elevação) principal e/ou ainda outras fachadas, planta de cobertura, quadros técnicos com cálculos de iluminação e ventilação, notas de projeto, memorial descritivo, alguns detalhes (se necessário) e o selo da prefeitura, onde constarão as informações de localização da edificação, entre outras” (PAIXÃO, 2016)

Essas legislações municipais, estaduais e federais, em conjunto com normas e regulamentações, têm como objetivo garantir a qualidade dos produtos, e, no caso dos projetos, regular e controlar o uso do solo urbano e os impactos ambientais através de parâmetros técnicos, sociais e políticos de segurança. Diante disso, o processo de licenciamento deve ser aprovado não somente pela prefeitura, mas também por órgãos e concessionárias, como por exemplo na cidade do Rio de Janeiro a CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro), tendo um papel importante na fase do projeto legal, já que essas estabelecem especificações e normas para a adequação do empreendimento concebido com a infraestrutura urbana existente. Além disso, toda a legislação edilícia impacta diretamente nas tomadas de decisões projetuais. (FABRICIO, 2002).

De acordo com IAB (2011), o Projeto Legal tem um peso importante no processo de concepção de um projeto de arquitetura considerando todas as etapas de serviço desenvolvido por um arquiteto, pois representa 20% do trabalho, ficando no mesmo patamar do Anteprojeto e Projeto Básico quando executado. Só não perde o posto de mais trabalhoso quando o Projeto Básico não é desenvolvido, passando as atividades desse ao Projeto para Execução, que passa então a ter 30% do esforço projetual, como mostra a figura 4.

8.3.4 ETAPAS DE SERVIÇO:				
Etapa/ serviço nr	Abrev.	Descrição	Valor proporcional:	
			Na etapa	Acumula do
1	LD	Levantamento de dados:	5,0%	5,00%
2	PN	Programa de necessidades:	5,0%	10,00%
3	EV	Estudo de viabilidade técnico-legal:	5,0%	15,00%
4	EP	Estudo preliminar:	15,0%	30,00%
5	AP	Anteprojeto:	20,0%	50,00%
6	PL	Projeto legal:	20,0%	70,00%
7	PB	Projeto básico: Opcional (1)	20,0%	90,00%
8	PE	Projeto para execução:	10,0%	100,00%
		Total (etapas normais):	100,000%	
Obs.:	(1)	Como o Projeto básico (PB) é opcional, caso o mesmo não seja realizado o seu valor proporcional deverá ser adicionado ao Projeto para execução (PE).		

Figura 4 - Porcentagem das etapas de projeto referentes aos serviços de arquitetura a serem prestados.
Fonte IAB, 2011

O Processo de Licenciamento de Projetos, que se inicia com a consolidação do anteprojeto de arquitetura e é finalizado com a aprovação do projeto junto à prefeitura, conforme figura 5, e a obtenção da licença de construção, tem um impacto muito grande no processo de desenvolvimento do empreendimento como um todo, pois é nele que se encontram os principais gargalos até a entrega do imóvel ao proprietário.

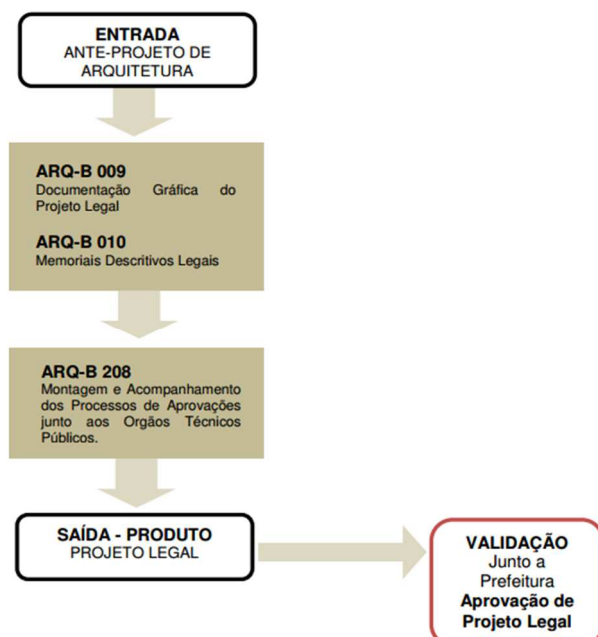


Figura 5 - Fluxograma projeto legal
SOUZA, 2013

De acordo com a BOOZ & COMPANY (2014), em um estudo feito para a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) com objetivo de identificar e analisar os principais gargalos burocráticos que afetam o andamento dos empreendimentos imobiliários no Brasil, constatou-se que “o excesso de burocracia para a construção e aquisição da casa própria no Brasil aumenta em até 12% o valor final do imóvel para o proprietário”. Outro problema causado pela burocracia é o aumento no prazo de entrega da obra, já que dois dos cinco anos, que um imóvel leva do projeto à entrega, são utilizados para resolver questões burocráticas.

Dentre os problemas levantados, especificamente na fase de licenciamento e aprovação de projetos, está o atraso na aprovação dos projetos pelas prefeituras, devido à falta de corpo técnico nos municípios, em relação à quantidade de pessoas e sua capacitação, ocasionando uma insegurança aos funcionários públicos, que respondem judicialmente como pessoa física pelo licenciamento e a aprovação. Como o processo de licenciamento não está estruturado entre diversos órgãos licenciadores, ocasiona a não existência de um monitoramento do mesmo e a falta de incentivos para uma análise rápida de projetos, principalmente pelo poder público não saber o real estado dos processos em trâmites.

Outro fator levantado é a falta de clareza nas avaliações, principalmente das licenças ambientais, e mudanças na legislação que atingem obras já iniciadas, onde as leis, que estão desalinhadas entre esferas de governo, não são claras e dão margem a diferentes interpretações, principalmente entre Prefeituras e Ministério Público quando se trata de questões relacionadas ao patrimônio histórico, impacto de vizinhança e projetos ambientais, onde muitas vezes, os direitos adquiridos não são respeitados.

Como a aprovação do projeto depende de uma compreensão de um conjunto de leis, normas e regulamentos que em muitos casos é rico em detalhes (BERNARDES, 2017), faz com que muitas vezes ao longo do desenvolvimento do projeto, estas leis, normas e regulamentos não sejam utilizadas pelos projetistas por não as conhecerem, principalmente devido às constantes mudanças, sendo de obrigação do profissional responsável pelo projeto a reciclagem do conhecimento, ou por já serem ultrapassadas não tratando de aspectos importantes do projeto ou de sua construção (FABRICIO, 2002), causando demora no processo de licenciamento.

FONTENELLE e MELHADO (2000) colocam o projeto legal como um forte marco divisor no processo de projeto, quando desenvolvido em um processo simultâneo comparado com o processo de projeto sequencial, pois as etapas que o antecede se tornam a evolução do projeto com decisões tomadas através de trocas de informações em reuniões multidisciplinares desde a concepção, com definições tecnológicas das partes construtivas inter-relacionadas e as etapas posteriores são de “consolidação final e detalhamento para fins da fase de execução da obra”.

2.3. Aprovação de Projetos no Rio de Janeiro

O Plano Diretor do Município do Rio de Janeiro, aprovado pela Lei Complementar Nº 111 de 2011, propõe uma política de desenvolvimento urbano, orienta o processo de planejamento do Município, e tem como instrumentos de aplicação da política urbana e de regulação urbanística, edilícia e ambiental (SMU, 2013):

- Lei de Uso e Ocupação do Solo (PLC 33/2013);
- Lei de Parcelamento do Solo (PLC 29/2013);
- Código de Obras e Edificações (PLC 31/2013);
- Código de Licenciamento e Fiscalização de Obras Públicas e Privadas (PLC 32/2013);
- O Código Ambiental - CA (PLC 30/2013).

A Lei de Uso e Ocupação do Solo tem como objetivo determinar a conceituação dos parâmetros de uso e ocupação do solo, as diretrizes de ocupação do solo em relação à infraestrutura, centralidades e restrição à ocupação, e as estratégias de proteção da paisagem.

Já a Lei de Parcelamento do Solo rege os parâmetros de parcelamento do solo, as normas de implantação de infraestrutura (regulamentadas pelo Executivo conforme Normas Técnicas) as áreas para implantação de equipamentos e a implantação de logradouros públicos, acessibilidade e maior permeabilidade da malha viária.

O Código de Obras e Edificações destina-se aos parâmetros edilícios para construção, regulando normas para assegurem habitabilidade, conforto, ventilação e iluminação, os conceitos de sustentabilidade, acessibilidade e segurança das edificações, as características internas das edificações e sobre as áreas comuns das edificações.

O Código de Licenciamento e Fiscalização de Obras Públicas e Privadas é responsável pelos procedimentos para licenciamentos de obras públicas e privadas e pela fiscalização dos proprietários e profissionais envolvidos.

E por fim, o Código Ambiental, sob a coordenação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, dentre as suas responsabilidades define definindo normas, critérios, parâmetros e padrões para o licenciamento ambiental.

É importante ressaltar que estes instrumentos, que servirão como base para este estudo, até a presente pesquisa (fevereiro de 2018) ainda são somente projetos de lei e estão em fase de aprovação pela Câmara Municipal.

Segundo BERNARDES (2017), existem mais de 330 leis e decretos-lei que regulamentam a construção. Essa legislação é extensa pois a cidade é dividida, como ilustra a figura 6, em cinco áreas de planejamento (AP) onde estas são subdivididas em regiões de planejamento (RP), como mostra o quadro 1.

Para cada Região de Planejamento, existe uma legislação específica, além da que rege o Município como um todo. Dentro de cada área de planejamento existe também uma legislação de acordo com o logradouro.

“Nos casos extraordinários, obras vultuosas ou próximas a rios e lagos, metrô, áreas de preservação ambiental, ou ainda aquelas localizadas ou em frente à orla marítima ou em área de risco entre outras excepcionalidades, a Secretaria Municipal de Urbanismo pode exigir que o projeto esteja de acordo e aprovado por órgãos específicos.” (BERNARDES, 2017)

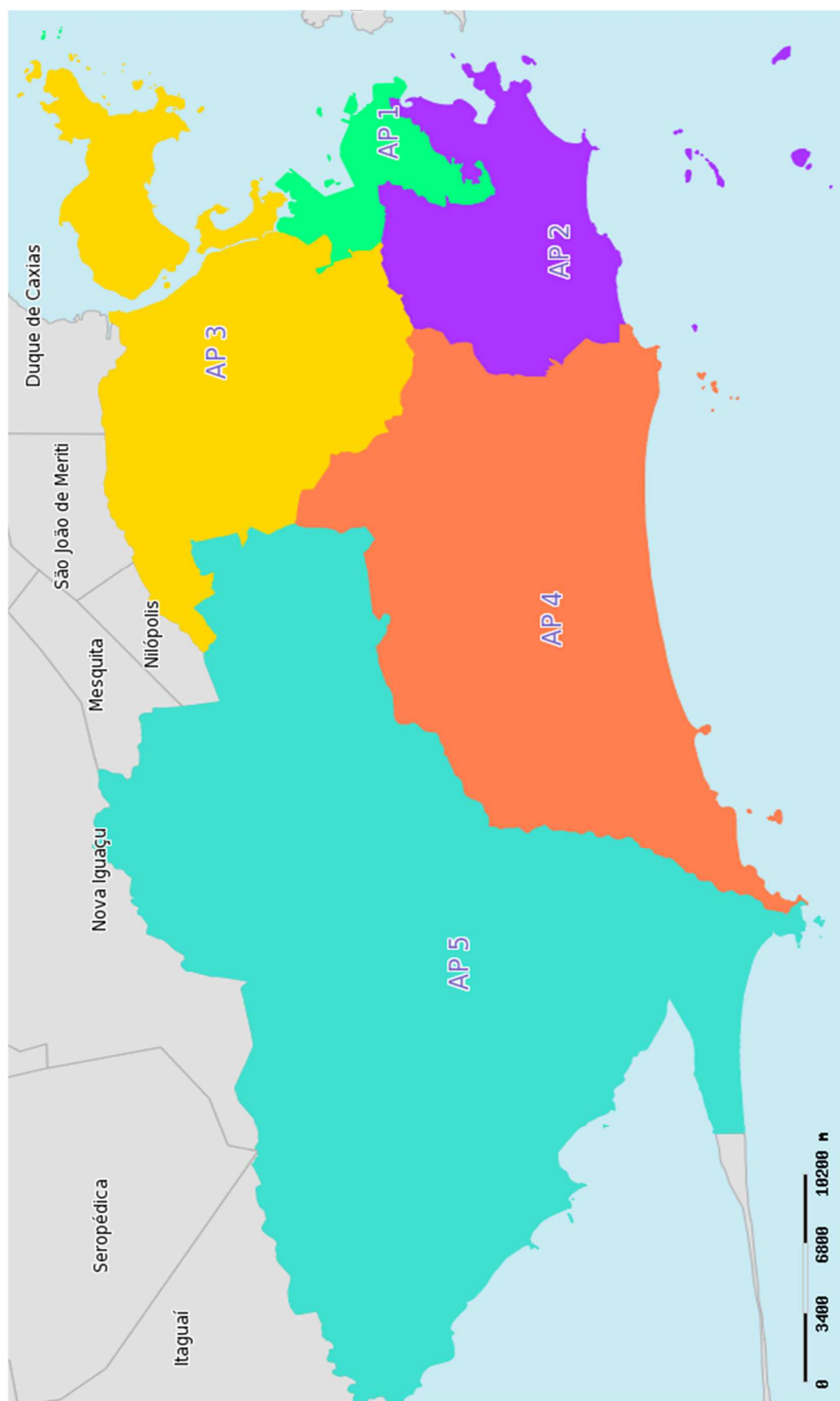


Figura 6 - Localização das Áreas de Planejamento
Fonte: <http://mapas.rio.rj.gov.br>

Quadro 1 - Áreas de Planejamento do Rio de Janeiro	
AP 1	RP 1.1 - Centro
AP 2	RP 2.1 - Zona Sul
	RP 2.2 - Tijuca
AP 3	RP 3.1 - Ramos
	RP 3.2 - Méier
	RP 3.3 - Madureira
	RP 3.4 - Inhaúma
	RP 3.5 - Penha
	RP 3.6 - Pavuna
	RP 3.7 - Ilha do Governador
AP 4	RP 4.1 - Jacarepaguá
	RP 4.2 - Barra da Tijuca
AP 5	RP 5.1 - Bangu
	RP 5.2 - Campo Grande
	RP 5.3 - Santa Cruz
	RP 5.4 - Guaratiba

Fonte: PCRJ, 2017

Quadro 2 - Órgãos e Concessionárias Licenciadores	
Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC)	Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE)
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)	Subsecretaria de Vigilância, Fiscalização Sanitária e Controle de Zoonoses (SUBVISA/SMS-Rio)
Rio Águas	Instituto Rio Patrimônio da Humanidade (IRPH)
Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEA)	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).
CET Rio	Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC)
GEO Rio	Rioluz / GEM
Light	Caixa Econômica Federal (CEF)
Companhia Estadual de Gás - CEG	Corpo de Bombeiros
Gerência de Cadastro Técnico (GCT)	Departamento de Estradas e Rodagem (DER)
Ministério da Defesa (Aeronáutica, Marinha e Exército)	

Fonte: autor

Além das regras edilícias estabelecidas pelo Código de Obras e seus decretos, a aprovação do projeto deve atender a outros órgãos e concessionárias - alguns listados no quadro 2 - dependendo do seu uso, localização e tipologia; e as diversas Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBRs) feitas para arquitetura e urbanismo.

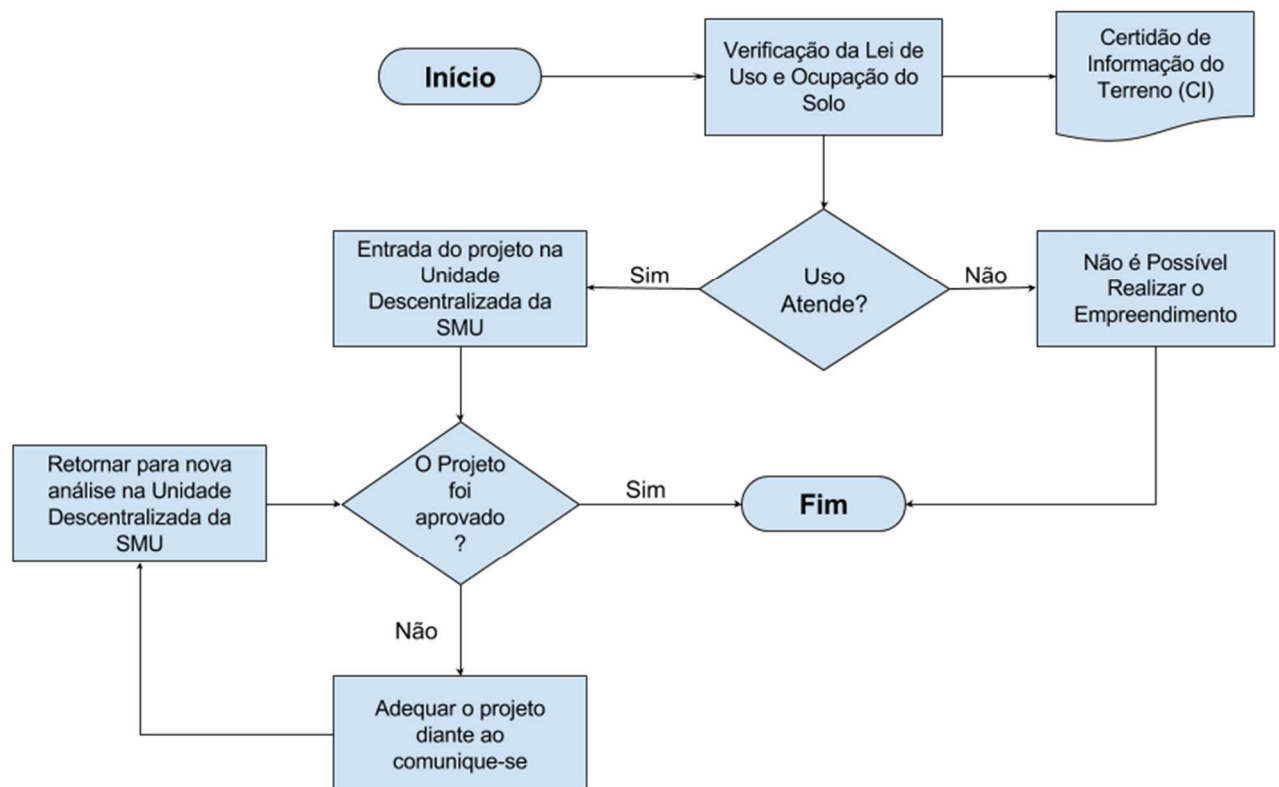
2.4. Fluxo de Aprovação de Projeto

A obtenção da Licença de Obra (LO), objetivo principal da aprovação de projeto, concedida pela Prefeitura do Rio, permite ao cidadão construir, lotear ou reformar uma edificação já existente, ampliando a ou não, para uma posterior instalação industrial, comercialmente ou residencial de acordo com a legislação. Mas nem todas as atividades referentes à intervenção do ambiente urbano necessitam da referida LO.

A Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU), lista o que depende ou não de LO. Irão depender da LO: obras de construção total ou parcial, modificação, acréscimo, reforma e conserto de edificações em geral, marquises e muros; parcelamento da terra, a abertura de logradouros e o remembramento; demolição; obras de reformas ou modificação de uso em imóveis situados em áreas submetidas a regime de proteção ambiental, em área tombada ou em vizinhança de bem tombado. Já as obras de reforma e modificação interna ou fachada, sem acréscimo de área que não implique alterações das áreas comuns das edificações; a pintura e pequenos consertos de prédio; a construção de galerias e caramanchões, jardins e pavimentações a céu aberto não dependerão da LO. As LO são emitidas pelas Coordenadorias e Gerências de Licenciamento e Fiscalização da SMU, distribuídas em unidades descentralizadas em que cada uma é responsável por um conjunto de bairros (SMU, 2009).

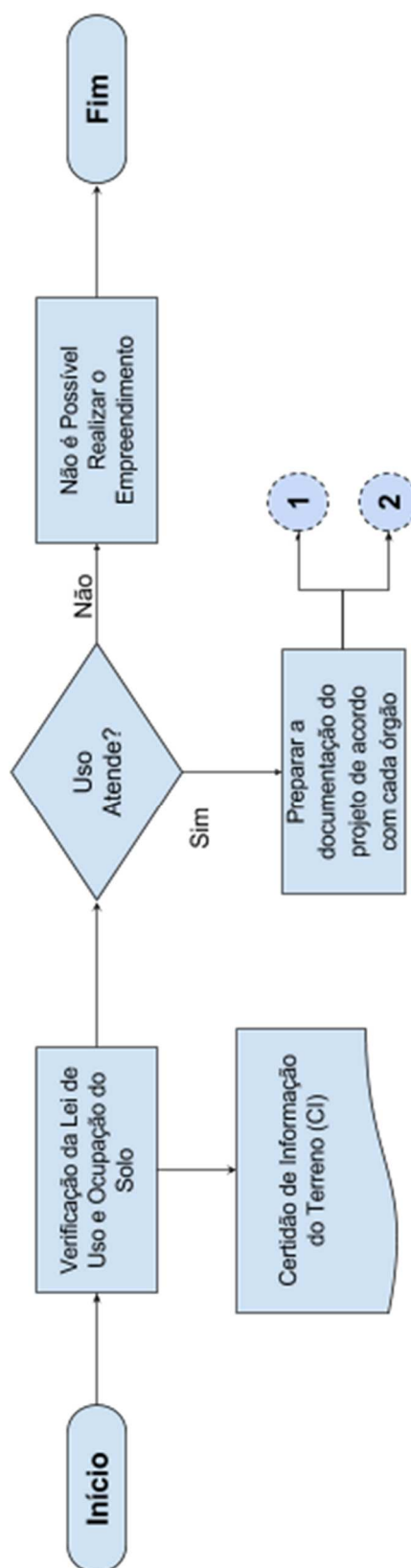
A aprovação de projetos no Rio de Janeiro para a obtenção da licença para construir, legalizar ou realizar obras de acréscimo em edificações existentes inicialmente se divide em duas, sendo a primeira para obras de edificações unifamiliares e bifamiliares, onde o processo de aprovação é mais simples, e a segunda para edificações multifamiliares, comerciais, industriais e de uso exclusivo e de armazenagem.

O processo de aprovação para edificações unifamiliares e bifamiliares é mais simples e exige somente o atendimento do código de obras e de leis, decretos e normas edilícias municipais, sendo necessária somente a aprovação pela Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU), como mostra o fluxograma 1.

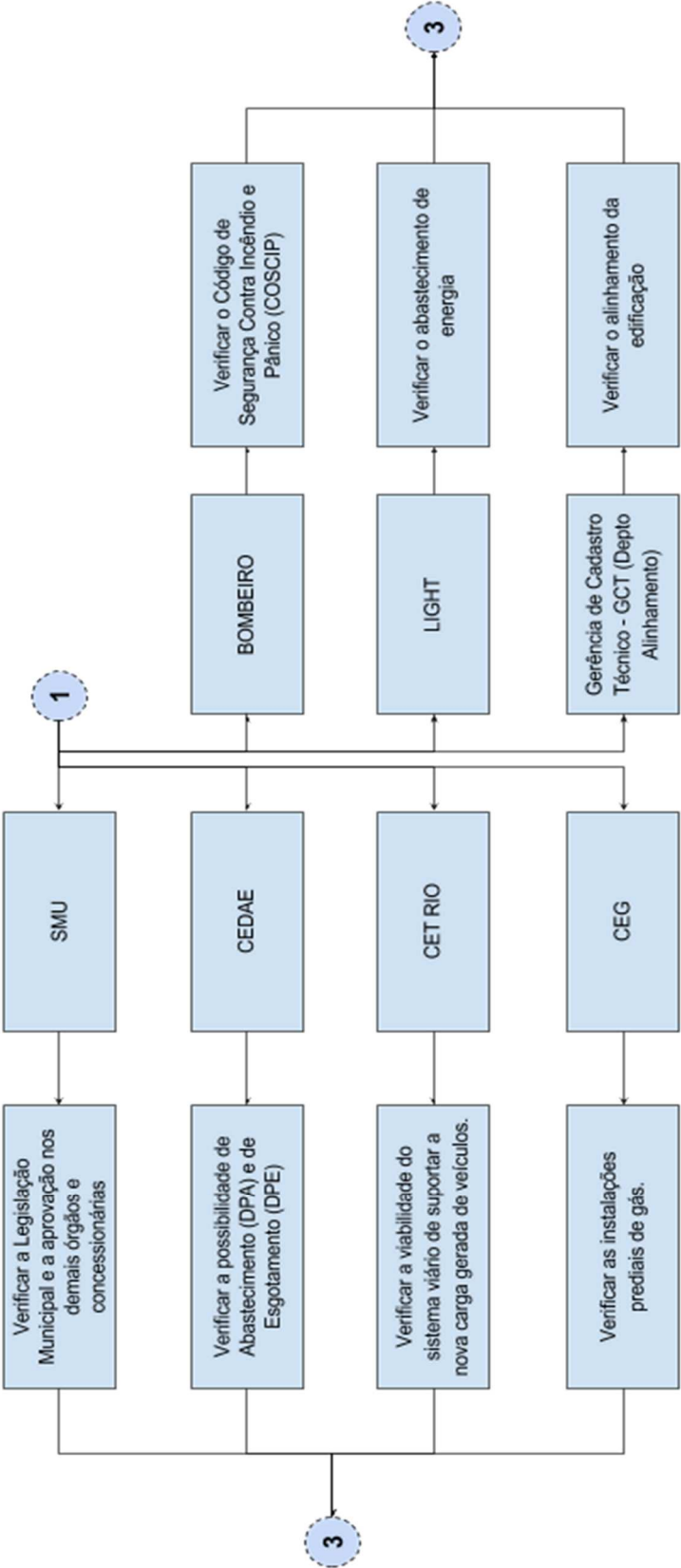


Fluxograma 1 - Aprovação de Projetos para edificações unifamiliares e bifamiliares
Fonte: autor

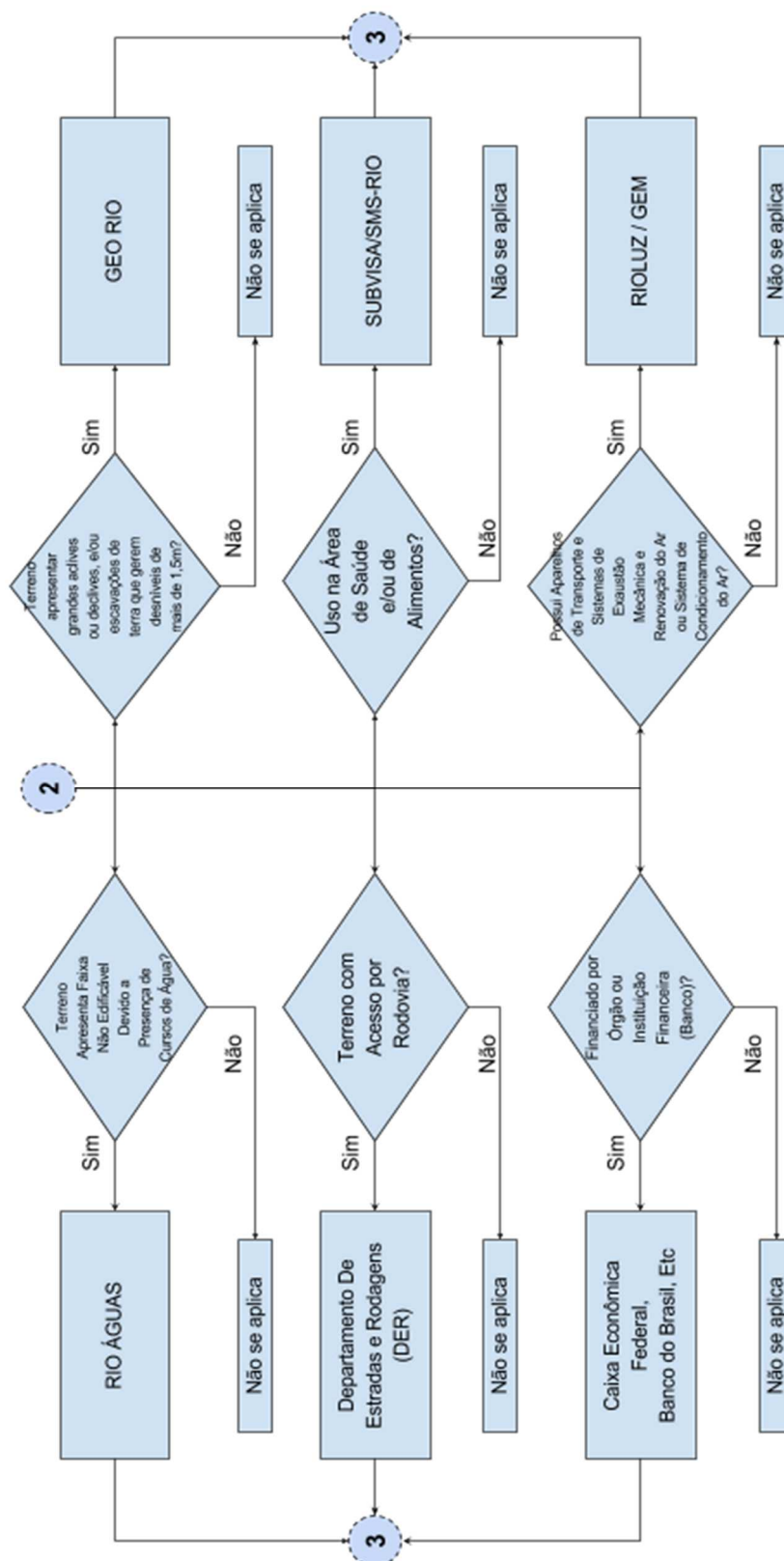
A aprovação de edificações com uso para habitações multifamiliares, comerciais, industriais e de uso exclusivo e de armazenagem, tem um processo de licenciamento mais complexo, devido às heterogeneidades projetuais, exigindo a aprovação não somente pela Prefeitura Municipal, mas também em órgãos e concessionárias, como ilustra os fluxogramas 2, 3, 4, 5 e 6.



Fluxograma 2 - Aprovação de Projetos Fase Pré-aprovação
Fonte: autor

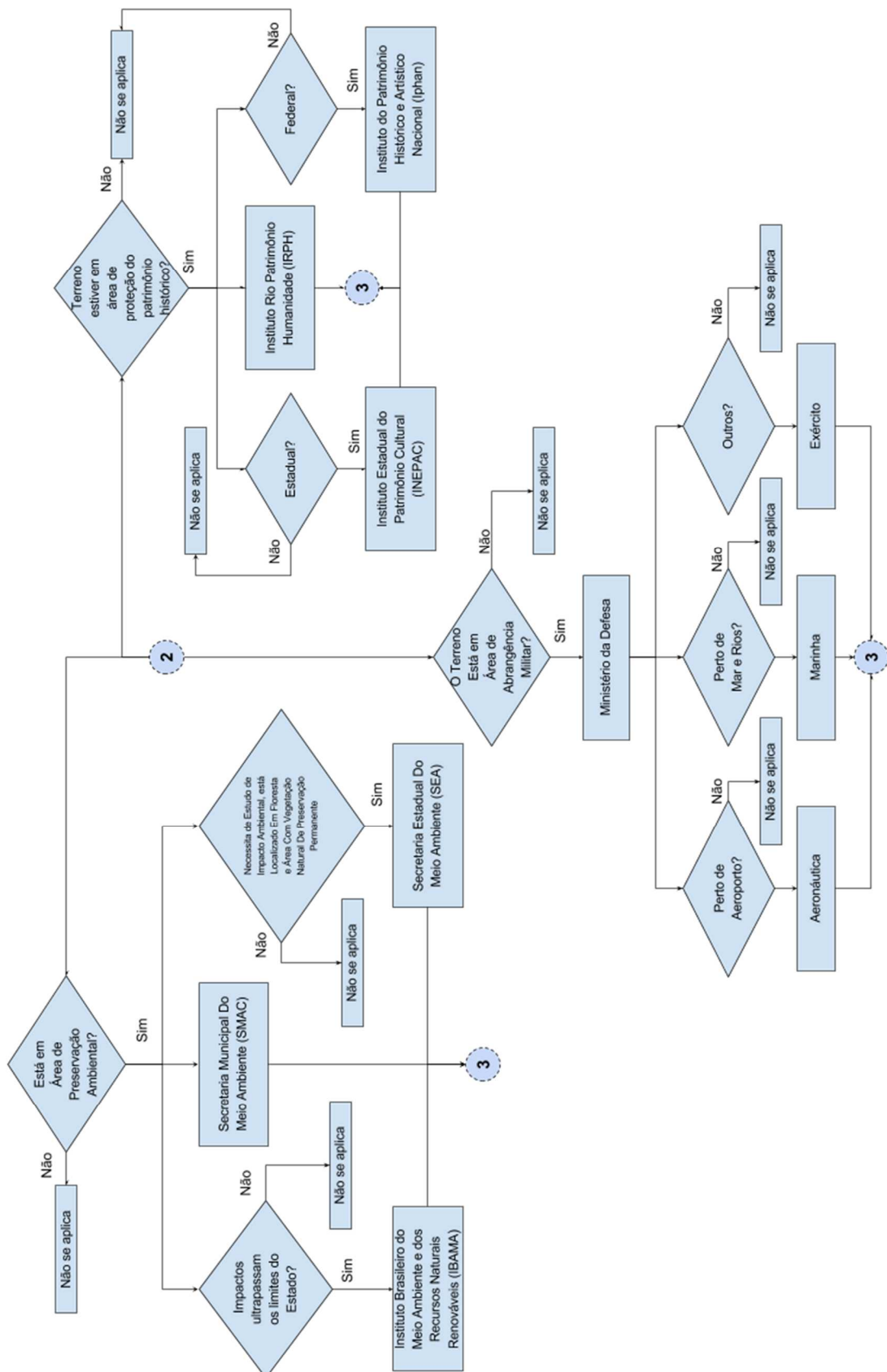


Fluxograma 3 - Aprovação de Projetos Fase Primária
Fonte: autor



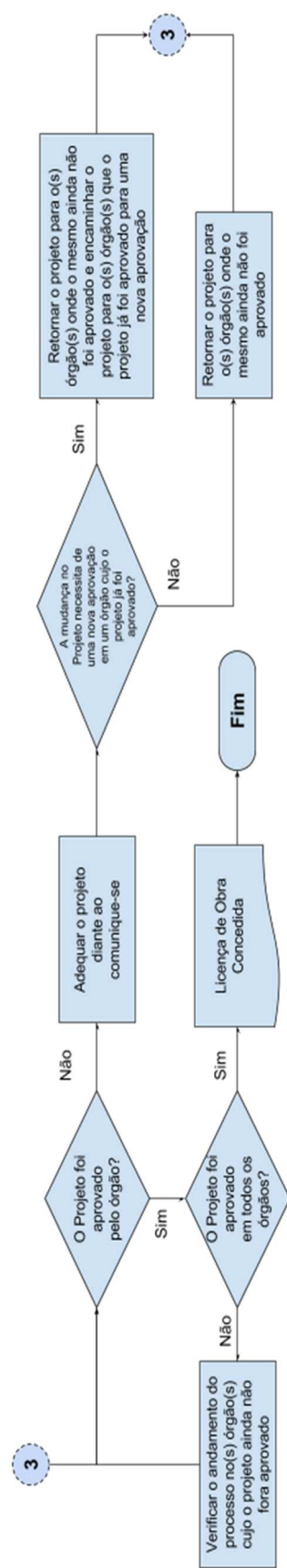
Fluxograma 4 - Aprovação de Projetos Fase Secundária - Parte 1

Fonte: autor



Fluxograma 5 - Aprovação de Projetos Fase Secundária - Parte 2

Fonte: autor



Fluxograma 6 - Aprovação de Projetos Fase Final
Fonte: autor

O fluxograma para aprovação de edificações com uso para habitações multifamiliares, comerciais, industriais e de uso exclusivo e de armazenagem na cidade do Rio de Janeiro com foi dividido em 4 fases: Fase de Pré-aprovação, Fase Primária, Fase Secundária e Fase Final de Aprovação. A primeira fase, a Pré-Aprovação, refere-se ao levantamento da legislação urbanísticas com o objetivo de verificar se o empreendimento a ser aprovado atende às questões do uso do solo para que o projeto, caso o uso seja permitido, seja executado. É nesta fase também que é verificado quais órgãos licenciadores e concessionárias em que o projeto deverá ser submetido para aprovação e os requisitos necessários para a preparação da documentação necessária para que a análise seja feita.

A segunda fase, a Primária, centraliza os órgãos licenciadores mínimos necessários que um projeto deverá ser aprovado. A Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU) onde serão verificados os requisitos estabelecidos pelas leis municipais. É este órgão que verifica se o projeto foi aprovado pelos demais necessários para obtenção da LO. A CEDAE, irá analisar a possibilidade de abastecimento de água e o esgotamento da região em que o projeto será construído, podendo exigir obras para o suprimento das necessidades. A CET Rio verificará se o sistema viário irá suportar a nova carga gerada pelos veículos. A CEG analisará as questões relacionadas às instalações prediais de gás. O Corpo de Bombeiros irá averiguar as questões de segurança contra incêndio e pânico. A Light irá verificar sobre o abastecimento de energia e a GCT sobre o alinhamento da edificação.

A terceira fase, a Secundária, compreende os órgãos licenciadores que poderão, ou não, entrar no processo de aprovação do projeto mediante algumas condicionantes. A SUBVISA/SMS-RIO, onde somente é acionada na aprovação do projeto se o uso do empreendimento é da área de saúde ou de alimentos. A Rio Águas se o terreno apresenta faixa não edificável devido a presença de cursos de água. O DER (Departamento de Estradas e Rodagem) caso o terreno possua acesso por rodovia. GEO Rio, se o terreno apresentar grandes aclives ou declives e/ou as escavações de terras gerarem desníveis com mais de 1,50 metros. A RIOLUZ/GEM se a edificação possuir aparelhos de transporte, sistemas de exaustão mecânica e renovação de ar e/ou possuir sistema de condicionamento de ar. Se o terreno estiver localizado em área de proteção ambiental, o projeto deverá ser submetido a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, caso os impactos ultrapassem os limites do estado, o

IBAMA, caso necessite de estudo de impacto ambiental ou esta localizado em florestas e áreas com vegetação natural de preservação permanente, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Se a localização estiver em área de proteção do patrimônio histórico, o projeto carecerá de aprovação pelo IRPH (Instituto Rio Patrimônio Humanidade), caso tenha o tombamento no âmbito estadual, pelo INEPAC (Instituto Estadual do Patrimônio Cultura) e/ou no federal, pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Se o terreno estiver em área de abrangência militar, o projeto será submetido ao Ministério da Defesa, onde o órgão competente pela análise será a Aeronáutica caso seja perto de aeroporto, Marinha perto de Mar e Rios e/ou Exercício em localidades terrestres.

Por último, a fase final de aprovação, na qual verifica-se tanto a aprovação do projeto quanto o processo de análise nos diversos órgãos pertinentes para a obtenção da LO. É importante ressaltar que é nesta fase que se verifica o impacto do atendimento de uma exigência obrigatória solicitada por um órgão nas demais aprovações nos outros órgãos. Por fim, após a aprovação em todos os órgãos e concessionárias necessárias, é concedida a LO.

2.5. Considerações

A partir dos estudos feitos neste capítulo, é possível verificar que tanto as leis quanto às normas e regulamentos edilícios propostos pelos diversos órgãos e concessionárias licenciadoras impactam fortemente o desenvolvimento de um projeto de arquitetura, pois devem ser consideradas nas tomadas de decisões para que o empreendimento seja consolidado e edificado, desde sua concepção até a execução do projeto.

Como apontado nos itens anteriores, são diversos os aspectos que fazem com que o licenciamento do empreendimento seja demorado e penoso, tais como: a complexidade das leis, a grande diversidade de órgãos licenciadores. Porém, além disso, o fato da aprovação de projeto se dar em uma fase específica do processo de projeto como um todo - tanto no processo de projeto sequencial quanto no processo de desenvolvimento de projeto simultâneo - e, muitas vezes, o fato de haver fragmentação da equipe ao longo do processo - ou a troca total da mesma, também podem ser considerados obstáculos a mais no licenciamento.

Assim como vem surgindo inovações mediante às tecnologias da informação e comunicação, com o principal objetivo de melhorar os processos projetuais, é necessário repensar também o processo de licenciamento de uma forma mais integrada, não somente entre os agentes licenciadores, mas também em conjunto com os projetistas, com o propósito de não somente minimizar o tempo de aprovação, mas também garantir a qualidade do processo.

É importante salientar que a mudança do processo de aprovação de projetos é uma ruptura de paradigma que afeta toda a cadeia construtiva: incorporadores, projetistas, construtores e principalmente os órgãos licenciadores, necessitando de capacitação técnica na reformulação da infraestrutura de trabalho e de tempo para sua maturidade. Por isso deve ser realizado com cuidado e reflexão para se obter uma estruturação adequada para que os resultados sejam atingidos e o sucesso obtido.

Capítulo 3 - Possibilidades das ferramentas digitais na gestão de projetos

Para uma gestão de projetos eficiente, são necessárias a organização e a modelagem do fluxo de informação ao longo de todo o processo de desenvolvimento do mesmo, passando pela concepção, fabricação e ocupação. Para isso é importante a utilização das tecnologias de informação e comunicação.

A plataforma BIM, por ser considerada ao mesmo tempo tecnologia e processo, vem para quebrar paradigmas de como se trabalhar no desenvolvimento dos projetos por permitir aos projetistas o trabalho de forma colaborativa, melhorando na documentação dos projetos e a comunicação entre as tomadas de decisões.

Ao longo do desenvolvimento do empreendimento, o processo BIM pode ser aplicado em todas as etapas por permitir diversos Usos do Modelo BIM, não somente pelos empreendedores, mas também pelos órgãos públicos, como por exemplo no licenciamento de projetos, como acontece no Governo do Estado de Santa Catarina. Mas para sua utilização efetiva, são importantes a capacidade e a maturidade de se trabalhar na plataforma BIM.

Por existir inúmeros software com capacidade de armazenar, classificar e disseminar as informações projetuais, é importante a utilização de um formato padrão de interoperabilidade como o IFC.

Assim sendo, este capítulo tem como objetivo conceituar BIM, seus usos e a gestão da informação na arquitetura e engenharia, assim como levantar as potencialidades da utilização da plataforma BIM, seus softwares e o processo de interoperabilidade entre eles.

3.1. BIM: paradigma, metodologia ou processo?

Desde o fim da Segunda Guerra Mundial em 1945, em uma época que chamamos de Terceira Revolução Industrial, o mundo vem se transformando principalmente pela aplicação de tecnologias nas etapas produtivas das atividades industriais. Dentre as atividades que mais se destacam estão as vinculadas à produção de computadores, softwares, microeletrônica, chips, transistores, circuitos eletrônicos, além da robótica com grande aceitação nas indústrias, telecomunicações,

informática em geral.

Em 1946, foi criado o primeiro computador digital eletrônico de grande escala, chamado de ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), desenvolvido pelos cientistas norte-americanos John Eckert e John Mauchly, da Electronic Control Company, para computar trajetórias táticas que exigissem conhecimento indispensável em matemática.

Os computadores pessoais só ganharam mercado na década de 70, quando em 1974 foi lançado o Altair 8800, considerado o primeiro computador pessoal da história e em 1976 o Apple 1, desenvolvido por Steve Jobs e Steve Wozniak. (MORIMOTO, 2011).

Nesta mesma década, em 1975, é publicado pelo jornal do AIA, a concepção de um sistema de descrição do edifício, Building Description System, que consiste em um sistema para a descrição do grande número de elementos e suas combinações, podendo se aproximar da representação ideal da construção (EASTMAN, 1975).

Segundo DE MENEZES (2011), outros trabalhos semelhantes aconteceram no final da década de 70 e início de 80, tanto na Europa - descritos como Product Information Models, especialmente na Finlândia - quanto nos Estados Unidos - descritos como Building Product Models. Em 1986, Robert Aish publica o artigo *Building modeling: the key to integrated construction CAD*, relacionando todos os fundamentos e conceitos sobre BIM como: a modelagem tridimensional, a geração automática de desenhos, os componentes paramétricos, os bancos de dados relacionais e a descrição temporal das fases do processo construtivo. Essa é considerada a primeira publicação com o significado de Building Information Modeling, assim como é utilizado atualmente.

BIM pode ser considerado uma tecnologia, pois vem da técnica de modelagem paramétrica orientada a objetos, onde um modelo de informação da construção é uma simulação do projeto com modelos tridimensionais de seus componentes (AZHAR et al., 2012). Estes componentes contêm informações associadas ao desenvolvimento do projeto, planejamento da construção ou a operação. Os modelos BIM obtêm uma semântica contextual inteligente, onde os elementos são determinados em condições de sistemas de construção como: espaços, paredes, vigas e pilares. Por serem

paramétricos, quando um elemento é modificado, por exemplo, uma porta, outro elemento, uma parede, ou o conjunto destes é ajustado automaticamente por existir uma relação previamente estabelecida, neste caso entre hóspede (porta) e hospedeiro (parede). No CAD convencional, ao ocorrer uma modificação em uma dessas vistas, todas as demais existentes deverão ser verificadas e atualizadas manualmente, pois os dados nos desenhos são apenas peças gráficas, criadas com linhas, arcos, círculos e textos, e onde as vistas do projeto como plantas, cortes e elevações são independentes, tornando esse processo propenso a erros, sendo uma das principais causas da má documentação dos projetos.

“As informações estão concentradas em um único modelo. Todos os documentos possíveis são extraídos deste modelo. Qualquer alteração no modelo estará refletida em todos os documentos.”
(ADDOR et al., 2010)

BIM, para SANTOS et. al. (2010) é uma tecnologia transformadora por ter a capacidade de fornecer a todos os participantes um recurso de compartilhamento digital para a gestão do ciclo de vida do edifício, desde os desenhos preliminares até a gestão das instalações, já que, ao se desenvolver um projeto, são utilizados objetos com propriedades pré-definidas ou definidas pelo usuário e não mais somente linhas como no CAD, ocasionando uma produção de dados concretos.

“Diferentemente de um simples modelador 3D, a plataforma BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão das fases da construção, entre outras atividades.” (DE MENEZES, 2011)

BIM também pode ser encarado como um processo, já que abrange todas as particularidades e informações, disciplinas e sistemas do edifício dentro de um modelo virtual onde proprietários, arquitetos, engenheiros, construtores e fornecedores colaboram com mais eficiência e precisão em relação aos processos tradicionais (AZHAR et al., 2012). Como a base do processo BIM é a comunicação e a colaboração, ao longo do desenvolvimento dos projetos e da construção do modelo,

os projetistas estão constantemente tendo os mesmos (projetos e modelos) atualizados, podendo assim ajustar os seus (projetos e modelos) de acordo com as especificações, garantindo uma maior assertividade e precisão na tomada de decisão projetual.

Uma das grandes diferenças entre o processo tradicional de projetos e o processo BIM está no sistema de entrega de projetos, como mostra a figura 7, pois segundo AZHAR et al. (2012), a entrega no processo tradicional de projetos, tem um papel muito limitado comparado aos processos baseados em BIM, que passam a utilizar o IPD (Integrated Project Delivery - Entrega Integrada de Projetos). O IPD traz a gerência principal da construção, a fabricação, o fornecedor e a experiência do fabricante de produtos, os profissionais do projeto e o proprietário mais cedo ao processo, produzindo um projeto otimizado com qualidade, estética, construtibilidade, acessibilidade e com um fluxo sem emendas no ciclo de vida.

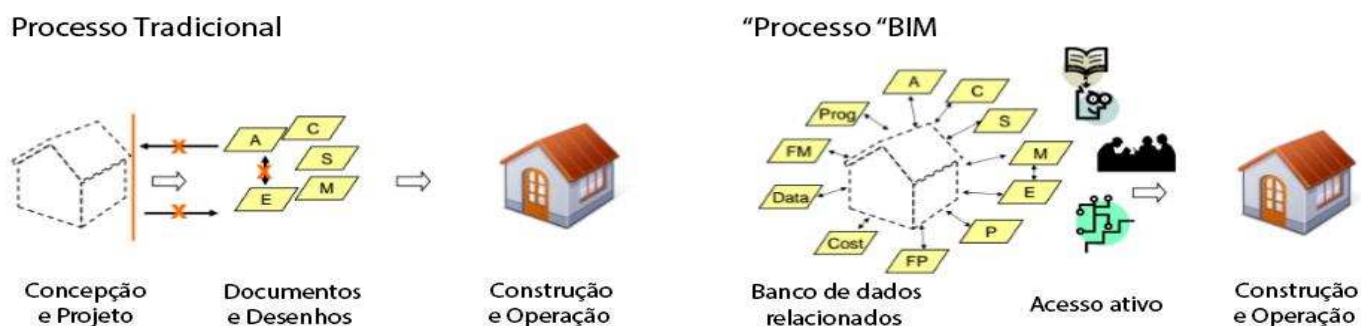


Figura 7 - Sistema de entrega de projeto tradicional e BIM
Fonte: Adaptado de AZHAR et al. (2012)

PEREIRA e AMORIM. (2016) afirmam que BIM é um processo pelo fato de serem apresentados mapas de processos nos diversos manuais de implantação de BIM, como no *BIM Project Execution Planning Guide* da PENN STATE. Nele foram ponderados usos e atividades relacionados com o desenvolvimento dos projetos com o objetivo de “propor um quadro com possíveis objetivos, atividades, usos, entregas e as respectivas responsabilidades na fase inicial da projeção”, mostrando um sequenciamento das tarefas e como as pessoas envolvidas no projeto devem interagir. Isso possibilita uma melhor compreensão entre os agentes, alcançando assim os objetivos e os usos definidos para o modelo.

Outro manual que apresenta um processo desenhado, com seus respectivos Níveis de Desenvolvimento (NDs), contemplando todas as etapas de desenvolvimento do empreendimento, desde o levantamento de dados até após a entrega da obra, é o Caderno de Apresentação do Projeto do Governo Estadual de Santa Catarina, como mostra a figura 8.

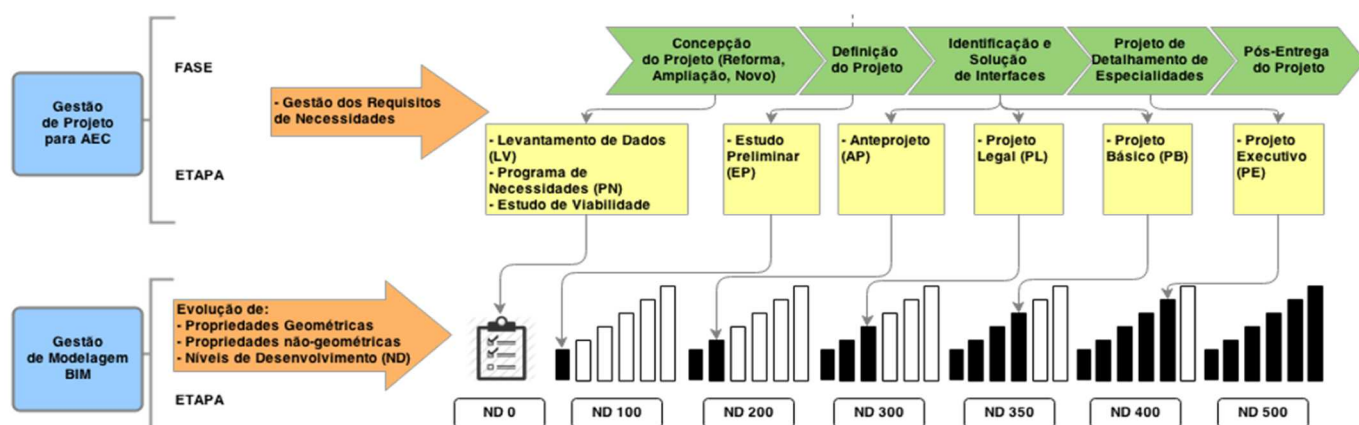


Figura 8 - Processo de Projeto
Fonte: MANZIONE (2013) apud GT-BIM-SC (2014)

Ao adotar o processo BIM no desenvolvimento de um empreendimento, é exigida uma maneira diferente de pensar o processo de projeto, o que irá resultar em uma maior precisão, redução dos prazos de entrega e redução dos problemas ao longo da obra. Uma das vantagens é a possibilidade de trabalhar colaborativamente, já que os softwares foram desenvolvidos para isso, possibilitando o trabalho de várias pessoas ao mesmo tempo acerca de um único modelo, onde “alguns arquitetos podem focar na definição das divisões internas de um pavimento, enquanto outros estudam a fachada da edificação, em paralelo com uma terceira equipe que já adianta os detalhes” (COSTIN, 2012). Diante disso, o trabalho do arquiteto passa a ter uma maior valorização, pois ele passa a dedicar mais tempo na concepção e detalhamento do projeto, passando ao computador o trabalho de documentação, que é braçal e pesado, já que o mesmo tem uma maior capacidade de processamento, como mostra a figura 9

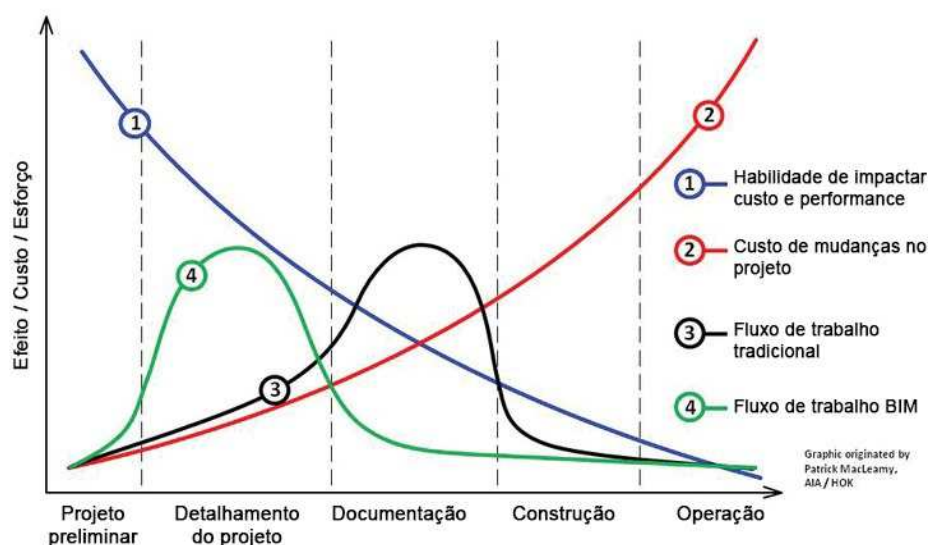


Figura 9 - Curva de MacLeamy
Fonte: BARBOSA (2014)

A transição do CAD para BIM é uma mudança de processo, e ocasiona uma quebra de paradigma (ADDOR et al. 2010). Por isso, deve existir a necessidade de envolvimento dos profissionais, arquitetos, engenheiros de instalações e de cálculos nesta transformação para a integração de todas as informações que hoje estão dispersas em vários documentos como desenhos, memoriais e planilhas, e alocados em bases de dados diferentes. Essa dispersão ocasiona falhas na comunicação e na integração entre pessoas e documentos, tendo como consequência uma baixa qualidade e confiabilidade nas informações que muitas vezes são perdidas ao longo do processo, já que o controle das informações ao longo do desenvolvimento dos projetos e das obras é complexo devido à grande quantidade de dados gerados pelos diversos agentes simultaneamente. A adoção da tecnologia BIM é ideal para corrigir essas falhas.

3.2. Gestão da informação na arquitetura e engenharia

A informação é um elemento fundamental para apoiar a tomada de decisão, tornando-se um recurso que coordena, através de diversos fatores como aspectos comportamentais e sociais alinhados a comunicação, a mobilização dos ativos para melhoria do desempenho de um empreendimento. Segundo GUSMÃO et al. (2013), para a informação ter um valor imediato, é necessário que a mesma apoie um agente a tomar uma decisão de sucesso. Mas caso isso não ocorra a mesma não terá valor

nenhum.

Para que a tomada de decisão seja efetiva através da informação, é necessário que a informação seja relevante e precisa para seu propósito, seja tanto completa quanto apropriada, tenha origem de uma fonte confiável, seja comunicada para as pessoas corretas através de um canal adequado de comunicação, seja oportuna mostrando seu correto nível de detalhe e tenha consistência.

A falta de tempo e as pressões do mercado fazem com que diversas decisões essenciais durante um processo não sejam tomadas principalmente por falta de informações na preparação dos documentos técnicos de um projeto (TZORTZOPOULOS, 1999 apud NASCIMENTO e SANTOS, 2003), ocasionando um dos grandes problemas para a conquista de uma maior produtividade e qualidade na indústria da construção, gerando retrabalho, indefinições do produto, considerações impróprias ou com conteúdo insatisfatório para atender as necessidades dos clientes.

Devido à elevada quantidade de informação que circula entre os profissionais envolvidos no desenvolvimento de um projeto, através de meios impressos, digitais, falado, etc, é essencial não somente garantir que estas informações sejam precisas e relevantes, mas também criar uma estrutura com o objetivo de racionalizar o fluxo e a compreensão das informações, gerando dados com significados, relevâncias e propósitos, para todo o ciclo de vida do seu desenvolvimento. Isso porque, a falta de um fluxo de informações tratado de maneira coesa no processo de construção e os atuais métodos de gerenciamento de um empreendimento, onde o responsável pelo mesmo não possui o controle das informações que são trocadas por todos os agentes (NASCIMENTO e SANTOS, 2003), ocasiona não somente atraso nos prazos, como baixa produtividade e qualidade, o aumento dos custos e das chances de problemas patológicos na construção.

Uma das dificuldades de criação de um fluxo de informações está no processo de produção das empresas, que possuem natureza, visão, conhecimentos e simbologias diferentes para representar seus artefatos. Como cada informação está relacionada à outra, para que as mesmas tenham uma compreensão assertiva, o receptor precisará ter boa capacidade de interpretação e de transformação dos dados em significados.

“A informação deve ser compartilhada por todos os agentes e para isso devem ser utilizados mecanismos de comunicação com ferramentas para acesso às informações por toda a equipe. A principal utilização da informação é para tomada de decisão. Por isso, a qualidade da informação pode determinar o acerto das decisões tomadas.” (NASCIMENTO e SANTOS, 2003)

Devido ao fato de que os gestores da informação não têm a consciência de suas funções ou muitas vezes não enxergam a gestão da informação como um valor estratégico para a empresa, a adoção de um sistema de informação nem sempre tem sucesso.

“a gestão da informação requer o estabelecimento de processos, etapas ou fluxos sistematizados e estruturados, associado às pessoas responsáveis por sua condução, para que se obtenham os resultados almejados. Os fluxos de informação permitem o estabelecimento das etapas de obtenção, tratamento, armazenamento, distribuição, disseminação e uso da informação no contexto organizacional.” (VITAL et al., 2010)

Para a criação de um fluxo de informações é necessário não somente um gerenciamento eficiente, mas também um conjunto de esforços que permita verificar e auxiliar os caminhos para as tomadas de decisões. Para isso é fundamental o conhecimento das necessidades da aplicação da informação e dos seus usuários, definindo assim um modelo com informações da construção.

Nesse modelo será considerado um conjunto de processos que englobam as atividades de planejamento, organização, direção, distribuição e controle de recursos. O modelo deverá incorporar também as tecnologias da informação e da comunicação (TIC) com suas diferentes arquiteturas de hardware, software e de redes de telecomunicações. (MARCHIORI, 2002)

A utilização de TIC na construção civil permite o armazenamento de informações estruturadas em um local único (ADDOR et. al., 2010), podendo essas

informações serem abastecidas, alteradas e acessadas por todos na cadeia construtiva quando necessário, otimizando assim um dos entraves do setor que é a comunicação. Isso gera um aumento da produtividade (ETCHALUS et al, 2006), aumento da eficiência e a redução dos preços bem como melhorar os serviços ao cliente, a qualidade e a variedade dos produtos (BRAGA, 2000).

Para a utilização da TIC e para que o gerenciamento das informações se torne eficaz, é importante a formulação de um IDM (Information Delivery Manual ou Manual de entrega da Informação). O IDM tem como objetivo especificar processos e o fluxo de informações, assegurando que os dados relevantes sejam comunicados de tal forma que possam ser interpretados durante todo o ciclo de vida de um empreendimento. Pode ser utilizado para registrar processos novos ou existentes e relatar as informações associadas que devem ser trocadas entre as partes.

Com o objetivo de normatizar a entrega de informações ao utilizar a plataforma BIM durante o desenvolvimento do projeto, a buildingSMART desenvolveu o padrão ISO 29481 em duas partes. A ISO 29481-1: 2016 *"Modelagem de informações de construção - Manual de entrega de informações - Parte 1: Metodologia e formato"*, especifica uma metodologia que interliga os processos de negócio empregados durante a construção das instalações feita com a especificação da informação que é exigida por estes processos e uma forma de mapear e descrever os processos de informação ao longo do ciclo de vida das obras de construção (ISO a, 2016). A ISO 29481-2: 2016 *"Modelagem de informações de construção - Manual de entrega de informações - Parte 2: Estrutura de Interação"* refere-se a uma metodologia que descreve uma estrutura de interação, uma maneira apropriada de mapear responsabilidades e interações que fornece um contexto de processo para o fluxo de informações, um formato no qual a estrutura de interação deve ser especificada (ISO b, 2016).

No Brasil, o manual de referência de entrega de informações que vem sendo utilizado, até a presente pesquisa (fevereiro de 2018), principalmente pelos órgãos públicos em suas licitações para a contratação de serviços de projetos e obras é o Caderno de Apresentação do Projeto do Governo Estadual de Santa Catarina, que além de definir o processo, como apresentado anteriormente, define também os requisitos para a modelagem da informação da construção como mostra o quadro 3 e

quais informações devem ser entregues conforme o nível de desenvolvimento do empreendimento, como mostra o quadro 4.

Quadro 3 - Requisitos gerais para a modelagem da informação da construção.

Assunto	Descrição do Requisito
Entrega do Modelo BIM	Modelo BIM: modelo digital tridimensional da construção, baseado em objetos paramétricos e inter-relacionados, utilizando formatos universais e abertos como a entrega principal do objeto da contratação. Isso implica que a ferramenta de modelagem a ser adotada pelos autores dos projetos deverá dar suporte aos requisitos baseados em padrões abertos, que serão definidos na presente especificação.
Objetivo do BIM	O modelo BIM deve ser desenvolvido de acordo com os objetivos explícitos ou implícitos, definidos no certame do edital de licitação. Se algum requisito não puder ser atendido pelos autores dos projetos, o CONTRATANTE deverá ser notificado e alguma solução deverá ser sugerida pelo autor para providenciar a informação que deveria ser entregue junto ao modelo BIM.
Formatos do modelo BIM a serem entregues	O modelo BIM deverá ser entregue em mídia DVD, pendrive, ou qualquer outro dispositivo de armazenamento compatível com o padrão USB nos seguintes formatos: a. Formato nativo dos softwares de modelagem adotados, quando estabelecido em edital. (A ferramenta de modelagem adotada pelos autores dos projetos deverá ser capaz de importar e exportar eficientemente o formato aberto IFC. O formato IFC é uma especificação da ISO/PAS 16739.) b. Formatos IFC 2x3 ou IFC4. c. As especificações desses formatos estão disponíveis no seguinte website: http://www.buildingsmart-tech.org/

Fonte: GT-BIM-SC (2013)

Quadro 4 - Informações em função do ND de alguns elementos de projeto.

Paredes externas e internas					
Informações	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e espessura	X	X	X	X	X
Restrição da base	X	X	X	X	X
Deslocamento da base	X	X	X	X	X
Deslocamento do topo	X	X	X	X	X
Restrição do topo	X	X	X	X	X
Altura	X	X	X	X	X
Delimitador de cômodo	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material do núcleo		X	X	X	X
Materiais das faces			X	X	X
Fabricante					X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X

Quadro 4 - Informações em função do ND de alguns elementos de projeto. Continuação					
Paredes externas e internas					
Informações	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por m2					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X

Fonte: GT-BIM-SC (2013)

3.3. Dimensões da plataforma BIM nas diferentes etapas do projeto

A tecnologia BIM, através de diversos usos, pode ser utilizada ao longo de todo o desenvolvimento do empreendimento e pode organizado pelas fases do projeto, da construção e operação (AsBEA, 2013). Segundo SUCCAR et. al. (2016) o uso do modelo BIM é determinado a partir de uma estrutura definida através de três estruturas conceituais: a Estrutura Tri-Axial, a Estrutura de Competências, e a Ontologia BIM, como mostra a figura 10.

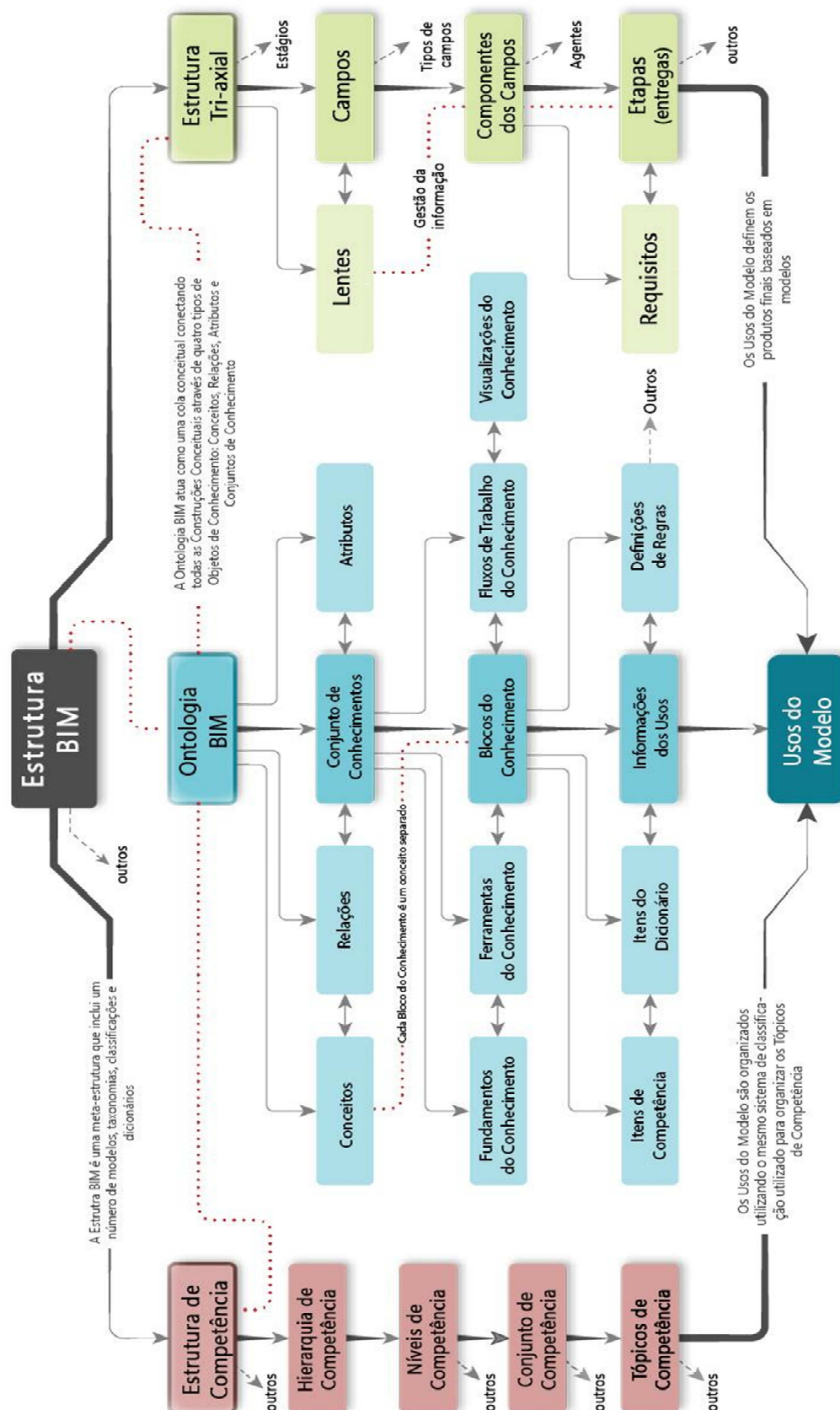


Figura 10 - Estrutura BIM
 fonte: Adaptado de SUCCAR et. al., 2016

A Estrutura Tri-axial tem como objetivo representar um modelo específico e é formada por 3 eixos, sendo o primeiro “Campos do BIM”, o segundo “Lentes do BIM” e o terceiro “Etapas do BIM”. O eixo “Campos do BIM” representa todos os tópicos, atividades e partes interessadas no domínio BIM como por exemplo os arquitetos, engenheiros e construtoras. “Lentes do BIM” descreve as diferentes maneiras de entender BIM nas diversas perspectivas das partes interessadas, como por exemplo a verificação dos projetos pelos órgãos licenciadores através regras automatizadas. As “Etapas do BIM” refere-se a todos os marcos de desempenho em relação às entregas definidas por requisitos junto aos agentes envolvidos, como por exemplo: a modelagem, o processo de colaboração e interação entre os projetistas.

A Estrutura de Competência é um conjunto de capacidades com hierarquia, níveis e tópicos tendo como objetivo esclarecer um processo específico, estabelecendo requisitos projetuais para fins de aquisição dos diversos serviços para o desenvolvimento do projeto, da obra e da operação e manutenção do edifício.

A Estrutura de Competência é dividida em 3 áreas: Núcleo, Domínio e Execução, como ilustra a figura 11. A Núcleo, é considerada a mais básica e onde serão levantados as habilidades pessoais, é subdividido nos seguintes conjuntos de 4 competências: Traços Fundamentais: atributos pessoais inerentes a um indivíduo que não podem ser adquiridos através de treinamento ou educação; Facilitadores Situacionais: atributos pessoais relacionados com a nacionalidade, a língua e outros critérios que podem desempenhar um papel relevante na prestação de um serviço; Qualificações e Licenças: atributos pessoais relacionados com a suficiência de graus acadêmicos, publicações científicas, creditações profissionais e certificados; Por último, Indicadores Históricos: atributos relacionados à história de emprego, experiências de projetos, papéis desempenhados e cargos ocupados.

A de Domínio, compreende às habilidades profissionais dos indivíduos, aos meios que eles usam para realizar atividades multitarefa e aos métodos que empregam para produzir resultados com requisitos complexos. Há oito conjuntos de competências dentro deste nível: quatro conjuntos primários - Gerencial, Funcional, Técnico e de Apoio, representando os principais tipos de habilidade profissional. E quatro conjuntos secundários - Administração, Operação, Implementação e Pesquisa

e Desenvolvimento - identificando as habilidades que são formadas pela sobreposição de conjuntos primários.

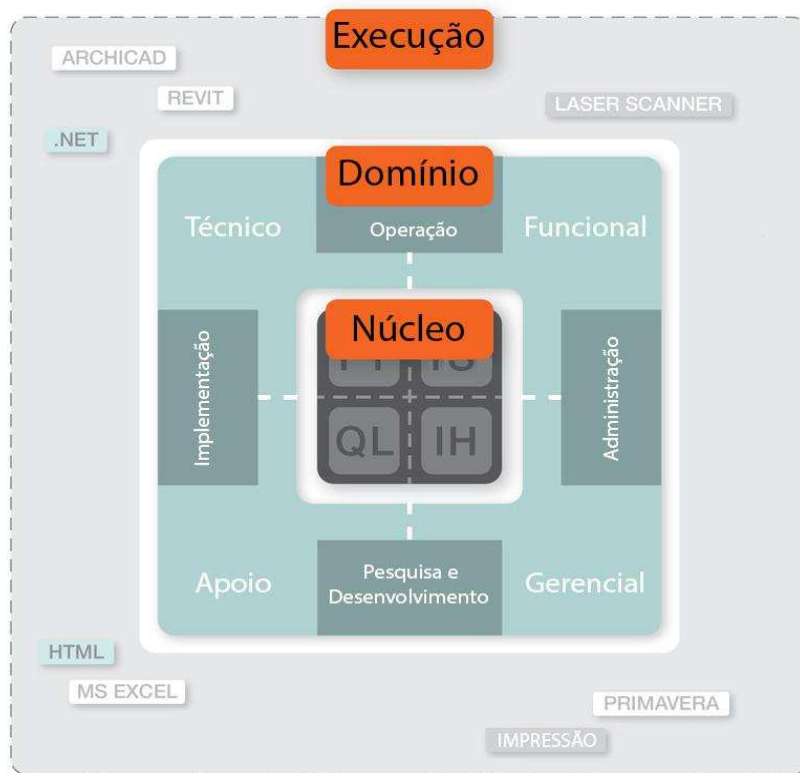


Figura 11 - Estrutura de Competências
fonte: Adaptado de SUCCAR, 2016

A de EXECUÇÃO representa a capacidade de um indivíduo usar ferramentas e técnicas específicas para conduzir uma atividade ou entregar um resultado mensurável. A capacidade de utilizar uma ferramenta de software (por exemplo, uma ferramenta de criação de modelo em 3D), conduzir um veículo (por exemplo, um caminhão basculante de 30 toneladas) ou operar equipamento de campo especializado (por exemplo, um scanner a laser) são exemplos de competências de nível de execução. Além disso, a capacidade de empregar técnicas especializadas (por exemplo, programação, desenho e reboco) também é classificada nesta camada.

A *Ontologia do BIM* é utilizada para a aquisição de conhecimento e comunicação entre as pessoas com o objetivo de representar, através de documentos e entregáveis as interações de conhecimentos entre os agentes no processo BIM, considerando requisitos para a validação dos modelos conceituais.

É compreendida por 4 níveis de conhecimento: Conceitos, Atributos, Relações e Conjunto de conhecimentos. Conceitos é a construção mental do Uso do BIM e é

compreendido por Componentes, Documentos e Regras, podendo ser classificados em Habilidade, Atividade, Certificado, entre outros. Atributos são os valores e qualificadores associados ao Nível Conceitos como custos, quantidades e descrições. Relações são as conexões entre os diversos conceitos e o efeito que um incide a outro. Conjunto de Conhecimentos é a compilação de Conceitos, seus Atributos e suas Relações é composto por:

- Fundamentos do Conhecimento: uma visão estruturada dos diversos conceitos e todas as suas relações incluindo dicionários, classificações, taxonomias, modelos, estruturas e teorias.
- Blocos do Conhecimento: utilizado para construir estruturas de conhecimento maiores. Nele estão ligados os itens relacionados a competência, os itens do dicionário BIM, que pode ser encontrado em <http://bimdictionary.com/>, as informações relativas aos usos do modelo, entre outros.
- Ferramentas do Conhecimento: é a visão interativa dos diversos conceitos e suas relações com o objetivo de avaliar, assistir e educar seus usuários.
- Fluxos de Trabalho do Conhecimento: é um conjunto repetitivo de atividades conduzidas como parte de um processo maior para proporcionar um resultado mensurável através de técnicas de captura de conhecimento, métodos de construção, rotinas de verificação e metodologia de avaliação.
- Visualizações do Conhecimento: uma visão delimitada e autônoma dos múltiplos conceitos e suas diversas relações. Esta visualização pode ser expressada através de manual de treinamento, artigo de revista, desenhos, entre outros.

Segundo SUCCAR et. al. (2016), os “Usos do Modelo” são organizados em uma estrutura conceitual com o objetivo de representar adequadamente a Informação do Projeto Modelado. Esta organização segue alguns princípios como: precisão da representação, flexibilidade de uso - podendo o modelo ser aplicado em todos os mercados e em todas as fases do ciclo de vida do projeto, clareza, coerência, extensibilidade e viés de codificação mínima. Mediante a isto, foi desenvolvida uma taxonomia para os “Usos do Modelo” divididos em três categorias com nove séries, como ilustra a figura 12.



Figura 12 - Usos do Modelo BIM
Fonte: Adaptado de SUCCAR et. al. (2016)

A primeira categoria, **Uso Geral do Modelo BIM**, está relacionada à classificação do uso do modelo BIM em geral, aplicado a diversas áreas do conhecimento, da indústria e dos sistemas de informação. Nessa categoria existe somente uma série, chamada de **Modelagem Geral**, onde classificamos o modelo quando o mesmo não se enquadra nas demais categorias, como por exemplo, um modelo urbano. Segundo SUCCAR et. al. (2016) existem 52 classificações com 100 sinônimos em potencial.

A segunda categoria, **Uso do Modelo BIM de Domínio**, é aplicada para uma indústria específica com conhecimento específico e sistemas de informações relevantes. Ela é dividida em sete séries que estão relacionadas diretamente às etapas de desenvolvimento do empreendimento: **Levantamento e Representação**, **Planejamento e Projeto**, **Simulação e Quantificação**, **Construção e Fabricação**, **Operação e Manutenção**, **Monitoramento e Controle**, **Conexão e Expedição**. Cada série possui um uso específico do Modelo BIM, como por exemplo: **Code Checking & Validation** (Checagem de Regras e Validação) que está alocada na série **Simulação e Quantificação**, muito utilizado entre o poder público para verificação de normas e legislação.

A terceira categoria é a mescla entre as duas anteriores, e é utilizada em desenvolvimento de modelagem personalizada, como por exemplo: **Modelagem de um sistema de ventilação** (com classificação já existente na segunda categoria) para uma estação lunar (classificado na primeira categoria).

Para dimensionar o real **Uso do Modelo BIM** ao longo de todo o ciclo de vida

projetual de um empreendimento é necessário levantar qual a capacidade da utilização das potencialidades oferecidas pela plataforma BIM no desenvolvimento dos projetos pela empresa, pois o sucesso da implementação do processo BIM e de seu uso efetivo depende não apenas das ferramentas e tecnologias utilizadas, mas também dos usuários, das equipes e da organização (LIN et. al., 2015).

Segundo SUCCAR (2010), são três os estágios de capacidade BIM, definidos por marcos que devem ser atingidos por empresas e equipes ao longo da implementação. Para o primeiro estágio, é necessário que o produto final seja uma modelagem baseada em objetos desenvolvidos por ferramentas como ARCHICAD, Revit e Vectorworks. O segundo estágio está relacionado com a colaboração baseada em modelos, onde uma organização precisa fazer parte de um projeto de colaboração multidisciplinar baseado em modelos. No terceiro estágio é necessária a integração baseada em rede.

Existem também outros dois estágios relacionados à capacidade BIM: um que antecede os três citados acima, chamado de Pré-BIM, que representa o status antes da implementação BIM; e o Pós-BIM, que é a representação final e a meta em constante evolução para empregar ferramentas e conceitos virtualmente integrados ao projeto, à construção e à operação.

Mas para o dimensionamento no processo de projeto, não se pode levar em consideração somente a capacidade de entregar um modelo ou a maneira de desenvolvê-lo, mas também o nível de maturidade que está relacionado à qualidade e o estado de aprimoramento relacionado à capacidade de execução de um produto BIM.

Assim como o levantamento da capacidade em trabalhar em um processo BIM, o nível de maturidade passa por uma evolução onde as etapas a serem percorridas se iniciam pelo uso de arquivos CAD 2D para a documentação onde a documentação não possui informações associadas aos objetos, sendo considerada esta o Nível 0. No Nível 1, são utilizados modelos constituídos de objetos com associação semântica para visualização 3D, geração de representação gráfica em 2D automatizada e uma colaboração de arquivos, mas sem uma integração dos dados projetuais. No Nível 2, as disciplinas são gerenciadas separadamente e é utilizado o ambiente 3D para análise cruzada e colaboração, onde essas são feitas através de conexões

proprietárias ou por extensões abertas, necessitando o gerenciamento das informações entre as diferentes disciplinas. São adicionados ao processo a utilização dos recursos 4D (tempo) e 5D (custos) além de análises projetuais através de funcionalidades de parametrização. No último nível, o 3, a integração de processos e dados é completamente aberta, habilitada por "serviços web" compatíveis com os padrões IFC, gerenciados por um servidor de modelo colaborativo empregando processos de engenharia simultâneos. (GCCG, 2011)

O quadro 5 compara a Capacidade e a Maturidade em BIM ao longo das etapas.

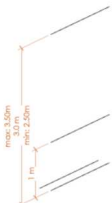
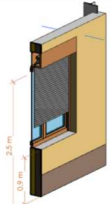
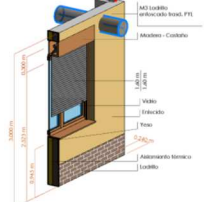
Quadro 5 - Níveis de Capacidade e Maturidade em BIM			
	CAPACIDADE	MATURIDADE	CONSIDERAÇÕES
PRÉ-BIM (N0)	Uso das ferramentas CAD	Documentação não possui informações associadas aos objetos	
N1	Modelagem baseada em objetos desenvolvidos por ferramentas como ARCHICAD, Revit e Vectorworks	Visualização 3D Representação gráfica 2D automatizada Colaboração de arquivos	Sem integração dos dados projetuais
N2	Projeto de colaboração multidisciplinar baseado em modelos	Ambiente 3D para análise cruzada e colaboração. Utilização dos recursos 4D (tempo) e 5D (custos). Análises projetuais através de funcionalidades de parametrização	Necessidade de gerenciamento das informações entre as diferentes disciplinas
N3	Integração baseada em rede.	Integração de processos e dados é completamente aberta, habilitada por "serviços web" compatíveis com os padrões IFC.	
PÓS - BIM	Constante evolução para empregar ferramentas e conceitos virtualmente integrados ao projeto, à construção e à operação		

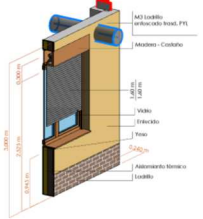
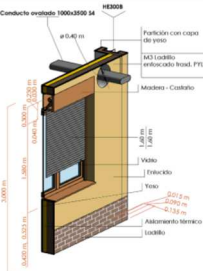
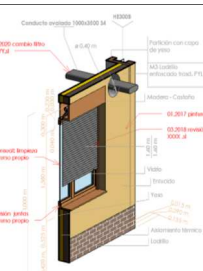
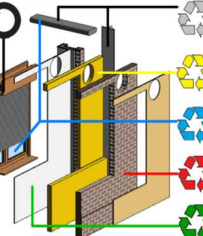
Para atingir objetivo esperado definidos pelo(s) Uso(s) do Modelo BIM, é necessário que este mesmo modelo tenha uma evolução ao longo das diversas

etapas do projeto, passando pelos diversos níveis de desenvolvimento (ND ou LOD - Level of Development).

O ND permite aos projetistas especificar com clareza o conteúdo do elemento pertencente ao modelo dando assim uma confiabilidade nas várias fases do processo do projeto, pois o ND é o grau em que a geometria e informação anexa ao elemento foi pensado, onde os membros da equipe do projeto utilizarão estas informações para tomadas de decisões quando se utilizar o modelo.

Os NDs são classificados como 000, 100, 200, 300, 350, 400, 500 e 600 (ALONSO, 2015) e descritos no quadro 6.

Quadro 6 - Nível de Desenvolvimento do Modelo BIM		
ND	Ilustração	Descrição
000		O modelo é composto pelas informações de localização, características do terreno, o ambiente (clima, entorno) e as questões urbanísticas
100		Os elementos do modelo são representados graficamente com um símbolo ou outra representação genérica.
200		Os elementos do modelo são representados graficamente como genérico do sistema, com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximadas. As informações não-gráfico, como custos, também podem ser associadas.
300		Os elementos do modelo são representados graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específica em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não-gráfico, como custos, também podem ser associadas.

Quadro 6 - Nível de Desenvolvimento do Modelo BIM - Continuação		
ND	Ilustração	Descrição
350		Os elementos do modelo são representados graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específica em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação como no 300, mas agora com interfaces com outros sistemas de construção. As informações não-gráfico, como custos, também podem ser associadas.
400		Os elementos do modelo são representados graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específica em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhamento, fabricação, montagem e informações de instalação. As informações não-gráfico, como custos, também podem ser associadas.
500		Os elementos do modelo são uma representação verificada na construção em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. As informações não-gráfico, como custos, estão associadas.
600		Os elementos do modelo são uma representação verificada na construção em termos de tamanho, forma, localização, quantidade, orientação e informação sobre o seu ciclo de vida, os requisitos de manutenção, números de identificação, fabricação e qualquer outro tipo de informação.

3.4. BIM na esfera governamental

Com o objetivo de melhorar a gestão dos projetos, principalmente o licenciamento dos mesmos, muitos governos, tanto federais como estaduais e Municipais, têm empregado esforços para a adoção de tecnologias digitais como, por exemplo, Singapura, com análise de projetos por meio de arquivos CAD desde 1995 (KHEMLANI, 2005 apud NETO, 2016) e a Prefeitura de São Paulo, com o Sistema de Aprovação Eletrônica de Projetos (SANTOS et al., 2016) desde 2012.

Ao reportar a plataforma BIM, vários países vêm mostrando iniciativas de

adotá-lo, alguns em estágios consolidados como Singapura e Reino Unido, e outros em estágio de implantação como Chile e Coreia do Sul. O quadro 7 mostra alguns exemplos de adoção da plataforma BIM por órgãos governamentais

Quadro 7 - Adoção da plataforma BIM no Mundo

Ano	País	Adoção	Outras Informações
2001	Finlândia	Utiliza BIM nas obras de engenharia	A partir de 2007 a Senate Properties, empresa pertencente ao estado, e a Finish Transport Agency obrigam o uso de BIM em seus projetos
2003	Estados Unidos	General Services Administration (GSA), instituiu o 3D-4D-BIM Program, tornando a utilização do BIM obrigatório em todos os projetos da GSA, inclusive nos edifícios militares (US Army Corps of Engineers; US Department of Veteran Affairs e US Coast Guard)	Em 2007 a NBIMS-US desenvolve o NBIMS V1P1, que estabeleceu principalmente a abordagem para o desenvolvimento de padrões BIM abertos
2007	Noruega	Utilização de BIM para todo o ciclo de vida dos seus edifícios	Desde 2012 o BIM é obrigatório para obras municipais e estaduais depois de determinado valor. A Norwegian Public Roads Administration e a Norwegian National Rail Administration passaram a exigir BIM em suas contratações
2008	Singapura	Implementação do Corenet, Sistema de aprovação de projetos. O prazo atual de aprovação é de 26 dias	Em 2011 foram incluídos também os projetos de Instalações Hidráulicas, Elétricas e Ar Condicionado. A meta é reduzir a aprovação do projeto para 10 dias
2011	Holanda	BIM é obrigatório para projetos públicos	Desde 2012 o Dutch Ministry of the Interior (RGD) obriga o uso do BIM para uso na manutenção de projetos grandes
	Chile	Ministério de Obras Públicas exige BIM em licitações de hospitais	até 2020 todas as obras públicas deverão ser desenvolvidas em BIM
	Reino Unido	Incentivo do uso da tecnologia BIM nos meios públicos e privados	Desde 2016 é exigido o uso do BIM 3D totalmente colaborativo (Nível 2) e até 2025 o país deverá atingir o nível de maturidade BIM level 3
2016	Coreia do Sul	Uso compulsório do BIM para projetos superiores a 50 milhões de dólares (setor privado) e para todos os edifícios públicos	

fontes: BIM-CHILE, 2015; SEIL, 2017; NBIMS-US, 2015

No Brasil existem várias iniciativas para a adoção de BIM na esfera Pública. Em junho de 2017 foi instituído pelo Governo Federal o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* - CE-BIM, com o intuito de propor a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* - BIM (MDIC, 2017a), buscando “garantir institucionalidade ao tema e harmonizar as ações de agentes públicos e privados na disseminação deste modelo no território brasileiro” com o principal objetivo de aumentar a competitividade e a eficiência da construção civil. (MDIC, 2017b)

Em 2014, através da Secretaria de Estado do Planejamento, o Governo do Estado de Santa Catarina cria o grupo técnico para implementação da tecnologia BIM em obras do Estado e publica o Caderno de Apresentação de Projetos em BIM com objetivo, segundo SILVA (2016), de utilizar BIM não somente no desenvolvimento de projetos, mas principalmente também na verificação de atendimento de requisitos, no que diz respeito à qualidade e validação do modelo BIM, para submissão e aprovação de projeto de acordo com as legislações edilícias do Corpo de Bombeiro, Vigilância Sanitária, Acessibilidade e Prefeituras (CAMPOS, 2016).

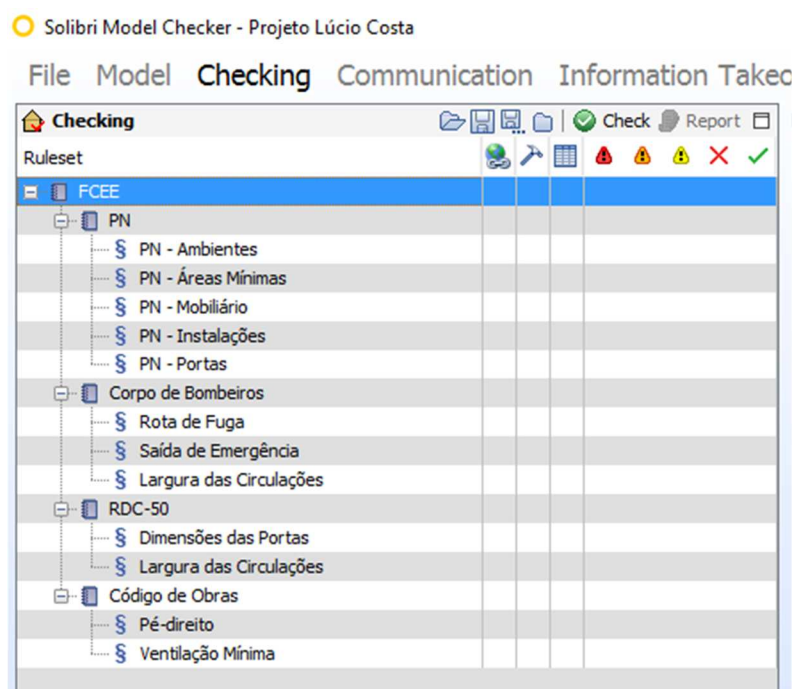


Figura 13 - Regras para Análise de Projeto em BIM
Fonte: autor

Através de regras criadas no Solibri, software finlandês desenvolvido pela empresa de mesmo nome, foi possível verificar o programa de necessidades do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina, onde de um estudo inicial com área de 28.000m² passou para 35.000² (SILVA, 2016), pois as áreas inicialmente pensadas não atendiam os requisitos mínimos estabelecidos. Também foram criadas regras, como mostra a figura 13, para verificar a largura das circulações, para atendimento tanto ao Corpo de Bombeiro como a RDC-50 da Anvisa, assim como Rota de Fuga e Porta Corta-fogo, específicos do Corpo de Bombeiro. Essas regras também verificam as dimensões mínimas das portas e áreas mínimas dos ambientes, para atendimento da RDC-50 e Área de Ventilação e Pé-direito mínimo, como mostra a figura 14, determinados pelo Código de Obras.

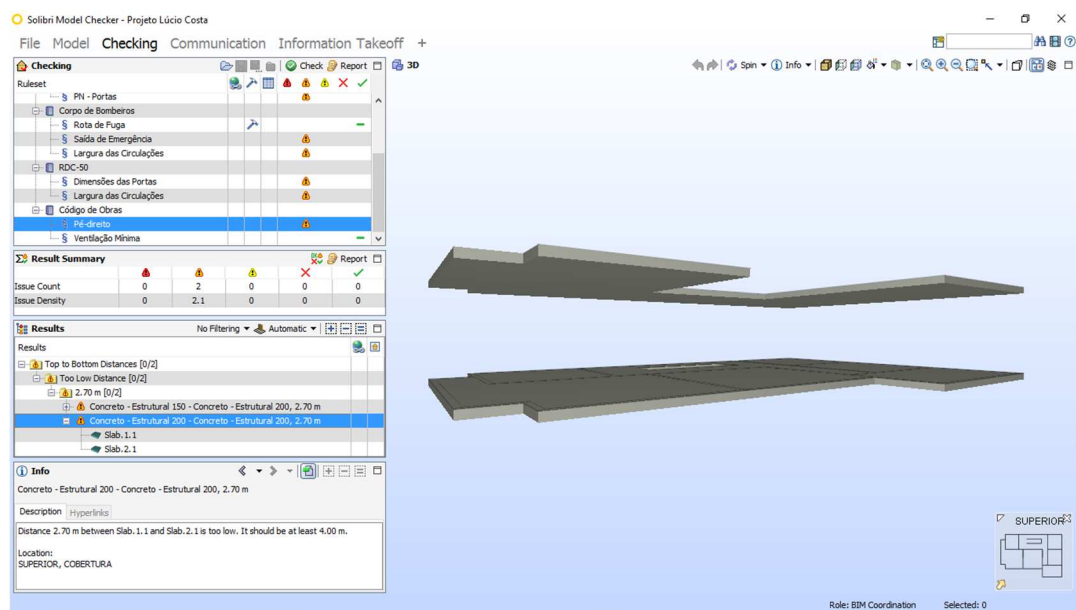


Figura 14 - Imagem gerado pelo Solibri na verificação do Pé-direito Mínimo
Fonte: autor

Outra utilização da plataforma BIM no Governo do Estado de Santa Catarina está na construção do Modelo BIM através de nuvens de pontos realizadas por Laser Scanner para projetos “As Built” objetivando uma extração de quantitativos para a manutenção e operação do edifício e para estudos de intervenções, quando as mesmas ocorrerem.

Outro estado brasileiro que vem implementando BIM é o Governo do Estado do Paraná. Uma das utilizações do modelo BIM, além das mesmas utilizadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, é a Validação Qualitativa, com o objetivo de verificar se os projetos contratados estão dentro dos requisitos para a execução dos mesmos, como exemplifica a figura 16, onde a distância entre a carteira e a janela sendo verificada, sendo que no primeiro momento a distância não atendia o requisito mínimo de 1,00m e em um segundo momento sim. Essa etapa de validação passa a ser importante não só pela verificação da qualidade, mas também para uma futura extração de quantitativos dos elementos construídos, tornando assim o orçamento mais detalhado e preciso.

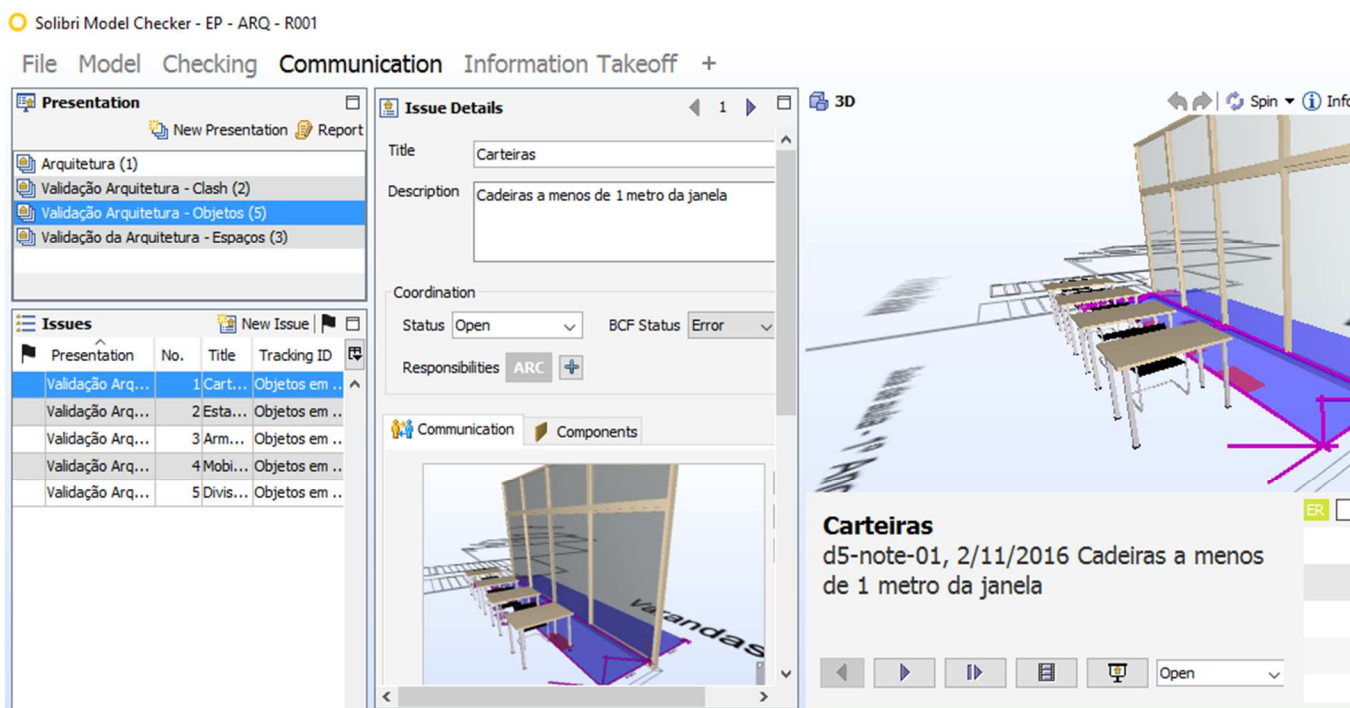


Figura 15 - Validação Qualitativa do Modelo BIM

Fonte: autor

Até fevereiro de 2018, está para a aprovação na Câmara dos Deputados um projeto de Lei (N.º 6.619, de 2016) que dá nova redação ao § 1º do art. 7º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, estabelecendo a obrigatoriedade do uso da tecnologia BIM nos projetos executivos de obras e serviços de engenharia contratados pelos órgãos e entidades da administração pública.

É importante salientar que algumas instituições não governamentais, como a AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura e a CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção, não têm medido esforços no desenvolvimento da metodologia BIM na construção civil através de publicações de Guias e Manuais para a implantação não somente no setor privado, mas também no público.

3.5. Softwares BIM e a questão da interoperabilidade

Para a aplicação dos Usos do Modelo BIM listados no subcapítulo 2.3 e para que o fluxo de informação transcorra de forma clara e objetiva, atendendo as necessidades nas tomadas de decisões, é necessário que os softwares utilizados ao longo do processo de desenvolvimento do empreendimento, possuam a capacidade

não somente de armazenar as informações, mas também de classificá-las corretamente, com as características e propriedades identificadas para facilitar o tratamento e processamento, e disseminar, fazendo com que a informação chegue a quem dela precisa no momento certo.

A buildingSMART lista os softwares por categoria funcional primária dividida em Arquitetura, Desempenho Energético e Simulação do Edifício, Serviços para Edificação, Gerenciamento da Construção, Servidor do Modelo, Desenvolvimento de ferramentas, Gerenciamento de Facilidades, Modelagem em Geral, Sistema de Informação Geográfica, Visualizadores do Modelo, Estrutura e outros. Dentre os principais softwares utilizados no Brasil estão o ARCHICAD, Revit e Vectorworks para arquitetura. Navisworks, Tekla BimSight para gerenciamento do modelo.

Como cada software, ou um conjunto deles, é desenvolvido por um fabricante. Estes softwares possuem estruturas internas de dados (MANZIONE, 2016) e formatos de arquivos próprios que são chamados de “Formato Proprietário”. Através do “Formato Proprietário”, somente é possível a troca de informações entre os softwares do mesmo fabricante, por exemplo entre os softwares desenvolvidos pela AutoDesk como Revit e Navisworks.

Com o objetivo de fazer com que a troca de informações entre os diversos softwares dos diversos fabricantes, a buildingSMART, vem desenvolvendo o IFC (Industry Foundation Classes), um formato não proprietário de troca de informações baseado em uma modelagem de troca de dados conhecida como STEP (Standard for the Exchange of Product Data) utilizando o EXPRESS (data_modeling_language) como linguagem de modelagem (ISO, 2013). O IFC, também possui um esquema de dados que representa o modelo no formato XML (Extensible Markup Language) sendo o ifcXML, e outro no formato ifcZIP, onde é utilizado um algoritmo de compressão.

O IFC é estruturado em 4 camadas (ilustradas na figura 16): Camada de Domínios, Camada de Interoperabilidade, Camada Central e Camada de Recursos (CARDOSO et al., 2013).

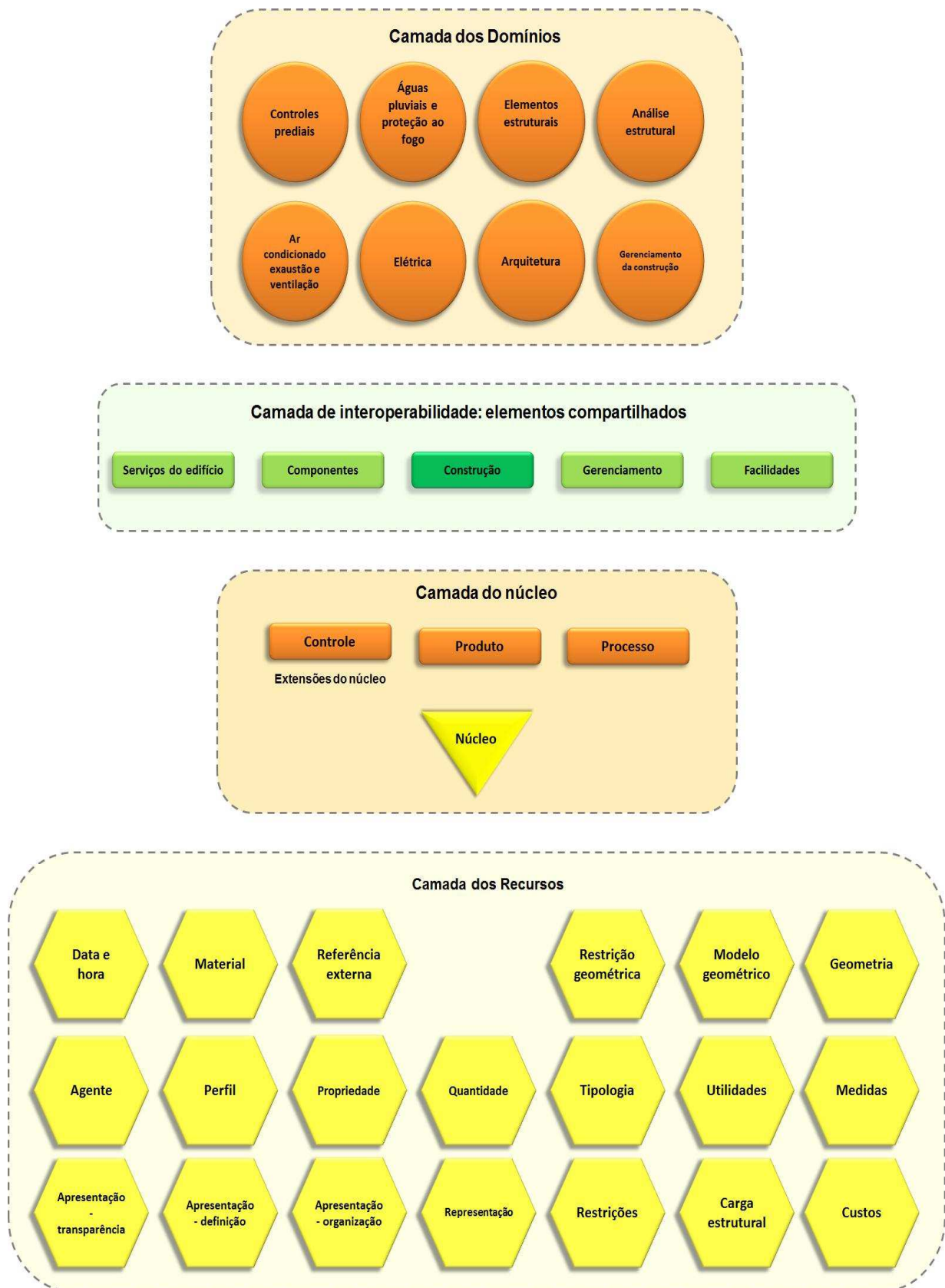


Figura 16 - Camada estruturais do IFC
Fonte: MANZIONE (2016)

A Camada de Domínios é a de nível mais elevado, proporcionando um conjunto de módulos para aplicações ou domínios específicos da indústria da construção como Arquitetura, Estrutura e Instalações.

A Camada de Interoperabilidade é utilizado para o compartilhamento das disciplinas desenvolvidas no projeto. Nesta camada são definidos os elementos do empreendimento como paredes, portas e janelas, e suas propriedades como custos, fabricantes e montagem, podendo ser aplicadas na manutenção dos elementos construídos e operação do edifício.

Na Camada de Núcleo, dividida em 4 (Controle, Produto, Processo e Núcleo), são estabelecidos as relações e os conceitos para as disciplinas envolvidas, assim como os componentes para a construção, o mapeamento do processo com suas tarefas para a conclusão do trabalho e o controle do processo (MANZIONE, 2016).

A Camada de Recursos determina os parâmetros das propriedades existentes. Estas estão diretamente ligadas aos elementos e são nelas que serão alocadas as informações como custos, fabricante e montagem.

Dentro desta estrutura, cada elemento, por exemplo uma viga, está organizado em uma árvore de subentidades de uma estrutura hierárquica de subtipos de objetos do IFC (EASTMAN et al., 2014), como ilustra a figura 17, composta por:

***IfcRoot / IfcObjectDefinition / IfcProduct / IfcElement / IfcBuildingElement /
IfcBeam***

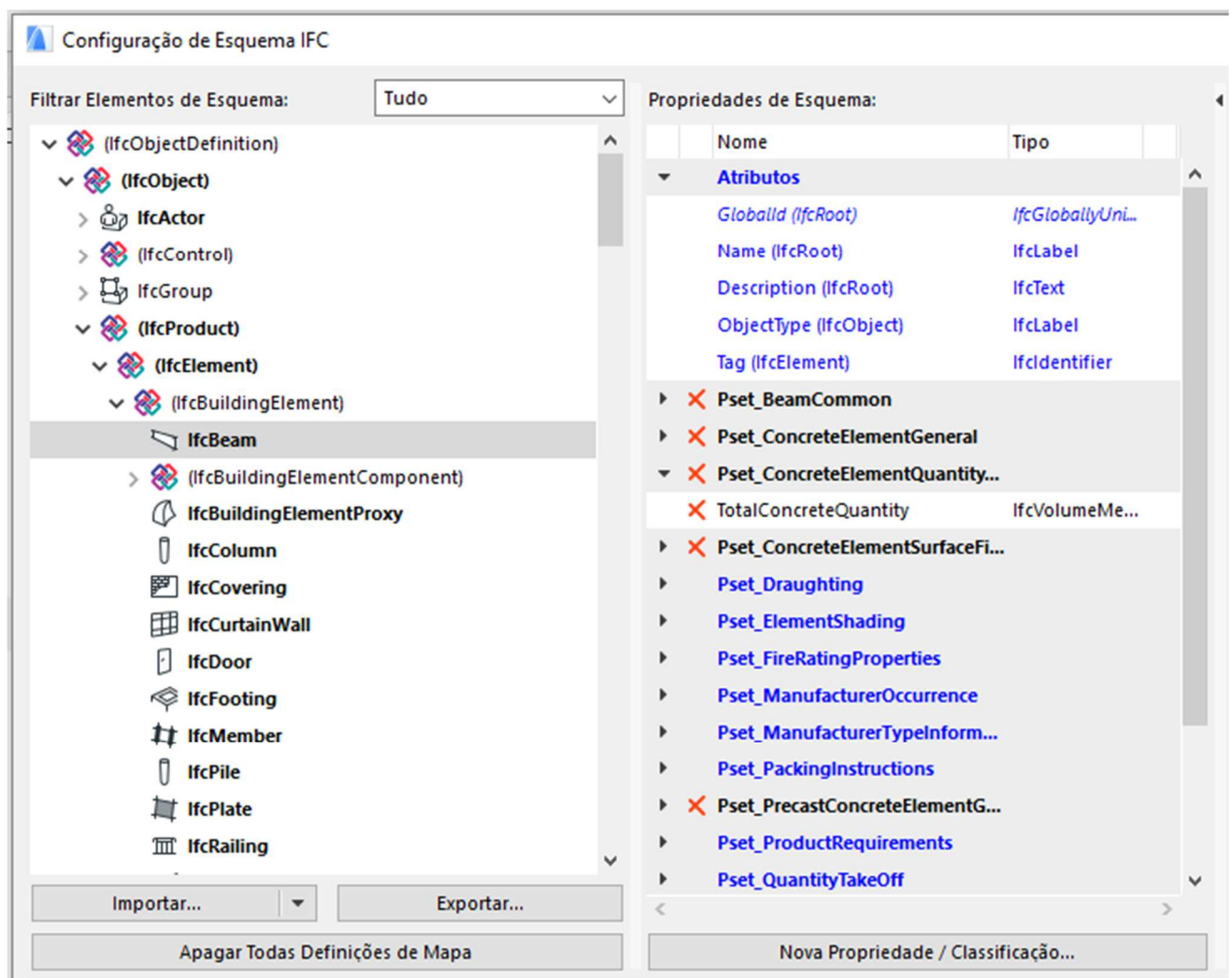


Figura 17 - Árvore de subentidades

Fonte: Autor

O **IfcRoot** é a raiz para todas as definições do IFC. Nele estão contidas as informações gerais do elemento, além de conter informações de propriedades e seu histórico. **IfcObjectDefinition** é a generalização de qualquer coisa ou processo semanticamente tratado, posicionando o elemento como parte de um todo, identificando seus componentes, como por exemplo a viga e suas conexões estruturais. **IfcProduct** define onde está localizado o elemento fabricado, fornecidos ou criados diretamente ou indiretamente por outros produtos, como espaços são definidos por elementos delimitadores, dentro da estrutura do projeto e a representação de sua forma. O **IfcElement** é a generalização de todos os componentes que compõem um produto AEC e a relação deste com os outros, como por exemplo a relação de hóspede e hospedeiro entre as paredes e portas.

IfcBuildingElement são os elementos de construção do edifício como paredes, vigas, colunas etc.

Para que a interoperabilidade das informações aconteça, é necessário que os softwares, que irão trabalhar ao longo do processo de desenvolvimento do empreendimento, suportam o esquema de dados descritos. Para isso, a buildingSMART fornece certificação de software, verificação de usuários e programas de conformidade com o objetivo de assegurar ao mercado e suportar adequadamente a aceitação do usuário ao nível mínimo necessário para a troca de informação. Neste processo de certificação, o software é testado e os resultados são descritos e mostrado do que é “suportado”, “restrito” e “não suportado” pelo mesmo na interoperabilidade com IFC, como mostra a figura 18.

Testlist

Name test	concepts total	manually checked		
				
Beam_01 / 2x3	10	10		
Beam_03 / 2x3	6	5		
Column 01 / 2x3	11	11		
CoveringFurnishing-01 / 2x3	57	48	1	2
CurtainWall-01 / 2x3	29	25	1	1
Door 01 / 2x3	22	18	2	1
DuplexHouse_Electrical / 2x3	65	36	5	
Grid 01 / 2x3	11	3	1	7
Member 01A / 2x3	10	10		
Member_01S / 2x3	10	8		2
Pile 01 / 2x3	19	18		
PlateFastener-01 / 2x3	67	53		1
RampRailing-01 / 2x3	28	25	1	
RampSlab-01 / 2x3	18	18		
RandomArch-X3 RAC / 2x3	9	9		
RandomArch-X4 AC16 / 2x3	25	23	2	
RandomMEP-X2 BENCH / 2x3	21	4	6	
RandomMEP-X3 RME / 2x3	4	4		
RandomStruc-X2 Scia / 2x3	10	10		
Reinforcement-01 / 2x3	94	64		
Roof 01 / 2x3	15	11		1
Site 02 / 2x3	13	12		1
Slab 01S / 2x3	11	11		
Slab 02A / 2x3	24	18	3	
Space 01A / 2x3	12	11	1	
StairSlab-01 / 2x3	19	19		

 Supported

 Restricted

 Not Supported

Figura 18 - Relatório de Certificação de Software
 Fonte: buildingSMART (2017)

Outro formato utilizado para troca de dados em um processo BIM é o BCF (BIM Collaboration Format – Formato de Colaboração BIM). É um formato de arquivo aberto que suporta a comunicação entre os agentes envolvidos no fluxo de trabalho em

processos BIM. Este formato foi criado para que os projetistas pudessem registrar informações, propor solicitações de mudanças e apontar problemas em um modelo de dados BIM através de mensagens contendo tópicos BIM, sem precisar compartilhar todo o Modelo BIM. Uma das características do BCF é vincular a informação que será colaborada ao componente do modelo, através de seu ID (número de identificação), podendo esta ser acessada rapidamente tornando a comunicação no fluxo de trabalho mais eficiente. (BUILDINGSMART, 2018)

3.6. Considerações

A aprovação de projetos pode ser incorporada ao processo BIM, pois a tecnologia envolvida permite a parametrização de regras para a verificação dos requisitos determinados nas diversas normas e leis edilícias. Este uso do modelo BIM, não necessariamente se restringe somente aos órgãos licenciadores, mas também aos projetistas, pois ao utilizar este recurso no desenvolvimento do projeto, poderá tomar decisões rapidamente, em relação às legislações, no ato projetual.

Mas para a utilização da plataforma BIM e que seja possível usufruir de seus recursos, é necessário um nível de capacidade e maturidade em relação às ferramentas disponíveis, como ARCHICAD, Revit e Solibri, suas interoperabilidades, tanto no formato proprietário como no formato aberto (OpenBIM). Com a adoção do BIM, o trabalho passa a ser colaborativo, exigindo uma quebra de paradigma no jeito de trabalhar, impactando fortemente não somente na formação da equipe de projetistas, mas também de quem analisa o projeto.

A modelagem do processo e a gestão das informações passa ser primordial, necessitando a formulação de um IDM (Information Delivery Manual ou Manual de entrega da Informação) e a determinação do ND (Nível de Desenvolvimento) de cada elemento, ou de um conjunto deles, ao longo das etapas a serem cumpridas do projeto, pois atualmente as informações não estão associadas aos elementos e sim dispersar em plantas, planilhas, memoriais e diversos documentos.

Capítulo 4 – Modelagem da Informação para aprovação de projetos de arquitetura

O desenvolvimento do projeto, principalmente na fase de aprovação de projetos, é impactado diretamente pelas inúmeras leis e normas, que muitas vezes são complexas e confusas. Elas exigem, além de um conhecimento aprofundado por parte do projetista, uma compreensão e expertise para produzir todo o conjunto de informações com condições tanto para uma análise projetual quanto para a concordância dos requisitos.

A organização dos requisitos, assim como os seus parâmetros, é fundamental para que leis e normas edilícias possam ser atreladas a tecnologias de informação e comunicação e a processos como o BIM, fazendo com que a verificação e a aprovação se tornem mais ágeis e com menos erros. Outro fator importante é a classificação dos elementos do projeto, que contribui para que a interoperabilidade entre os sistemas e pessoas não fique interrompida.

Está em fase de aprovação pela Câmara Municipal da cidade do Rio de Janeiro o Projeto de Lei Complementar (PLC) nº 31/2013, que estabelece novos requisitos para o Código de Obras e Edificações. Esse projeto de lei complementar é o objeto de estudo desta pesquisa, pois estabelece tanto requisitos para as edificações tal como dimensionamento dos ambientes, quanto requisitos norteadores para leis como a de uso e ocupação do solo, na qual são tratadas as questões de afastamento, por exemplo. Isso faz com que os estudos para aplicação da tecnologia BIM na verificação e aprovação de projetos, desenvolvidos no Capítulo 4, tenham o recorte em uma única legislação. É importante ressaltar que este estudo é aplicável às demais legislações e normas edilícias necessárias para verificação e aprovação do projeto, por apresentar uma organização da legislação para a criação do banco de regras e um fluxo para aprovação utilizando a plataforma BIM.

Considerando-se os aspectos mencionados acima, este capítulo tem como objetivo apresentar o PLC nº 31/2013, levantando seus requisitos organizados de forma sistemática para a construção de um banco de regras para a verificação do projeto, além de abordar a classificação da informação da construção através das diversas normas, nacionais e internacionais, assim como a do próprio PLC.

4.1. Código de Obras e Edificações da Cidade do Rio de Janeiro

A cidade do Rio de Janeiro, atualmente, possui um código de obras constituído por uma coletânea de leis e decretos organizada e impressa em dois volumes pela Gráfica Auriverde. Segundo BERNARDES (2017) a complexidade e a penosa compreensão das leis e decretos não só geram dúvidas nos interessados em realizar edificações multifamiliares, como restringe a criatividade do arquiteto, devido principalmente à falta de seu conhecimento mais aprofundado.

Com o objetivo de simplificar e flexibilizar as exigências, facilitar o licenciamento e a fiscalização das obras e possibilitar maior autonomia para os arquitetos e construtores (VAZ, 2017), tramita para a aprovação na Câmara Municipal o Projeto de Lei Complementar (PLC) nº 31/2013, que substitui o Código de Obras e Edificações (COE) da cidade do Rio de Janeiro, integrando este instrumento de regulação urbanística ao Plano Diretor e à Lei Orgânica do Município.

O PLC nº 31/2013 tem como principal objetivo estabelecer normas para o desenvolvimento de projetos para edificações residenciais unifamiliares, bifamiliares e multifamiliares, e também para as não-residenciais, sendo estas consideradas comerciais, de serviço e industriais, e de uso misto, quando são mesclados o uso residencial e o não-residencial.

O PLC nº 31/2013, é composto por 243 artigos distribuídos em 4 títulos, onde o primeiro se refere às disposições gerais, o segundo sobre as condições de construção das edificações, o terceiro sobre a sustentabilidade, acessibilidade e segurança das edificações, e o quarto e último sobre as disposições gerais, transitórias e finais. O mesmo PLC atribui responsabilidade aos profissionais responsáveis pelos diversos projetos, pela execução da obra e ao proprietário pelo cumprimento não somente ao Código de Obras e Edificações, mas como as demais leis e normas aplicáveis às obras e edificações

4.2. Requisitos para Aprovação de Projetos

Requisitos são condições necessárias, estabelecidas inicialmente, para atingir um determinado objetivo. O gerenciamento dos requisitos é um dos fatores principais para a obtenção do sucesso de um produto (MIRON, 2002), pois é através dele que é

desenvolvido o processo de documentação, análise, rastreamento, priorização e concordância sobre os requisitos.

Para a definição de prioridades, e para o desmembramento por nível de importância é necessário que os requisitos sejam classificados como Global, que estão relacionados com funções mais genéricas e que impõem restrições sobre o projeto, ou Específico, que são especificações sobre as funcionalidades, características e comportamento em determinadas situações.

Dentre os requisitos determinados pelo PLC nº 31/2013 podem ser classificados como específico, os que tratam diretamente dos parâmetros de verificação, como, por exemplo, dimensões dos ambientes e dimensionamento dos vãos de iluminação e ventilação.

“Art. 42 O somatório das áreas úteis dos compartimentos das unidades residenciais das edificações multifamiliares ou mistas será no mínimo de 30,00 m² (trinta metros quadrados).”

Já os Globais são os requisitos que restringem os Específicos de acordo com a função e características do uso das edificações, sendo estas Residenciais Unifamiliares, Bifamiliares e Multifamiliares, Edificações não residenciais (Comerciais, Industriais e de Serviço) e as Edificações Mistas (que mesclam residencial com não residencial).

“Subseção II - Dimensionamento das unidades residenciais e de seus compartimentos”

São classificados também como global os requisitos estabelecidos nos artigos que relacionam ao PLC nº 31/2013 com as demais leis e normas edilícias, como, por exemplo, a Lei de Uso e Ocupação do Solo e as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro.

“Art. 4º Os índices e parâmetros urbanísticos relacionados às condições das edificações e aos grupamentos de edificações devem observar, além do estabelecido nesta Lei Complementar, as definições da Lei de Uso e Ocupação do Solo, da Lei de

Parcelamento do Solo, das legislações de uso e ocupação do solo locais e demais normas específicas.”

Outros requisitos classificados como globais são os que tratam dos aspectos gerais e que impactam todos os usos.

“Art. 40 Os compartimentos de permanência prolongada são: I. Quartos; II. Salas; III. Cozinhas; IV. Lojas; V. Salas comerciais. VI. Aquelas definidas por legislação específica referente a atividades especiais.”

Em muitos casos, os artigos tratados pelo PLC nº 31/2013 possuem requisitos Globais e Específico, como por exemplo: “Art. 54 As edificações destinadas a serviço de hospedagem deverão atender às seguintes condições: I. Os quartos deverão ter área mínima de 8,00 m², largura mínima de 2,00m e altura mínima útil de 2,50m; II. Haverá no mínimo um sanitário completo, com vaso, chuveiro e lavatório dispostos sem superposição de peças, para cada 2 (duas) unidades;”, onde a primeira parte (“As edificações... ..seguintes condições:”) é considerada um requisito Global e a segunda parte (“I. Os quartos... ..para cada 2 (duas) unidades;”) é considerado um requisito Específico.

4.3. Banco de Regras para a Verificação de Projetos

Com o propósito de permitir a verificação de projeto de forma rápida e eficiente, é fundamental que os requisitos, tanto específico quanto global determinados pelas leis e normas edilícias sejam ordenados de acordo com o processo de aprovação de projetos. Diante disso, o PLC nº 31/2013 foi organizado em conjuntos de requisitos Globais de acordo com os Específicos. Portanto, deve-se dispor os critérios de verificação de acordo com os usos, criando assim um banco de regras para a verificação do projeto.

O banco de regras de verificação de projeto deverá considerar a caracterização definida pela prefeitura no processo de aprovação, que está relacionado com o uso: edificações residenciais unifamiliares e bifamiliares; edificações residenciais multifamiliares, comerciais, industriais, de uso exclusivo e de armazenamento.

No que se refere a edificações unifamiliares e bifamiliares, o processo de aprovação é mais simples, pois segundo o PLC nº 31/2013 este uso está dispensado de atender requisitos como: área mínima das unidades e dimensões mínimas das circulações, dos vãos de acesso, dos compartimentos, dos vãos de iluminação e ventilação, e dos reservatórios de água, atendimento às normas técnicas de acessibilidade e soma da área de projeção máxima de edículas. É obrigatório o atendimento do requisito para dimensionamento dos prismas, afastamentos laterais, de fundos e entre edificações com altura não superior a 11,00 metros. Por isso, o banco de regras deverá ser dividido em edificações com altura até 7,50m e edificações com altura superior a 7,50m e inferior a 11,00m. Para as edificações residenciais multifamiliares, comerciais, industriais, de uso exclusivo e de armazenamento, o processo de aprovação é mais complexo, pois além da exigência do PLC nº 31/2013, outras leis e normas devem ser atendidas.

No que se refere à legislação em estudo, o banco de regras deverá ser organizado considerando os requisitos globais gerais, onde seus atendimentos são obrigatórios em todos os usos; requisitos globais para edificações residenciais multifamiliares e seus diversos desdobramentos, como por exemplo edificações residenciais multifamiliares com até 5 pavimentos; e requisitos globais não-residenciais, destinados aos usos industrial, comercial e de serviço. Este último deverá ser dividido em: requisitos globais não-residenciais gerais, onde estarão os obrigatórios para todos os usos enquadrados neste tipo de requisito, e em requisitos globais não-residenciais específicos, destinados a cada uso e seus desdobramentos, como, por exemplo, requisitos globais não-residenciais específicos de hotelaria.

O quadro 8 demonstra a organização do banco de regras para a verificação do PLC nº31/2013 de acordo com os requisitos globais e específicos.

Quadro 8 - Banco de regras para a verificação da PL nº31/2013		
Item	Requisito Global	Requisito Específico
1.	Edificações unifamiliares e bifamiliares	
1.1.	Edificações com altura até 7,50m	Prismas e afastamentos laterais, de fundos e entre edificações
		Prismas e afastamentos exclusivos para ventilação de cozinhas e banheiros
		Prismas exclusivos para ventilação de banheiros
1.2.	Edificações com altura superior a 7,50m e inferior a 11,00m	Prismas e afastamentos laterais, de fundos e entre edificações
		Prismas e afastamentos exclusivos para ventilação de cozinhas e banheiros
		Prismas exclusivos para ventilação de banheiros
2.	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, industriais, de uso exclusivo e de armazenamento	
2.1.	Gerais	Afastamentos
		Prismas para ventilação e iluminação
		Reentrâncias
		Varandas, sacadas e saliências
		Marquises
		Coberturas
		Coroamento
		Demais elementos
		Acessos, circulações e portas de uso comum
		Banheiros, Refeitórios e Alojamentos para empregados
		Edículas, guaritas e pórticos
		Pavimento de uso comum
		Estacionamento de veículos
		Estacionamento e Guarda de bicicletas
		Materiais de revestimento e fachadas
		Dos Passeios e Logradouros Públicos
2.2.	Edificações Residenciais Multifamiliares	
2.2.1.	Gerais	Dimensionamento das unidades residenciais e de seus compartimentos
		Dimensionamento dos vãos de iluminação e ventilação dos compartimentos das unidades residenciais
		Recreação
		Arborização
2.2.2.	Edificações residenciais multifamiliares com até 5 pavimentos	Assentamento de elevadores e demais aparelhos de transporte

2.2.3.	Edificações residenciais multifamiliares com 6 ou mais pavimentos	Assentamento de elevadores e demais aparelhos de transporte
2.3.	Não residenciais	
2.3.1	Gerais	Dimensionamento das unidades residenciais e de seus compartimentos
		Instalações sanitárias de uso público
		Dimensionamento dos vãos de iluminação e ventilação das áreas de estacionamento
		Locais destinados à guarda de veículos para fins comerciais
		Arborização
2.3.2.	Específicos	
2.3.2.1.	Edificações não residenciais ou mistas com até 4 pavimentos	Assentamento de elevadores e demais aparelhos de transporte
2.3.2.2.	Edificações não residenciais ou mistas com 5 ou mais pavimentos	Assentamento de elevadores e demais aparelhos de transporte
2.3.2.3.	Salas Comerciais	Dimensionamento das unidades não residenciais e de seus compartimentos
		Dimensionamento dos vãos de iluminação e ventilação dos compartimentos das unidades e áreas não residenciais.
		Paredes, painéis divisórios e forros
2.3.2.4.	Loja	Dimensionamento das unidades não residenciais e de seus compartimentos
		Dimensionamento dos vãos de iluminação e ventilação dos compartimentos das unidades e áreas não residenciais.
		Acessos, circulações e portas de uso comum
2.3.2.5.	Hotelaria	Dimensionamento das unidades hoteleiras
2.3.2.6.	Edifícios Garagem	Vãos no mínimo de entrada e a saída
		Rampas ou de elevadores
2.3.2.7.	Edificações Destinadas a Locais de Reunião	Partes destinadas a uso pelo público
		Portas de saídas
		Instalação de assentos fixos
2.3.2.8.	Estádios e Ginásios esportivos	Instalações sanitárias
2.3.2.9.	Postos de Serviços e de Abastecimento de Veículos	Áreas de circulação de veículos
		Tanques de combustível
		Passeios

Alguns requisitos classificados como global possuem requisitos classificados como Específicos que não estabelecem critérios de verificação ao PLC nº 31/2013 e sim a outras normas e leis, como mostra o quadro 9.

Quadro 9 - Requisitos para normas e leis	
Requisito Global	Requisito Específico
Edificações Destinadas ao Uso Industrial	Normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ
Edificações destinadas a comércio e serviços com manuseio de alimentos	Órgão municipal responsável pela vigilância sanitária
Estabelecimentos Assistenciais e de Interesse à Saúde	Obedecerão às condições estabelecidas pelos órgãos competentes.
Estabelecimentos Escolares	Órgão responsável pela educação
Depósitos de Explosivos, Munições e Inflamáveis	Regulamentação própria do Ministério do Exército
Depósitos de Armazenagem	Normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ
Das Instalações e Equipamentos	Normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das demais disposições aplicáveis
Proteção contra incêndio	Normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ
Elementos estruturais	ABNT
Para-raios	Normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ
Da Reconversão de edificações tombadas ou preservadas	Órgão de tutela e pelos demais órgãos competentes.
Da Sustentabilidade e Meio Ambiente	Código Ambiental e das normas federais, estaduais e municipais pertinentes. Lei de Parcelamento do Solo, na Lei de Uso e Ocupação do Solo e legislação específica para os terrenos
Paisagem	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro
Isolamento térmico e acústico	Normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ e nas normas técnicas da ABNT
Da Acessibilidade	Legislação federal, nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT e nas demais legislações municipais pertinentes

No caso em que a edificação é classificada como uso misto, os requisitos a serem utilizados deverão ser: Gerais; Residencial Multifamiliar - tanto os Gerais quanto os específicos de Edificações residenciais multifamiliares com até 5 pavimentos ou Edificações residenciais multifamiliares com 6 ou mais pavimentos; e Não Residenciais - tanto os Gerais quanto os específicos de acordo com o uso, se comercial, industrial ou de serviço.

Em cada requisito específico, são determinados parâmetros de verificação. Estes parâmetros podem possuir valores fixos, que não mudam de acordo com as circunstâncias, como ilustra o quadro 10, ou valores variáveis, que são modificados de acordo com outros parâmetros, como ilustra o quadro 11, e ainda parâmetros que se relacionam com outros requisitos, como ilustra o quadro 12.

Quadro 10 - Parâmetros com valores fixos				
Requisito Global	Requisito Específico	Parâmetros		
Edificações Residenciais Multifamiliares / Gerais	Dimensionamento das unidades residenciais e de seus compartimentos	Dimensão Mínima dos Ambientes	Sala	2,50m
			Quarto	2,50m
			Cozinha	1,50m
			Banheiro	0,80m
		Área Mínima dos Ambientes	Sala	12,00m ²
			Quarto	6,00m ²
			Cozinha	4,00m ²
			Banheiro	1,50m ²
			Sala + Cozinha	16,00m ²

Quadro 11 - Parâmetros com valores variáveis				
Requisito Global	Requisito Específico	Parâmetros		
Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, industriais, de uso exclusivo e de armazenamento / Gerais	Acessos, circulações e portas de uso comum	largura mínima das circulações de uso comum	Até 10 m de comprimento contados a partir do eixo da escada de uso comum	1,20m
			Para as distâncias maiores de 10 metros	+ 0,02m na largura por cada metro excedente

Quadro 12 - Parâmetros com relacionamento				
Requisito Global	Requisito Específico	Parâmetros		
Edificações Residenciais Multifamiliares / Gerais	Recreação	Isolamento das demais áreas	Circulação e locais de estacionamento de veículos	Elementos construtivos com altura mínima de 1,00m
			Compartimentos para depósito de lixo e para medidores de qualquer natureza	Não terá qualquer comunicação
			Situada em PUC em pavimento elevado	Proteção com no mínimo 1,80m de altura

4.4. Classificação da informação para a verificação

Ao longo de todo o processo de projeto, o compartilhamento das informações e o modo como a transmissão de informações é tratada entre todos os agentes

envolvidos estão entre as principais causas para a obtenção do êxito do empreendimento (NASCIMENTO e SANTOS, 2003). Segundo FRAGA e AMORIM (2007) apud SILVA e AMORIM (2011), uma das grandes dificuldades encontradas no fluxo da informação na indústria da construção civil está na falta de um padrão dos termos utilizados, causada principalmente pela grande extensão do território brasileiro e suas diferentes culturas, provocando assim falhas de interoperabilidade tanto entre os agentes quanto aos sistemas operacionais que o projeto percorre.

Diante deste cenário, a utilização de um sistema de classificação, que “é a ordenação de um conjunto de seres em pequenos agrupamentos, de acordo com as características que os unem ou diferem de outros grupos” (NUNES, 2007), tendo uma função de transparência e de distribuição da informação principalmente para as tomadas de decisões, se faz necessária para que a comunicação e a troca de informações sejam claras e para que não haja perdas durante o processo, essencialmente nas fases de verificação e aprovação do projeto.

A indústria da construção possui diversos sistemas de classificação da informação, que têm entre seus principais objetivos organizar e classificar os elementos e sistemas de construção para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil. Para PEREIRA (2013), entre os principais sistemas de classificação estão o OmniClass, Unifomat, MasterFormat e Unified Classification for the Construction Industry (Uniclass). O mesmo autor lista também as normas ISO ISO/TR 14177:1994 - Classificação da Informação na Indústria da Construção e a ISO 12.006-2 - Construção de edificação - Organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação de informação, sendo que esta última foi traduzida pela ABNT.

A OmniClass foi criada com o objetivo de atender a indústria AEC da América do Norte e consiste em 15 tabelas hierárquicas, onde cada uma delas representa um aspecto da construção e segundo MANZIONE (2013) pode ser considerada “uma classificação multifacetada, pois utiliza informações e conceitos de outros sistemas de classificação para compor suas tabelas: o MasterFormat, para classificar os resultados do trabalho, o Unifomat para classificar os sistemas e componentes de um edifício e o EPIC para os produtos.”

A Unifomat é uma norma americana e tem como objetivo classificar não somente os elementos de construção, mas também do canteiro de obras. Segundo CHARETTE e MARSHALL (1999) a segunda versão do UNIFORMAT garante consistência na avaliação econômica e melhora o gerenciamento em todas as etapas do projeto, planejamento, construção e operação, pois inclui um formato padronizado para coletar e analisar dados a serem utilizados nas estimativas e orçamentos de projetos futuros. Além disso, fornece uma lista de verificação do processo, facilitando as comunicações entre os agentes de projeto em relação ao escopo do trabalho e custos em cada disciplina.

Assim como o OmniClass e o Unifomat, o MasterFormat é uma classificação desenvolvida para projetos e construções na América do Norte, em especial os edifícios comerciais. Com o objetivo de auxiliar a comunicação entre os diversos agentes envolvidos, o MasterFormat organiza não somente os requisitos, mas também os produtos e atividades relacionados à construção, como cronogramas e orçamentos (CSI/CSC, 2016).

O Uniclass, atualmente na versão 2015, é um sistema de classificação desenvolvido para atender as necessidades dos diversos setores da indústria da construção do Reino Unido, podendo ser utilizado tanto em projetos civis como universidades, hospitais, escolas e residências quanto em projetos de infraestrutura como rodovias, ferrovias e estações de tratamento de águas (MCPARTLAND, 2017). Segundo DELANY (2017) as tabelas de classificação são organizadas hierarquicamente, permitindo que um projeto seja definido desde uma visão mais ampla até seu detalhamento.

A ISO/TR 14.177 tem como principal objetivo determinar um esquema para a organização da informação com a finalidade de melhoria do fluxo de informação ao longo de todo o processo, definindo em suas tabelas os recursos empregados na construção. A classificação definida pela ISO/TR 14.177 propõem fazer a conexão entre 6 variáveis (instalações, espaços, elementos, serviços de construção, produtos de construção e recursos complementares) e como estas são integradas (PEREIRA, 2013).

A ABNT NBR ISO 12.006-2 baseia-se no relatório técnico da ISO/TR 14.177 (PEREIRA, 2013) e é a base das normas de classificação citadas, além de possuir

uma tradução para o português (MANZIONE, 2013a). Segundo CATELANI e SANTOS (2016) a ABNT NBR ISO 12.006-2 “define diretrizes e uma estruturação para a concepção de sistemas de classificação das informações da Construção, permitindo o desenvolvimento de sistemas de classificação compatíveis internacionalmente”. Esta estruturação foi utilizada na concepção da norma técnica ABNT NBR 15.965, que é um sistema de classificação das informações voltado para o mercado brasileiro tendo como texto-base a OmniClass.

Quadro 13 - Classificação da Informação da Construção - NBR 15.965		
Tema	Assunto	Tabela
Características dos Objetos	Materiais	0M
	Propriedades	0P
Processos	Fases	1F
	Serviços	1S
	Disciplinas	1D
	Funções	2N
Recursos	Equipamentos	2Q
	Componentes	2C
	Elementos	3E
Resultados da Construção	Construção	3R
	Unidades p/ Função	4U
Unidades e Espaços da Construção	Unidades p/ Forma	4V
	Espaços p/ Função	4A
	Espaços p/ Forma	4B
Informação da Construção	Informação	5I

A norma técnica ABNT NBR 15.965 é desmembrada em 7 normas e onde cada uma possui um tema específico: Classificação e Terminologia, Características dos objetos, Processos, Recursos, Resultados da construção, Unidades e espaços da construção e Informação da Construção, compondo um total de 15 tabelas, como ilustra o quadro 13.

É importante ressaltar que até fevereiro de 2018 somente os temas Classificação e Terminologia (ABNT NBR 15.965-1:2011), Características dos objetos (ABNT NBR 15.965-2:2012), Processos (ABNT NBR 15.965-3:2014) e Informação da

Construção (ABNT NBR 15.965-7:2015) foram publicados. Os demais temas ainda estão em fase de discussão e revisão.

Assim como as normas acima citadas, o PLC nº 31/2013 também possui um sistema de classificação não organizado de acordo com as normas ISO e ABNT NBR, mas que é fundamental tanto para o desenvolvimento do projeto quanto para a verificação do mesmo mediante seus requisitos estabelecidos. Estas classificações são encontradas no glossário do referido projeto de lei e ao longo dos diversos artigos que determinam seus requisitos e parâmetros.

Dentre as classificações estabelecidas pelo PLC nº 31/2013 estão o uso das edificações considerando suas funções e características, como por exemplo: Edificação Residencial Unifamiliar, Edificação Não-Residencial de Uso Industrial ou Edificação Residencial Transitória (hotel). No caso das edificações não-residenciais esta classificação pode ser subdividida em Uso Exclusivo e em Por Unidades Autônomas. Será através desta classificação que definiremos quais ou qual requisito global será ou serão utilizados na verificação do projeto.

Os espaços das edificações devem também ser classificados tanto em sua nomenclatura quanto nas diversas características e funções, como por exemplo: se o nome é um Quarto ou uma Sala; se a função é de Permanência Prolongada ou Transitória. É por meio destas classificações que serão estabelecidos os parâmetros utilizados de acordo com os requisitos específicos, pois ao classificar um espaço como quarto, este deverá ter uma dimensão mínima de 2,50m, uma área mínima de 6,00m², será uma área útil, de uma unidade residencial, computável, portanto deverá ser considerada no cálculo da área mínima da unidade residencial, que é de 30,00m², será uma espaço de permanência prolongada, portanto deverá entrar na somatória de quantidade de espaços mínimos de uma unidade residencial.

Os elementos das edificações são classificados de acordo com sua forma e função como, por exemplo: uma parede que separa um espaço (ou ambiente) externo de um interno é classificada como Parede Externa, de modo a atender requisitos estabelecidos como no Art. 209 “Todas as paredes que componham o perímetro externo da edificação deverão ter obrigatoriamente uma espessura mínima que garanta as condições de isolamento térmico e acústico e de segurança ao fogo

previstas nas normas de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMERJ e nas normas técnicas da ABNT.”

4.5. Considerações

Apesar da complexidade das informações contidas no PLC nº 31/2013, foi possível classificar os requisitos estabelecidos por este como global e específico e organizar os parâmetros de verificação, sendo possível a criação de um banco de regras para este fim.

No que se refere à classificação, não foi possível aplicar nenhuma das normas existentes, pois as publicadas em sua totalidade, além de atender a regiões com características e culturas diferentes à brasileira (América do Norte e Reino Unido), a língua utilizada é o Inglês e, para sua aplicação, tanto os projetos quanto a legislação deveriam ser traduzidos na referida língua ou estas normas deveriam ser traduzidas para o português, se transformando em uma norma ABNT NBR. No que se refere à ABNT NBR 15.965, que trata sobre a classificação da informação da construção no âmbito nacional, não foi possível verificar sua aplicação, pois as tabelas que tratam do resultado da construção, e para a classificação das unidades e espaços de acordo com a respectivas formas e funções, que se relacionam diretamente com o PLC nº 31/2013, não foram publicadas até fevereiro de 2018. Após sua publicação esta deverá ser compatibilizada com o PLC em estudo e com as demais leis e normas edilícias vigentes.

Como a legislação em estudo possui a sua própria classificação, e esta não está organizada de acordo com as normas ISO citadas, que estabelecem como deverá ser composta uma norma para classificação, é necessário que esta organização, tanto em relação aos espaços quanto aos elementos, seja realizada para a viabilizar a utilização e aplicação da plataforma BIM na verificação de projetos.

Capítulo 5 - Aprovação de projetos utilizando a Plataforma BIM

O processo de aprovação de projetos sofre uma grande mudança quando as ferramentas que trabalham na lógica da plataforma BIM são adotadas, comparado ao processo tradicional, pois a análise do projeto passa a ser feita através de regras computacionais atreladas a um modelo tridimensional com informação ao invés de utilizar a base de um desenho vetorial feito através de softwares CAD. Mas para que a verificação do projeto através de regras aconteça de forma precisa é necessário a definição não somente do processo BIM, mas também a organização e gestão das informações, que devem ser representadas de forma lógica e clara.

Existe ainda a necessidade não somente de traduzir os requisitos estabelecidos pelas leis e normas edilícias em regras, mas também adequar a classificação dos elementos e espaços do projeto que serão utilizadas ao longo do fluxo de aprovação, principalmente nas etapas de validação do modelo e verificação do projeto. Outra mudança se dá acontece na comunicação entre os agentes, que passam a utilizar o BCF (BIM Collaboration Format) e não mais o relatório em formato de papel no qual atualmente são apresentados os apontamentos e as inconsistências feitas na análise do projeto.

Desta forma, este capítulo tem como objetivo apresentar a modelagem da informação de uma edificação residencial multifamiliar com até 5 pavimentos e o processo de criação de regras e a verificação dos requisitos estabelecidos no PLC nº31/2013 para este uso, assim como a utilização do BCF entres os agentes envolvidos no processo.

5.1. Modelagem da Informação para a verificação de um projeto.

Ao utilizar a plataforma BIM ao longo de todo o processo de projeto, os projetistas geram modelos de acordo com sua especialidade (modelos disciplinares), como modelos de projeto de arquitetura, de estrutura e de instalações. Esses modelos, além de possuírem diferentes tipos de informações, são construídos para os diversos usos do modelo BIM, como por exemplo: documentação, compatibilização de projetos e fabricação.

Para que seja possível a verificação do projeto utilizando a tecnologia BIM, assim como qualquer outro processo de simulação e análise, além da modelagem da geometria de construção, seus componentes e as relações entre esses componentes, é necessária a modelagem de dados, aumentando assim tanto a quantidade da informação quanto o seu nível de precisão (BUENO e FABRICIO, 2016).

Como a quantidade de dados relacionados ao processo de projeto vem aumentando em uma progressão geométrica ao longo dos anos, tornando-se impossível para um profissional ou um grupo de profissionais identificar e avaliar os requisitos de uma forma simultânea, a sistematização da informação é primordial, sendo necessária a definição de uma estrutura tanto de representação e organização quanto para recuperação da informação (JUNIOR et. al., 2016).

O entendimento da estrutura para utilização da plataforma BIM estabelecida por SUCCAR et. al. (2016) e a utilização tanto da ISO/TS 12911:2012¹ quanto da ISO 29481:2016², são fundamentais para que o processo de verificação de projetos, através do Code Checking, aconteça de forma precisa e objetiva. Pois a estrutura apresentada por SUCCAR et. al. (2016) mostra, de uma forma abrangente e completa, as etapas que devem ser definidas para atingir o objetivo do(s) uso(s) do(s) modelo(s) BIM e suas devidas conexões. A ISO/TS 12911:2012 estabelece uma estrutura para fornecer especificações para a modelagem BIM, contendo qual deverá ser o resultado do processo, como será o controle tanto do processo quanto da informação e como ocorrerá a entrada (input) das informações, com o objetivo de assegurar que a modelagem das informações da construção atenda às necessidades e aos requisitos estabelecidos. Por fim, a ISO 29481:2016 especifica uma metodologia que vincula o processo com as especificações de informações necessárias, mapeando e descrevendo o processo de informação ao longo da etapa de verificação do projeto. Além disso, especifica uma metodologia que descreve uma estrutura de comunicação e uma maneira apropriada de mapear responsabilidades e interações ao longo do fluxo de informações dentro do processo, facilitando a interoperabilidade e a colaboração digital entre os atores envolvidos na verificação do projeto.

¹ ISO/TS 12911:2012 *Framework for building information modelling (BIM) guidance* (Estrutura de Orientação para o BIM)

² ISO 29481:2016 - *Building information modelling - Information delivery manual* (Modelagem da Informação da Construção - Manual de Entrega de Informações)

Como o presente estudo tem como principal resultado o uso da plataforma BIM na verificação dos requisitos do PLC nº 31/2013, e esta dissertação tratará de uma edificação única de uso exclusivo residencial multifamiliar com até 5 pavimentos, o modelo a ser construído deverá ser representado graficamente com objetos e elementos específicos em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação, como ilustra a figura 19. Portanto, o nível mínimo de desenvolvimento a ser empregado na modelagem para a verificação do projeto deverá ser o classificado em ND 300³.

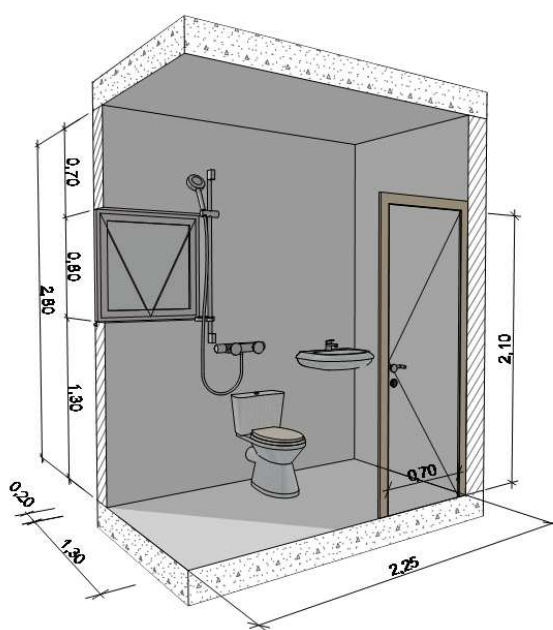


Figura 19 - Parte do modelo construído em ND 300
Fonte: Autor

Além de realizar a modelagem dos elementos da construção do projeto (paredes, portas, janelas, entre outros), é necessário caracterizar os ambientes do projeto, identificando os volumes que correspondem a cada um dos espaços, como por exemplo sala, quarto e circulação. Estes ambientes, conhecidos também como espaços (*Space*), deverão ser modelados com o nível de desenvolvimento mínimo classificado como ND 300, onde serão construídos e representados graficamente em termos de tamanho, localização, forma e função. É necessária a criação de espaços destinados não somente às áreas úteis (figura 20), mas também para às áreas privativas e comuns (figura 21), assim como para área total construída do pavimento

³ Ver tabela completa sobre a classificação do nível de desenvolvimento (ND) no quadro 6.

(figura 22). Assim ao utilizar o modelo BIM na verificação do projeto, é possível apontar quais ambientes pertencem a que referidas unidades residenciais, em qual pavimento e em qual bloco, caso o projeto contemple mais de um.

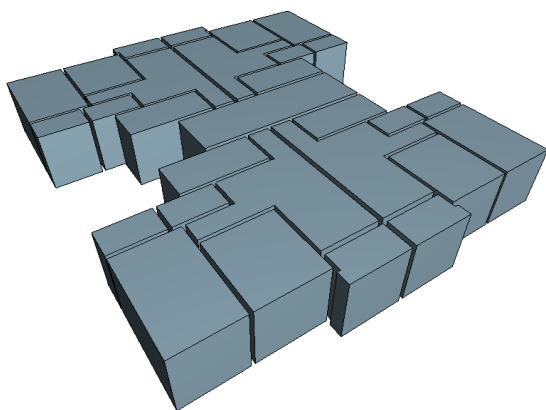


Figura 20 - Espaços das áreas úteis dos ambientes
Fonte: Autor

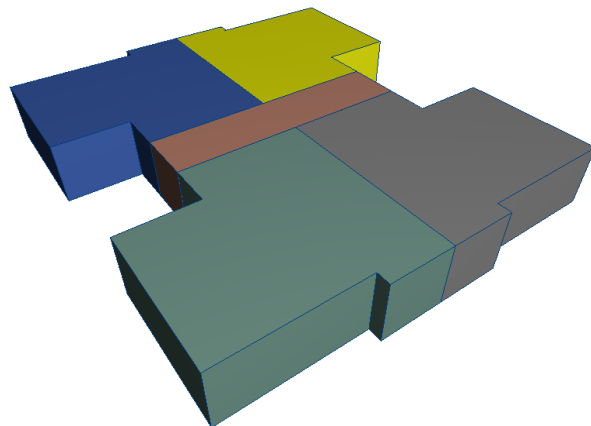


Figura 21 - Espaços das áreas privativas e comum
Fonte: Autor

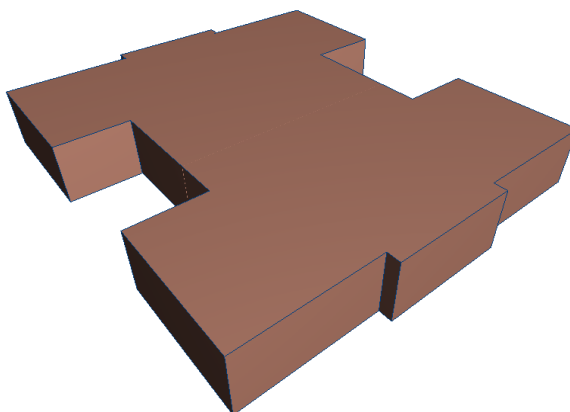


Figura 22 - Espaço da área total construída do pavimento.
Fonte: Autor

Como até a presente pesquisa (fevereiro de 2018), não é possível aplicar as normas de classificação existente, pelas razões apresentadas no capítulo 3, a classificação da nomenclatura dos ambientes construídos, ilustrados na figura 23, devem seguir a estipulada no PLC nº 31/2013, como estabelece o art. 40, por exemplo, que classifica o local onde dormimos como “quarto” e não como “dormitório” ou “suíte”, que são nomenclaturas comuns utilizadas nesta tipologia de projeto.

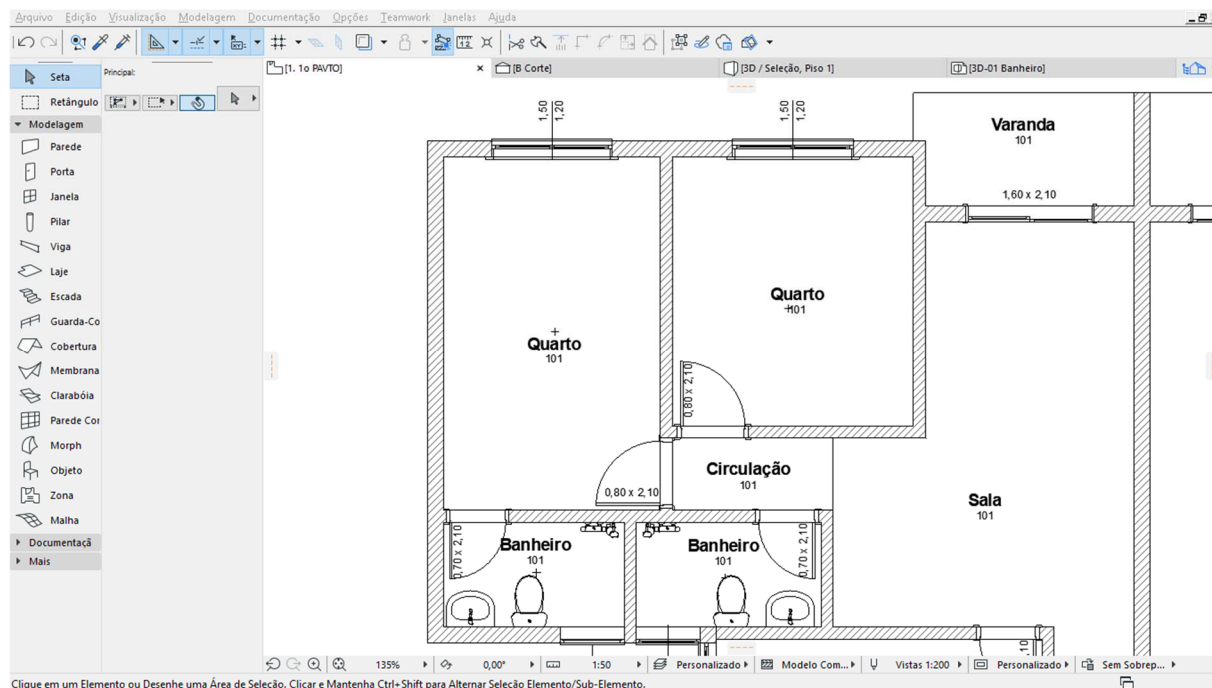


Figura 23 - Vista da planta do modelo com a nomenclatura dos ambientes de acordo com a classificação do PLC nº 31/2013

Fonte: Autor

Os elementos e objetos devem ser classificados não somente pelo nome, como por exemplo “vaso” e não “vaso sanitário” para o atendimento do parágrafo segundo do Art. 44, mas também pela sua localização: se externo ou interno, e pelo tipo do elemento: se parede, laje, pilar ou porta. A figura 24 ilustra a janela de configurações do ARCHICAD 21 de uma parede, que apresenta as diversas possibilidades de classificação deste elemento.



Figura 24 - Janela de configuração de uma parede no ARCHICAD

Fonte: Autor

Como o PLC nº 31/2013 não determina somente requisitos para a edificação, mas também para as áreas não edificáveis, como afastamentos, reentrâncias e prismas de ventilação e iluminação, estas áreas deverão ser construídas como espaços, como ilustra a figura 25, representados graficamente em termos de tamanho, localização, forma e função, e classificados de acordo com o referido PLC. Desta maneira será possível a verificação destes requisitos ao utilizar a plataforma BIM.

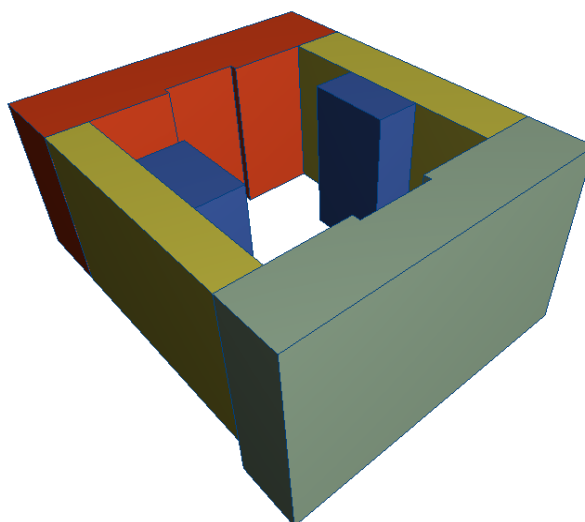


Figura 25 - Áreas de Afastamentos e reentrâncias
Fonte: Autor

Por fim, é importante verificar se as informações modeladas estão alocadas corretamente na estrutura de dados IFC, apresentada no capítulo 2, para que não ocorra perda de informações no processo de comunicação. A figura 26 demonstra as propriedades IFC da configuração de uma parede externa, onde o tipo de IFC é o *IfcWallStandardCase* devido à classificação deste elemento como “Parede” e a sua referência (Reference) como “exterior” pelo fato da posição ser definida como exterior. O uso da listagem dos elementos através de mapas e planilhas é uma das maneiras de controlar os dados inseridos, possibilitando a verificação ao longo do desenvolvimento do projeto, como por exemplo a figura 27, que lista em uma tabela os elementos construídos no modelo classificados como parede, identificando sua nomenclatura e posição.

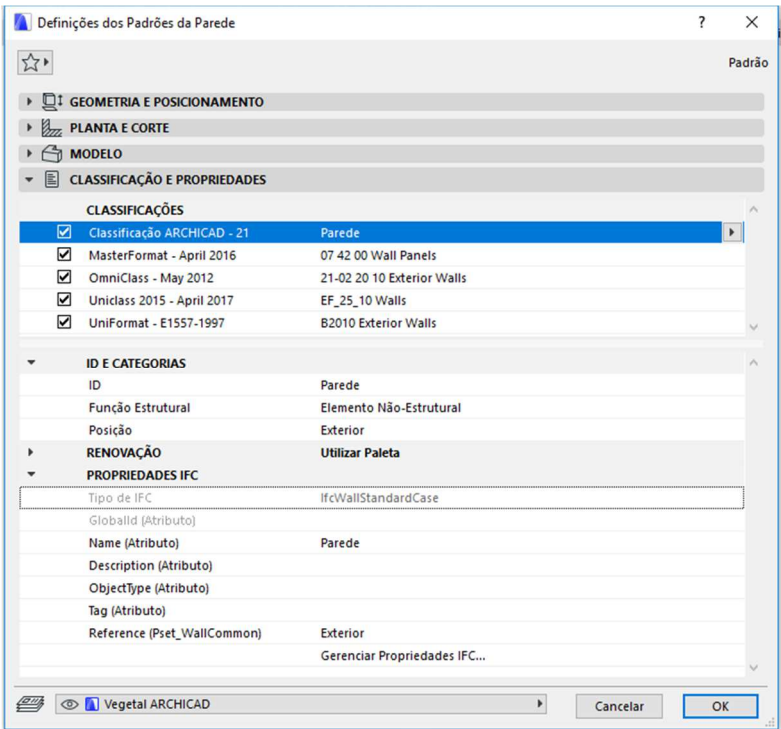


Figura 26 - Janela de configuração de uma parede no ARCHICAD
Fonte: Autor

Posição dos Elementos Classificados como Parede			
Pavimento	Tipo	Name (Atributos)	Posição (Reference)
SUBSOLO			
	Parede	Muro	Exterior
	Parede	Parede	Interior
TÉRREO			
	Parede	Muro	Exterior
	Parede	Parede	Exterior
	Parede	Parede	Interior
1o PAVTO			
	Parede	Parede	Exterior
	Parede	Parede	Interior
2o PAVTO			
	Parede	Parede	Exterior
	Parede	Parede	Interior
3o PAVTO			
	Parede	Parede	Exterior
	Parede	Parede	Interior
COBERTURA			
	Parede	Parede	Exterior
	Parede	Parede	Interior
TELHADO			
	Parede	Platibanda	Exterior

Figura 27 - Mapa de Verificação da Posição das Paredes extraído pelo ARCHICAD
Fonte: Autor

5.2. Criação das Regras para a Verificação do Projeto através da plataforma BIM

Para a automação da verificação do projeto através de regras é necessária uma tradução das normas e leis edilícias em um código para que o software consiga interpretar e assim realizar a verificação. Dentre as dificuldades para a implementação deste sistema, segundo SILVA e ARANTES (2016), está a sistematização das regras, em virtude dos diversos códigos existentes na construção e na interpretação das leis, exigindo o conhecimento e o domínio do assunto.

Dentre as ferramentas computacionais pesquisadas para a sistematização e criação das regras, apresentaram-se os softwares Solibri Model Checker, FORNAX e JOTNE EDModel Checker. Para esta pesquisa utilizou o Solibri Model Checker na Versão 9.7, que segundo NETO (2016) realiza verificações em modelos BIM através de regras e apresenta uma interface simples de comunicação com o usuário. O programa possui também a funcionalidades de gerenciar interferências analisando automaticamente as informações e as agrupando em níveis de importância. Isto é possível pois o mesmo foi concebido em uma arquitetura computacional com o objetivo de descobrir problemas potenciais, conflitos ou violações do código presentes em um modelo de construção (KHEMLANI, 2002).

O software também possibilita a criação de classificações e a construção do banco de regras a serem utilizadas na verificação através da plataforma BIM, como ilustra a figura 28, na qual na primeira coluna estão o conjunto de regras definido no capítulo 3, na segunda coluna as classificações necessárias para a verificação do PLC nº 31/2013 e na terceira e última, regras para a extração de informações do modelo que também serão necessárias na verificação do projeto.

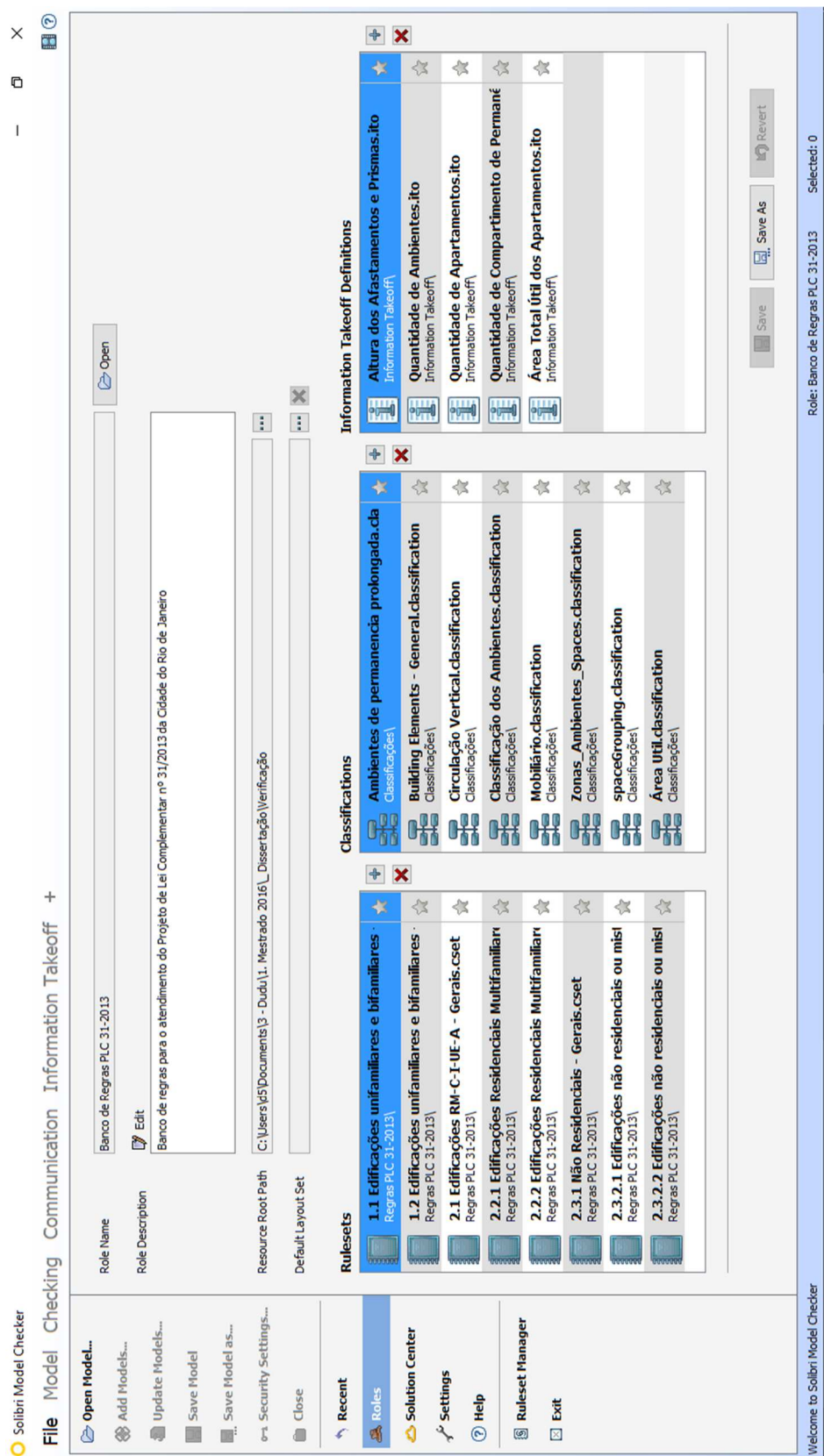


Figura 28 - Organização do Banco de Regras e a Classificação no Solibri 9.7
Fonte: Autor

O primeiro passo para a criação das regras é a criação da classificação estabelecida pelo PLC nº 31/2013, pois é através da classificação que o Solibri 9.7 irá atribuir aos elementos e aos espaços construídos no modelo suas devidas nomenclaturas e funções, como por exemplo “Sala” ou “Área Útil das Unidades” respectivamente, assim como associar os elementos e espaços a uma regra de verificação. Por exemplo, ao classificar um ambiente “Sala” como “Área Útil das Unidades”, o software, na verificação das áreas mínimas dos ambientes, será capaz de analisar se este ambiente possui no mínimo 12,00m² de área, como determina o art. 44 do PLC nº 31/2013.

As classificações tanto dos elementos quanto dos espaços no Solibri 9.7 se dão por regras de classificação, onde é estipulado quais componentes do modelo serão lidos pelo software, a nomenclatura utilizada na classificação e as regras para a classificação automatizada. Por exemplo, os espaços com nome de “Sala” das Áreas Úteis de uma Unidade Residencial deverão ser classificados como Ambiente de Permanência Prolongada. Nesse caso, o elemento a ser lido pelo software é Espaço, a nomenclatura utilizada na classificação é Ambiente de Permanência Prolongada e a regra é: “Ambientes de Área Útil de Unidades com nome Sala são classificados como Ambiente de Permanência Prolongada”

O quadro 14 apresenta as etapas da criação da classificação dos ambientes de acordo com as funções de permanência prolongada ou transitório.

Quadro 14 - Classificação dos ambientes de acordo com a permanência	
Etapa	Definição
Componentes a serem lidos	Space (Espaços)
Nomenclatura da Classificação	Ambiente Transitório Ambiente de Permanência Prolongada
Regra de Classificação automatizada	Ambientes de Área Útil Unidades com nome Sala são classificados como Ambiente de Permanência Prolongada Ambientes de Área Útil Unidades com nome quarto são classificados como Ambiente de Permanência Prolongada Os demais ambientes de Área Útil Unidades são classificados como Ambiente Transitório



Figura 29 - Componentes não classificados automaticamente e possibilidade de classificação manual.
Fonte: Autor

Os componentes (neste caso os espaços) não classificados automaticamente de acordo com as regras criadas são listados na aba “Unclassified Components”,

como ilustra a figura 29, onde o responsável pela verificação do projeto poderá avaliar a necessidade de criação de novas regras de classificação, ou simplesmente a não-classificação dos componentes que não forem passíveis da classificação, como por exemplo um espaço destinado ao refeitório, que não possui classificação de ambiente como transitório ou de permanência prolongada no PLC nº 31/2013. É possível que a classificação ocorra de forma manual, e esta decisão deverá ser sempre do avaliador que opera o software.

É possível que a classificação ocorra de forma manual, e esta decisão deverá ser sempre do avaliador que opera o software.

Como o estudo de caso para aplicação da plataforma BIM para esta pesquisa trata de uma construção de uso exclusivo residencial multifamiliar, foram criadas as classificações somente para este estudo, listadas no quadro 15 e ilustradas na figura 30. No caso da verificação de outras tipologias de projeto, como por exemplo de unidades hoteleiras, será necessária a criação das demais classificações estabelecidas pelo PLC nº 31/2013.

Quadro 15 - Classificações criadas e seus objetivos	
Classificação	Objetivo
Ambientes de Permanência Prolongada	classificar os ambientes das unidades residências em relação a sua permanência, se prolongada ou de transitória
Elementos construídos	classificar os elementos construídos de acordo com seu tipo e localização no projeto, por exemplo: Porta (tipo) externa (localização);
Nomenclatura dos ambientes	Regular os nomes definidos nos ambientes na construção do modelo com a nomenclatura exigida pelo PLC nº 31/2013, como por exemplo: quarto e não dormitório ou sala e não sala de jantar;
Nomenclatura do mobiliário	regular os nomes dos mobiliários inseridos no modelo, como por exemplo vaso e não vaso sanitário
Acesso Vertical	classifica os diferentes tipos de elementos de acesso vertical, como por exemplo: escada interna e escada externa
Zonas / Ambientes / Spaces	tem como objetivo classificar os espaços de acordo com seu uso, por exemplo: Área Útil Comum, Área Externa, Área Útil das Unidades
Space Grouping (Agrupamento de Espaços)	classificar os espaços para o agrupamento das demais áreas, como por exemplo as de uma unidade residencial ou de um pavimento

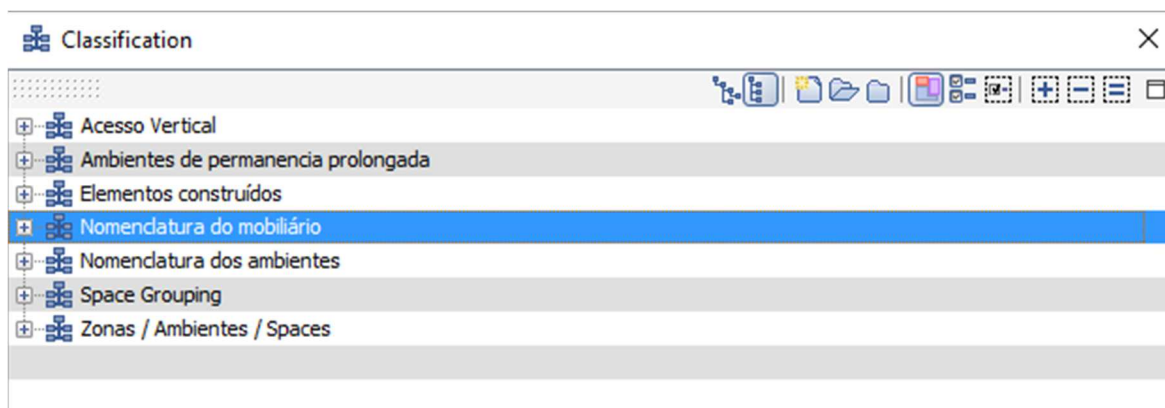


Figura 30 - Classificações Criadas no Solibri 9.7.

Fonte: Autor

Dentre as etapas do processo de verificação automatizada de um projeto, estão a de validação das informações do modelo, com o objetivo de averiguar se o modelo foi construído com as informações necessárias para que o mesmo seja verificado, e a verificação dos requisitos estabelecidos de acordo com a lei ou norma edilícia a ser analisada (SANTOS e SILVOSO, 2017). Portanto, é necessária a criação de regras tanto para a etapa de validação quanto para a de verificação.

Para a criação das regras que serão utilizadas na validação das informações do modelo, é primordial a análise dos requisitos que serão utilizados na verificação do projeto e o levantamento das informações necessárias para que as regras desta etapa sejam criadas. Por exemplo: para verificar o requisito funcional que trata do dimensionamento das unidades residenciais e seus compartimentos, onde os parâmetros estabelecidos são as dimensões e áreas mínimas dos ambientes, a regra de validação deve averiguar se o modelo possui espaços construídos, se estes espaços possuem nomes e estão identificados de acordo com o tipo de área (útil residencial). Já as regras para a verificação do projeto serão preparadas de acordo com os parâmetros definidos pelos requisitos. O quadro 16 mostra a correlação entre os requisitos e seus parâmetros com as etapas de validação do modelo e verificação do projeto na criação de regras.

Quadro 16 - Determinação das regras para validação do modelo e verificação do projeto

Requisito Global	Requisito Específico	Parâmetros			Validação do Modelo	Verificação do Projeto
Edificações Residenciais Multifamiliares / Gerais	Dimensionamento das unidades residenciais e de seus compartimentos	Dimensão Mínima dos Ambientes	Sala	2,50m	Se o modelo possui espaços construídos	Se os espaços construídos classificados de acordo com a nomenclatura e o tipo de área possuem as dimensões mínimas de acordo com os devidos parâmetros
			Quarto	2,50m		
			Cozinha	1,50m		
			Banheiro	0,80m		
		Área Mínima dos Ambientes	Sala	12,00m ²	Se os espaços construídos possuem nomes e se estão identificados de acordo com o tipo de área (útil residencial)	Se os espaços construídos classificados de acordo com a nomenclatura e o tipo de área possuem as áreas mínimas de acordo com os devidos parâmetros
			Quarto	6,00m ²		
			Cozinha	4,00m ²		
			Banheiro	1,50m ²		
			Sala + Cozinha	16,00m ²		

A criação de regras não é um processo simples pois além da necessidade de conhecer a legislação, o domínio da ferramenta tanto para a elaboração e gestão das regras quanto na comunicação e manipulação das informações é primordial no processo de verificação. O Solibri 9.7 possui uma biblioteca de regras já criadas e uma plataforma, conhecida como Ruleset Manager, na qual é possível tanto acessar esta biblioteca quanto configurar as regras existentes de acordo com as necessidades de verificação, como ilustra a figura 31, onde se apresenta a janela com o conjunto de regras existentes, as regras pertencentes ao Banco de Regras, podendo estas serem configuradas, a janela de informação da regra selecionada e os parâmetros pertencentes a este tipo de regra, que neste caso especificamente é para a verificação das informações de uma escada.

Assim como a regra de verificação de escada, ilustrada na figura 31, as demais regras existentes no Solibri 9.7 foram desenvolvidas com o objetivo de atender a uma verificação específica, como por exemplo a regra “#132 Space Área”, criada especificamente para a verificação das áreas de um espaço construído no modelo, como mostra a figura 32, onde são regulados primeiramente a classificação a ser utilizada nesta verificação, o nome do espaço e a área mínima que este deverá possuir.

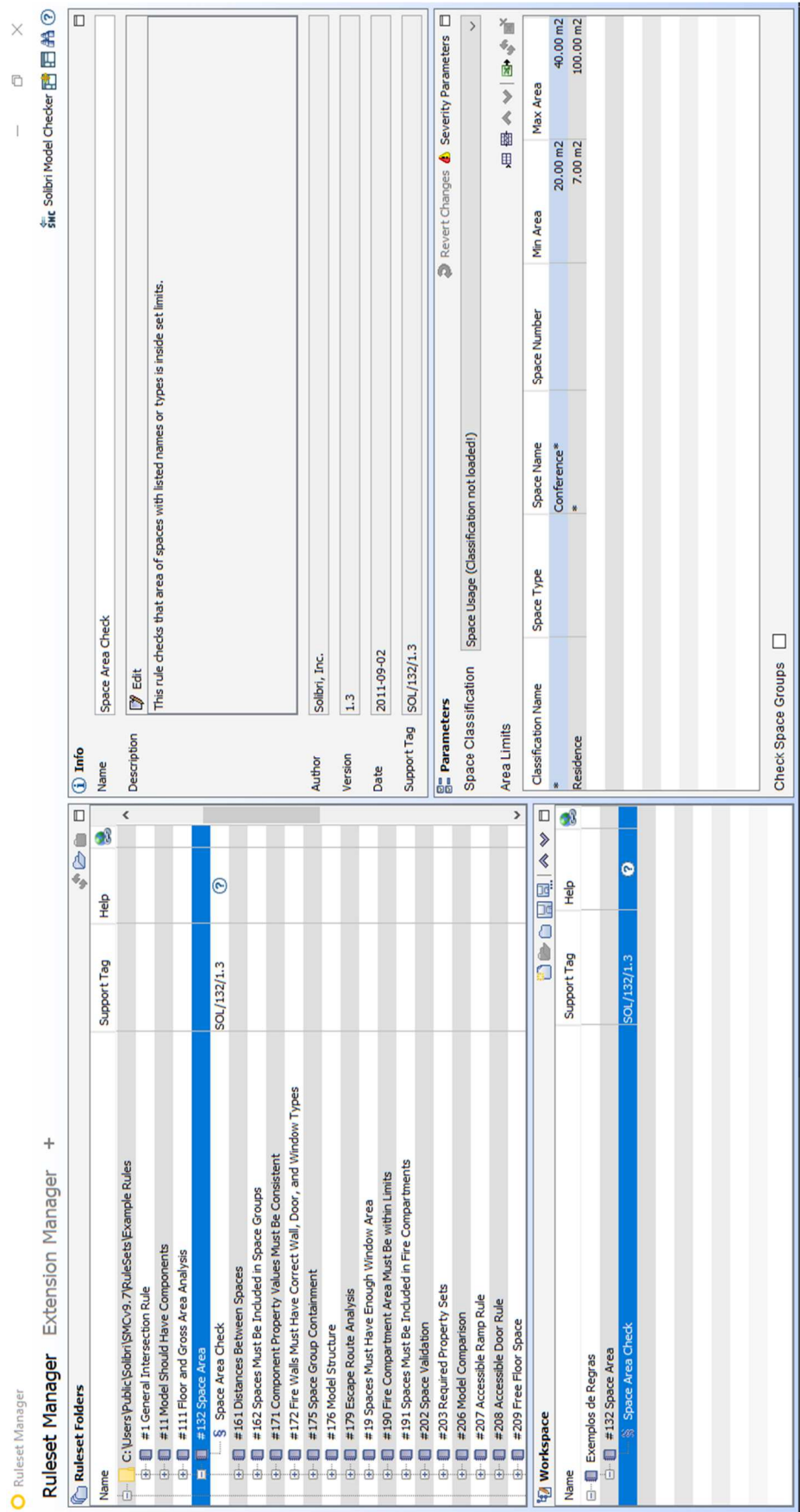


Figura 32 - Regras para a verificação das áreas de um espaço construído no modelo
Fonte: autor

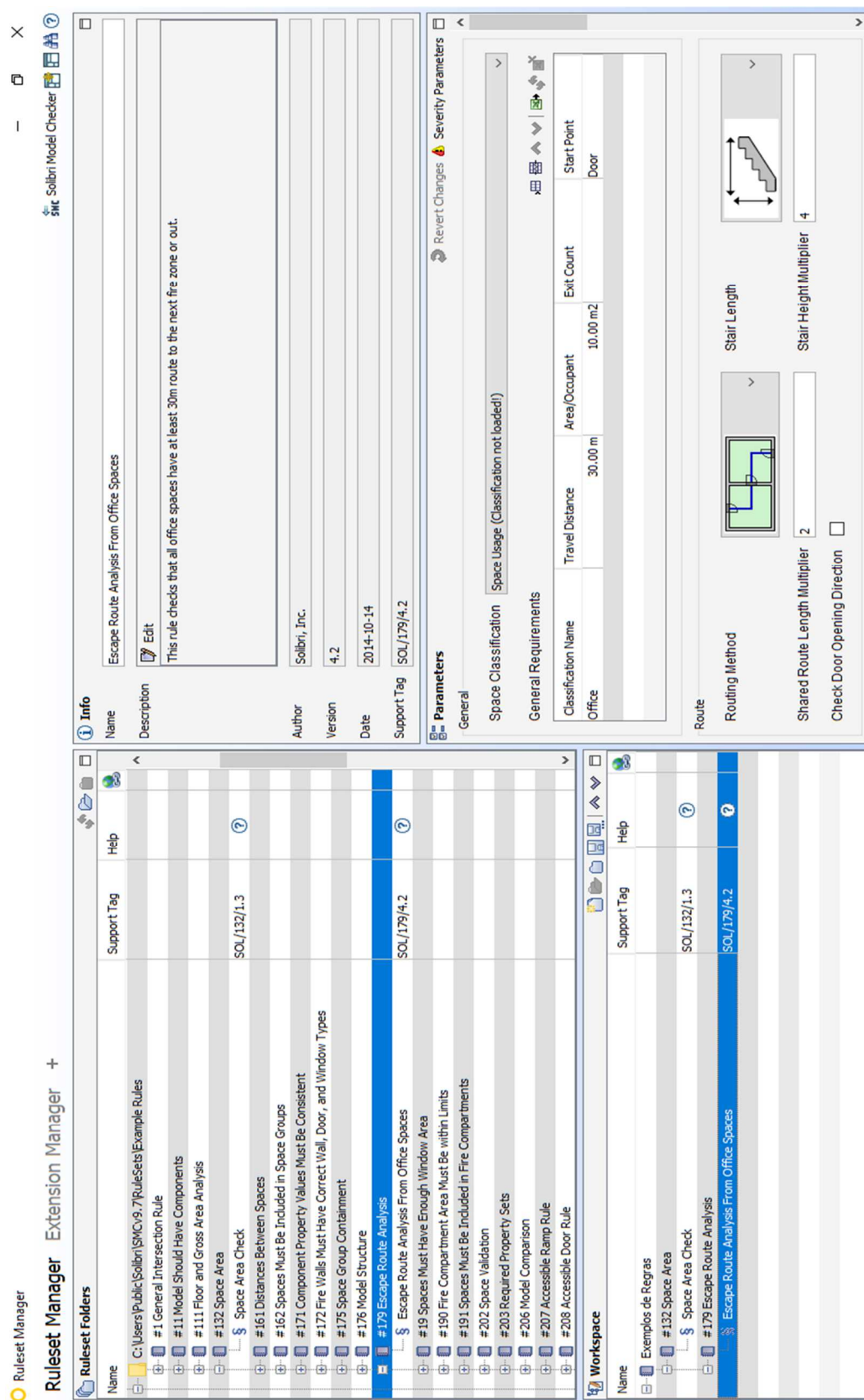


Figura 33 - Regras para a verificação de rota de fuga
Fonte: autor

É possível que regras existentes criadas para um devido fim sejam aplicadas a outros, como por exemplo utilizar a regra “#207 Accessible Ramp Rule”, desenvolvida para verificar inclinação de rampas, na verificação do caimento ou declividade dos pisos de estacionamentos cobertos, para o atendimento do art. 124 item II, fazendo com que os elementos a serem lidos pelo software sejam os classificados como "piso" e a classificação de sua nomenclatura seja "piso de estacionamento" ao invés dos elementos classificados como "rampa".

Em relação aos requisitos estabelecidos pelo PLC nº 31/2013 que possuem parâmetros variáveis como por exemplo os do art.15, onde os afastamentos laterais e de fundos das edificações, quando utilizados para ventilar ou iluminar compartimentos, deverão ser equivalentes a no mínimo 1/5 da altura da edificação, não podendo ser inferiores a 2,50 metros, o software mostrou-se limitado na criação de regras para este tipo de requisito, pois o mesmo não possui, nas regras existentes, uma semântica computacional que regula automaticamente o parâmetro de verificação de acordo com uma situação. Neste caso, é necessário regular o parâmetro de verificação de acordo com a altura da edificação apresentada no modelo, tendo a restrição de que o valor não pode ser menor que 2,50 metros. É necessária então a intervenção humana para regular manualmente os parâmetros para que a verificação ocorra de maneira assertiva.

Assim como no caso apresentado, nos casos semelhantes é preciso extrair informações do modelo construído para que o responsável pela análise do projeto regule, de maneira manual, os valores dos parâmetros mínimos exigidos para o atendimento do requisito ao longo do processo de verificação. Para isso é necessária a criação de regras para a extração de informações. A figura 34 ilustra a extração de informações dos afastamentos criados no modelo, com seus devidos níveis de base e topo e suas referidas alturas.

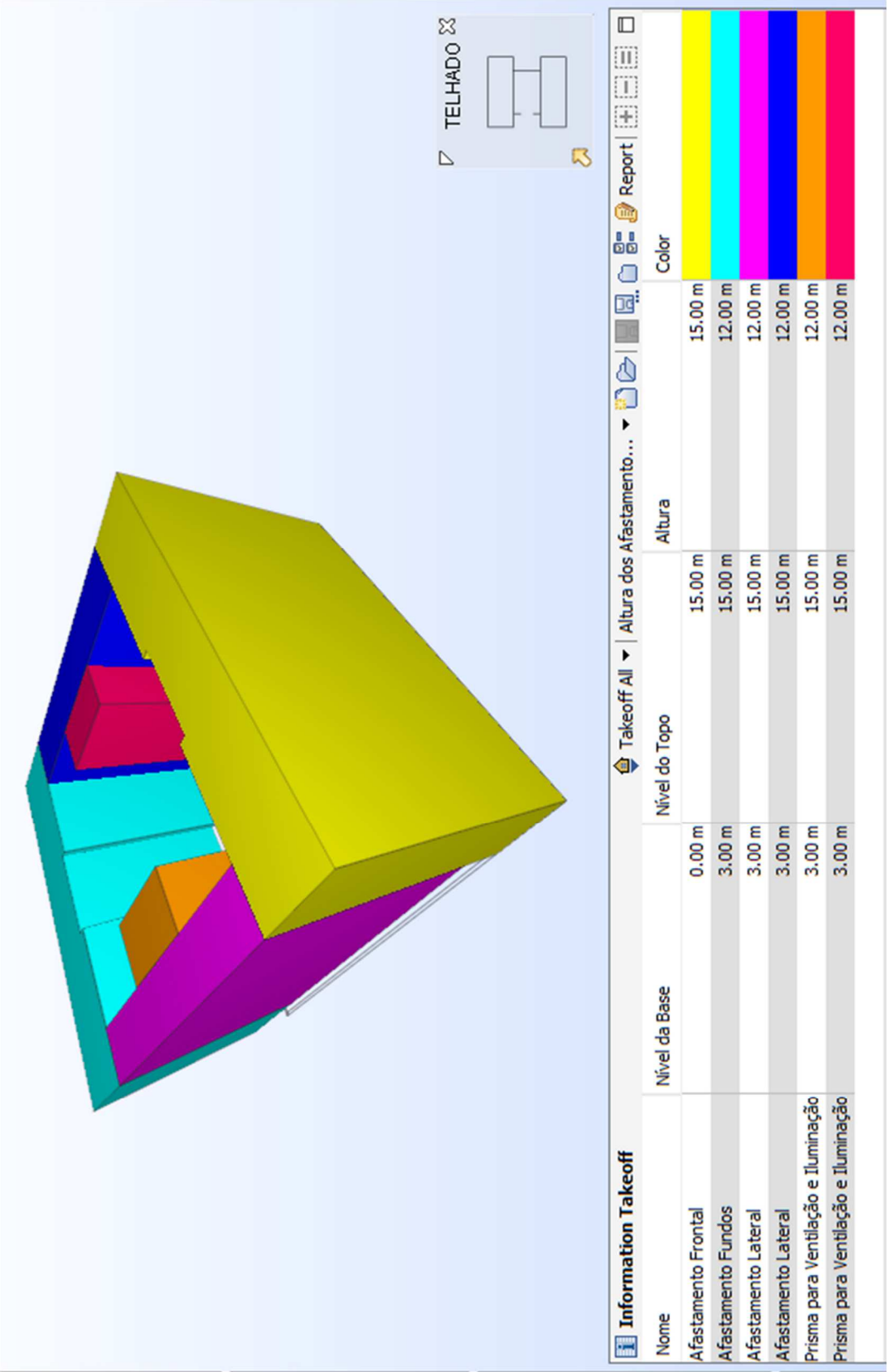


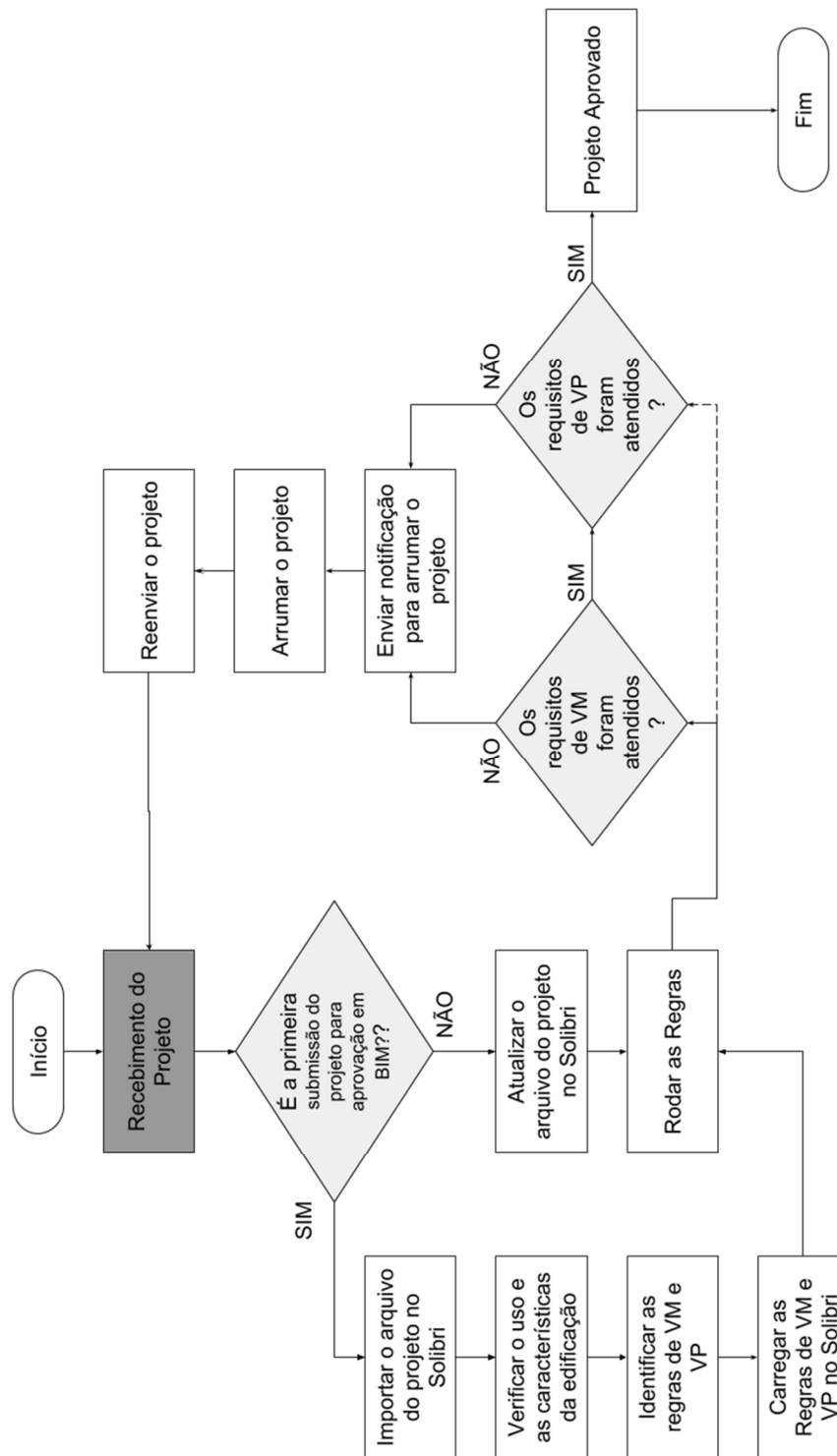
Figura 34 - Extração de informações dos afastamentos criados no modelo
Fonte: autor

Nos momentos em que no processo de verificação do projeto a análise precise acontecer mais de uma vez, é importante utilizar na validação do modelo a regra “#206 Model Comparison” que compara o modelo já verificado com o modelo atualizado, apontando se ocorreram alterações nas alturas dos espaços construídos destinados ao afastamento, por exemplo, e alertando para a necessidade de investigar se é preciso corrigir ou não os valores dos parâmetros já estabelecidos.

5.3. Verificação de Regras através da plataforma BIM

Para SILVA e ARANTES (2016), a aplicação das regras de verificação, após sua parametrização, transcorre de modo rápido, sendo produzidos relatórios onde é possível identificar principalmente os requisitos que não foram atendidos diretamente no modelo. Mas para que o processo de verificação aconteça de forma correta é importante não apenas a aplicação das regras, mas também a definição de um fluxo de trabalho, que segundo SANTOS e SILVOSO (2017) possui as seguintes etapas para aprovação dos requisitos estabelecidos: RECEBIMENTO DO PROJETO (RP), VALIDAÇÃO DO MODELO (VM) e VERIFICAÇÃO DO PROJETO (VP).

O fluxograma 7, apresenta como serão desenvolvidas as etapas para a verificação do PLC nº 31/2013, onde na primeira etapa, de RP, será analisado se é a primeira submissão do projeto para aprovação na plataforma BIM. Caso seja, será necessário importar o arquivo do projeto no software. Caso contrário, este simplesmente será atualizado. Esta etapa é importante pois todas as vezes que um projeto for submetido à análise pela plataforma BIM, será necessário identificar e importar as regras de verificação, e realizar a análise das inconsistências como se esta nunca tivesse ocorrido. Já ao atualizar o projeto, é possível comparar o modelo analisado anteriormente com o que está sendo atualizado, além de acessar todas as anotações feitas por quem o analisou, proporcionando maior rapidez no processo de verificação.



Fluxograma 7 – Fluxo de Aprovação de Projeto utilizando a plataforma BIM
Fonte: Autor

Após importar o modelo - utilizando a extensão de arquivo IFC - é preciso identificar o uso - no caso desta pesquisa, edificação residencial multifamiliar com até 5 pavimentos - e carregar as regras que estão postas no banco de regras. É necessário clicar em “check”, indicado na figura 35, para que as regras tanto de VM quanto de VP sejam executadas, fazendo com que o Solibri 9.7 compare as informações estabelecidas pelos requisitos que geraram as regras com as informações existentes no modelo carregado.

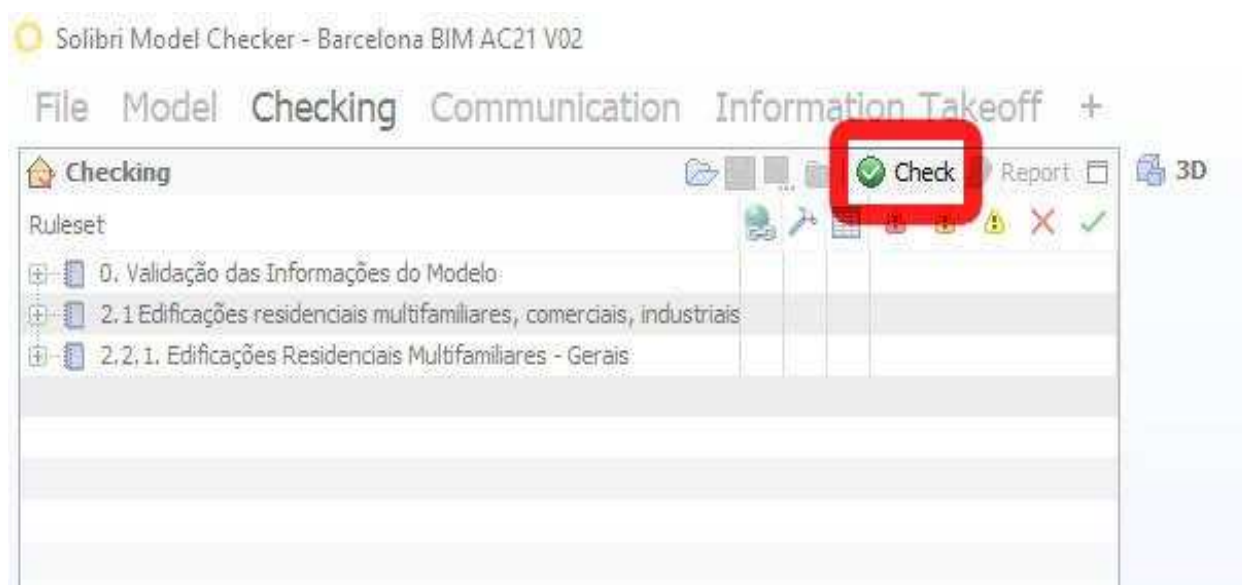


Figura 35 - Iniciar validação do modelo e verificação do projeto
Fonte: autor

Como o Solibri 9.7 executa as regras de verificação de uma única vez, definiu-se que após estabelecidas as regras a serem utilizadas de acordo com o uso e características da edificação e estas carregadas no software através do Banco de Regras, será na etapa RP que acontecerá o procedimento de executar as regras, deixando para as demais etapas somente o processo de análise das mesmas pelo profissional responsável. Nesse caso, a etapa de VP somente irá acontecer se os requisitos estabelecidos na VM forem atendidos, mesmo que já se tenha resultados parciais identificados nesta etapa.

Os resultados da execução das regras, tanto de VM quanto de VP são apresentados ao lado de cada uma, como mostra a figura 36, onde as regras que estão em conformidade com os requisitos estabelecidos são identificadas com “OK”,

como por exemplo a regra de VM, na qual é verificado se existem ambientes (espaços) construídos no modelo e se estes ambientes possuem tipo e nome. Já as regras que não estão de acordo são apontadas e classificadas como item "crítico", "moderado", "baixo" e "rejeitado", como por exemplo a regra que tem como objetivo verificar se os ambientes possuem identificação, que apresenta itens críticos e moderados na verificação em relação às informações contidas no projeto.

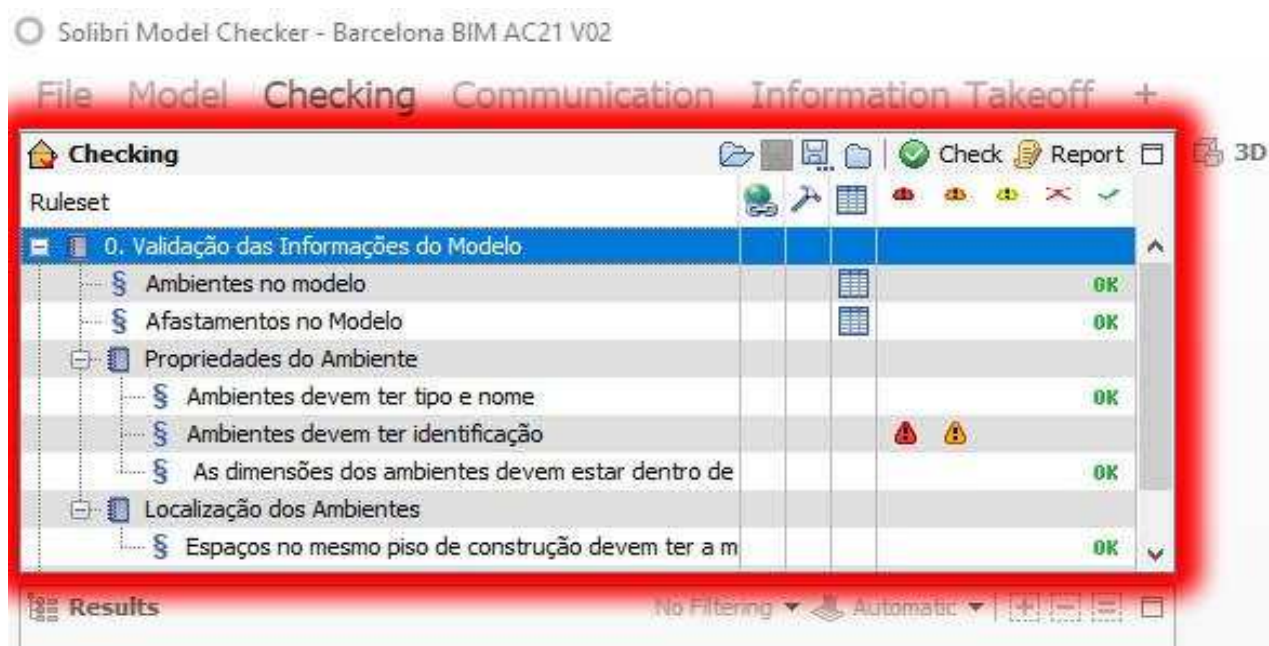


Figura 36 - Resultados após rodar as regras

Fonte: autor

Em alguns momentos, os resultados apresentados na verificação apontam questões a serem consideradas por quem faz a avaliação além das estabelecidas nas regras, como ilustra a figura 37, que mostra que na etapa de VP, ao verificar a quantidade de vagas de estacionamento, levantou-se que existiam outros espaços no modelo além dos definidos no agrupamento de espaços para vagas de estacionamento, como por exemplo espaço para a faixa de circulação dos veículos. Identificou-se também que existiam outros agrupamentos de espaços em que não havia áreas de vagas para estacionamento, como por exemplo o agrupamento do pavimento térreo, além de espaços criados que não estavam vinculados a um agrupamento, como os espaços destinados aos afastamentos laterais e frontal. Este tipo de resultado faz com que o agente, ao analisar o projeto, verifique se o modelo foi construído de maneira coerente, apontando por exemplo, se um ambiente (espaço)

de um apartamento nomeado como "vaga de estacionamento" não está sendo contabilizado na quantidade de vagas. Caso os resultados apresentados estejam em conformidade com a legislação em análise, o agente poderá definir manualmente que esta regra está aprovada. Neste caso, o Solibri 9.7 irá identificar estas regras com um "tick" ao invés de um "OK", como ilustra a figura 38.

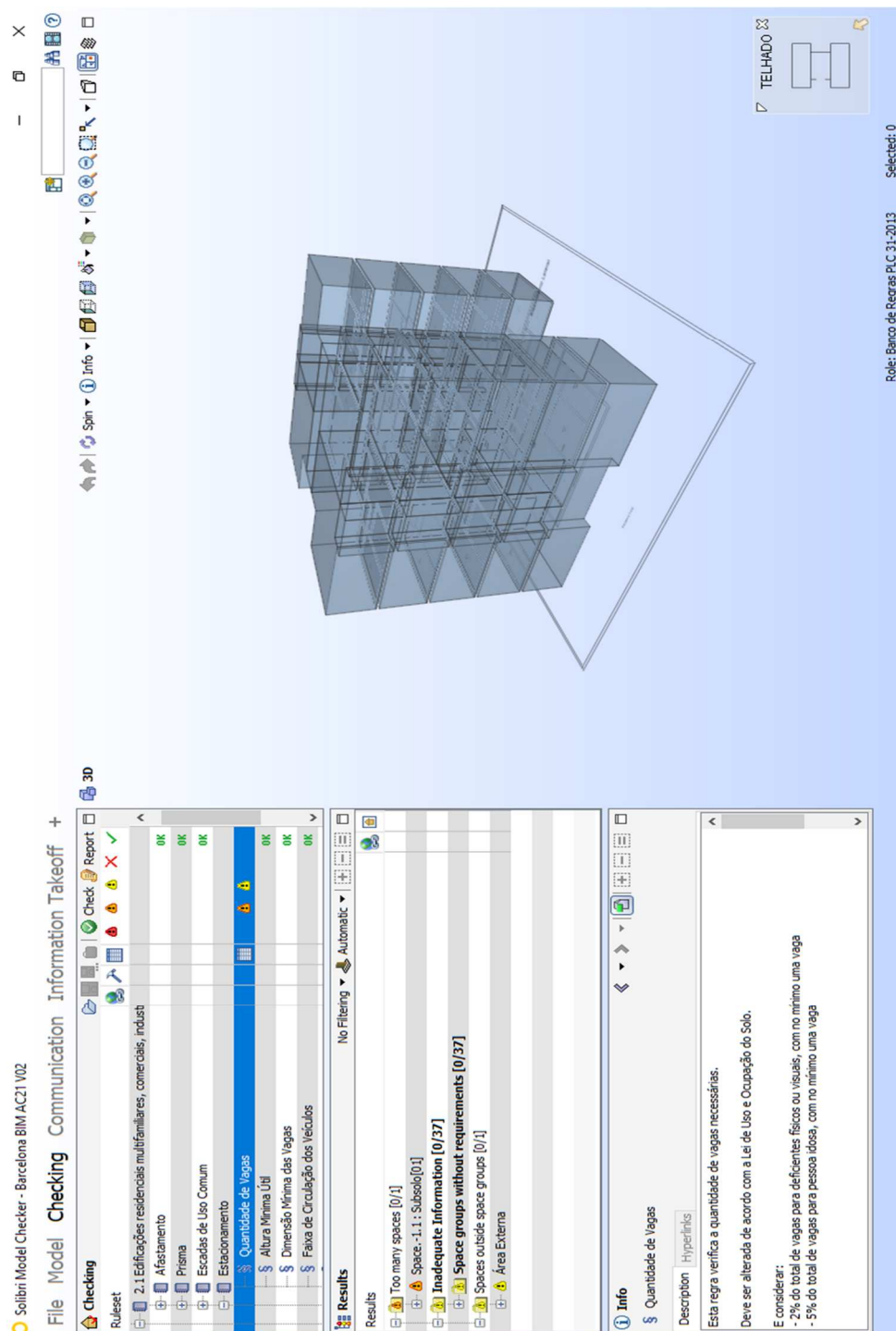


Figura 37 - Resultados apresentados na verificação

Fonte: autor

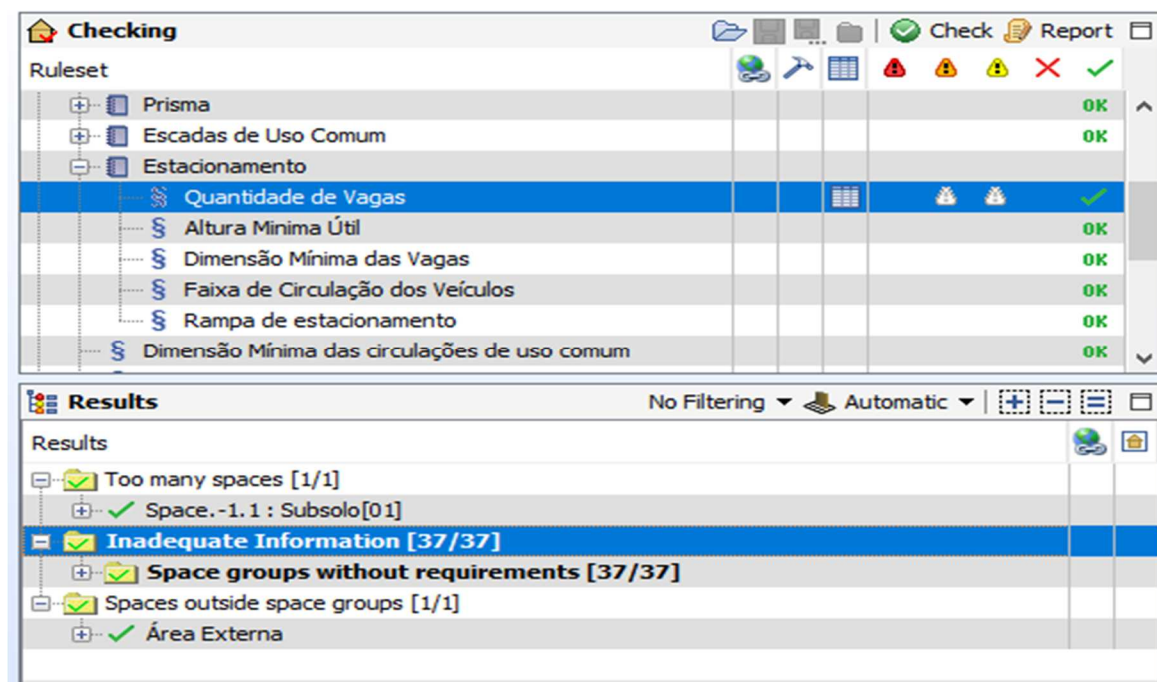


Figura 38 - Resultados em conformidade definidos manualmente
Fonte: autor

Ao longo do processo de análise e verificação do projeto são envolvidos diversos agentes, entre eles, alguns desenvolvem o projeto e outros o analisam. Estes agentes utilizam softwares específicos desenvolvidos para atender as demandas relacionadas às suas especialidades, e, durante o processo existe a necessidade de criação de relatórios apontando as inconsistências sinalizadas pelo software de verificação e estas devem ser lidas nos softwares de criação do projeto. Por isso, é fundamental a adoção de uma extensão de comunicação entre os agentes para a troca de informações relacionadas aos apontamentos. Segundo OLIVEIRA (2017), o uso de arquivos com extensão BCF (BIM Collaboration Format) permite o registro não somente dos problemas encontrados como dos comentários e a identificação da autoria da análise. Além disso, o BCF, por proporcionar uma comunicação rastreável, através de um método ordenado, possibilita a identificação dos problemas em coordenadas 3D (MANZIONE, 2013b) no modelo desenvolvido pelo projetista.

Ao se defrontar com uma inconformidade na verificação do projeto, como por exemplo áreas de janelas que não atendem ao mínimo para iluminação e ventilação de acordo com o PLC nº 31/2013 ilustrada na figura 39, o analista poderá fazer suas anotações referentes a esta inconformidade, como ilustra a figura 40, e exportar o

relatório com a extensão **“.BCF”**. Esse então poderá ser importado pelo projetista que, ao clicar na descrição, será direcionado ao problema apontado, como mostra a figura 41, tendo assim clareza no que foi diagnosticado pelo analista no processo de verificação do projeto.

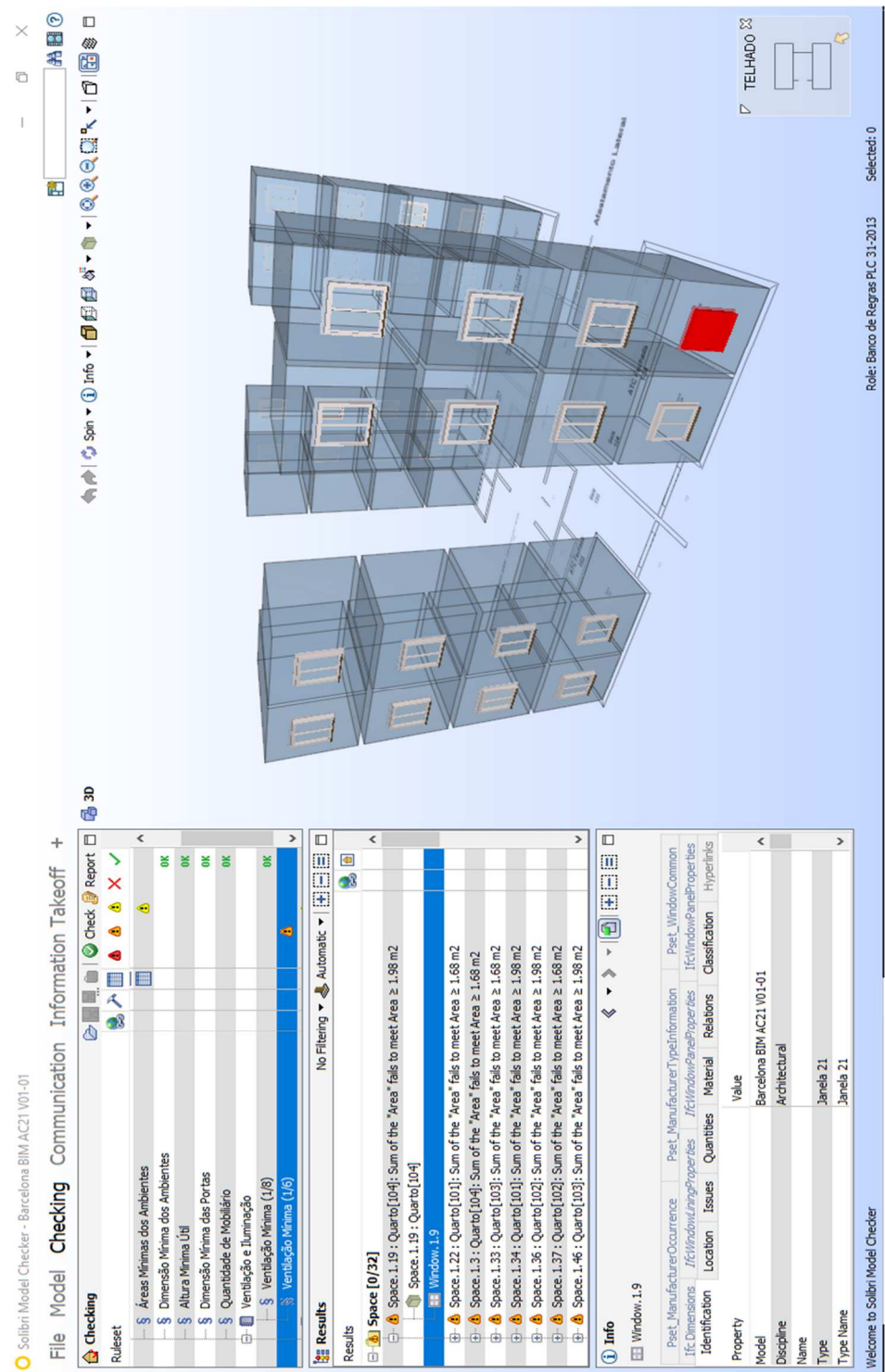


Figura 39 - Resultados em inconformidade na verificação do projeto
Fonte: autor

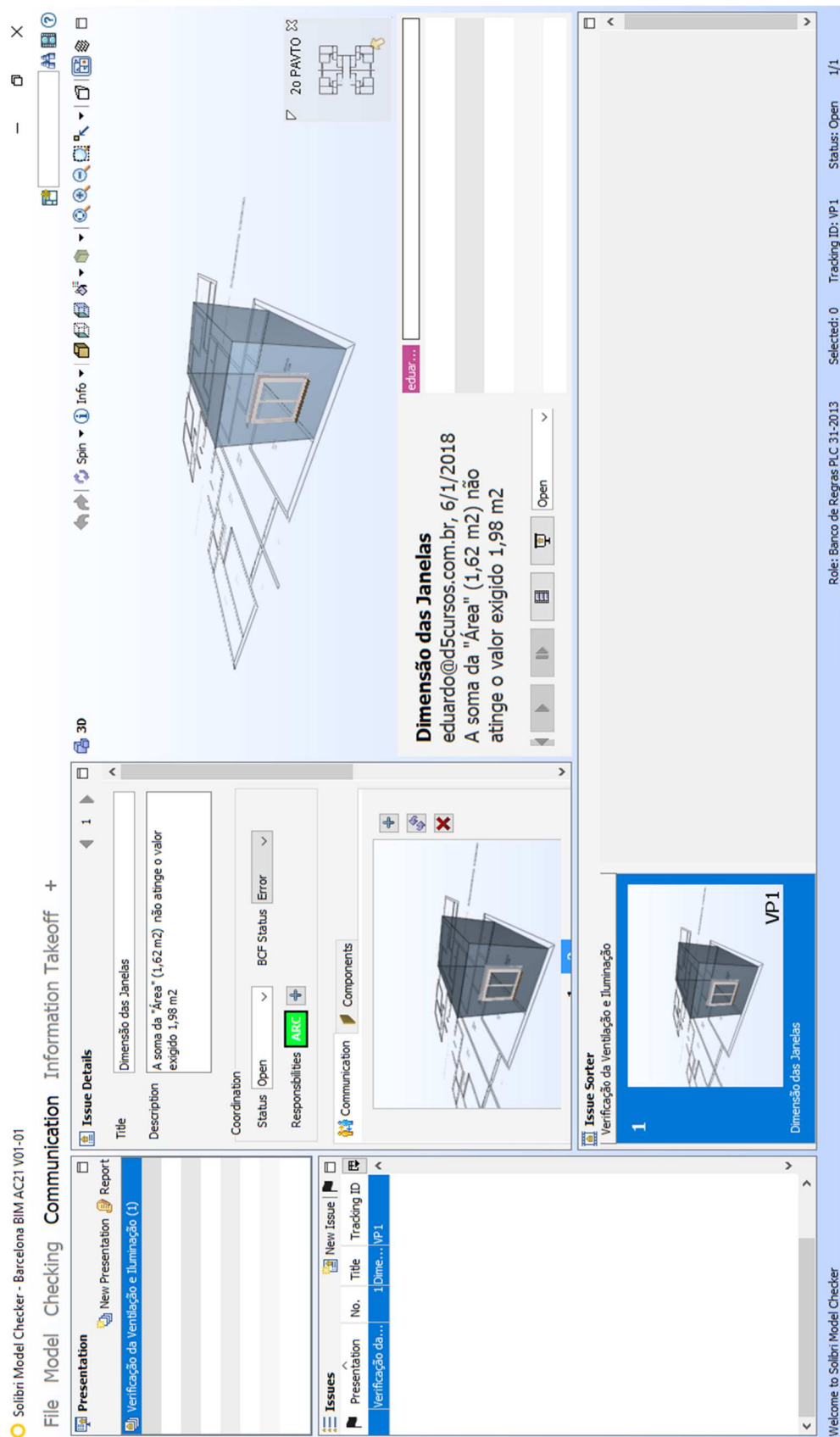


Figura 40 - Anotações das inconformidades feita pelo analista.
Fonte: autor

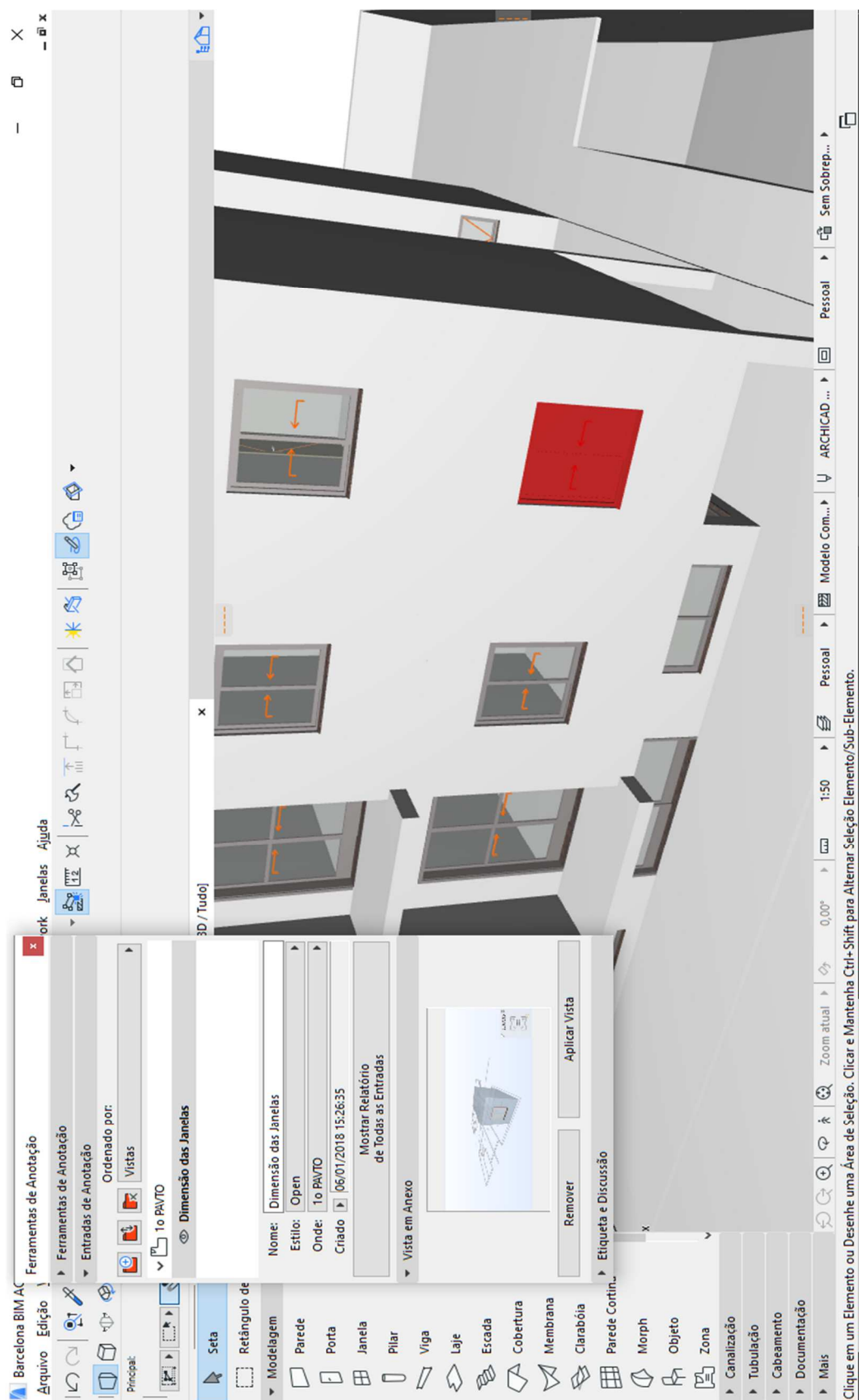


Figura 41 - Importação das anotações pelo projetista

Fonte: autor

Além de ser lido no próprio arquivo em que foi criado o projeto e no arquivo em que foi gerado, o BCF pode ser aberto por leitores específicos e gratuitos como o BCFier for Windows, onde além de acessar as informações da análise, como mostra a figura 42, é possível adicionar novos comentários tanto pelo analista quando por quem desenvolve ou coordena o projeto caso seja necessário.

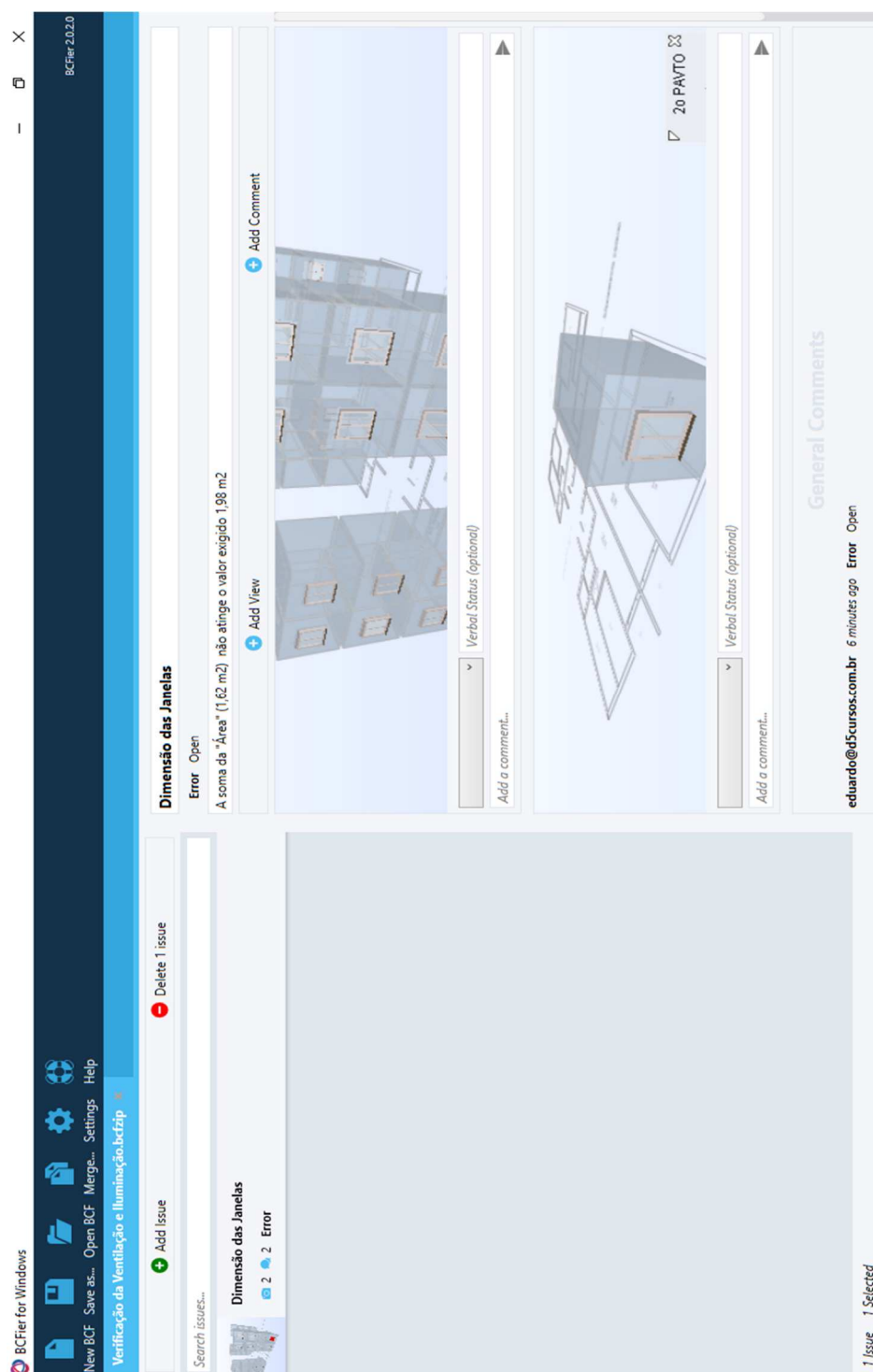


Figura 42 - Anotações visualizadas no BCFier
Fonte: autor

5.4. Considerações

A partir dos estudos feitos neste capítulo, é possível verificar que o Solibri 9.7 mostrou-se uma poderosa ferramenta no processo de verificação do projeto, mas para que esta ocorra de maneira correta não basta somente “apertar um botão”, é necessária a atuação de um profissional responsável para conduzir o processo. Este profissional deverá possuir competências para executar o fluxo de aprovação, que passam pelas questões ligadas ao software de verificação, como a criação e edição de regras e classificações; fazer o processo de interoperabilidade entre os softwares, tanto para a troca de informações quanto para a comunicação; e deverá ter também o conhecimento da legislação que será analisada.

O conhecimento da legislação não é somente competência necessária para quem analisa o projeto, mas também para quem o desenvolve, pois, o mesmo deverá saber quais informações deverão constar no modelo e como este será construído para a verificação. É responsabilidade de quem projeta checar se as informações estão modeladas corretamente e se estas estão alocadas dentro da estrutura do IFC, para que não ocorra perda de informação na troca de modelos entre os softwares.

Foi constatado que a classificação precisa dos elementos e espaços no modelo é fundamental para que o programa consiga relacionar os elementos com as regras criadas, fazendo com que o software identifique estes nas regras a serem verificadas. Para isso é necessário que o profissional que desenvolve o modelo siga as nomenclaturas e demais critérios de definição dos elementos, de forma que a classificação automática realizada pelo software de verificação ocorra corretamente. Isto posto, é essencial que o responsável pela verificação do projeto revise as classificações existentes, verificando principalmente os elementos que não foram classificados após a leitura do modelo pelo software, criando assim apontamentos para correção do modelo ou, caso julgue necessário, a criação de novas regras de verificação ou a classificação de forma manual.

Como parte da norma técnica ABNT NBR 15.965 não foi publicada até a presente pesquisa (fevereiro de 2018), será necessário no futuro validar sua aplicabilidade em relação ao PLC nº 31/2013 e às demais leis e normas edículas necessárias para aprovação do projeto perante os órgãos públicos.

Dentre os requisitos estabelecidos pelo PLC nº 31/2013, foi possível criar as regras necessárias para a verificação do uso estabelecido, edificação residencial multifamiliar com até 5 pavimentos. Os requisitos que estabeleciam parâmetros com relacionamento, por exemplo, o requisito específico de recreação cujo parâmetro de isolamento de área determina que não deverá possuir qualquer comunicação com compartimentos para depósito de lixo e para medidores de qualquer natureza, não puderam ser testados, pois o projeto escolhido para a verificação não possui características para tal, sendo necessária a verificação de um projeto com estas características para a validação da criação das regras.

Dentre as regras criadas, a limitação na verificação do projeto ocorreu quando os requisitos necessitavam de uma adequação automática nos parâmetros como apresentados no item 4.3 deste capítulo, carecendo de uma intervenção pessoal para os ajustes, reforçando a necessidade de um profissional responsável pela avaliação e aprovação do projeto

A pesquisa detectou também a necessidade de estabelecer um fluxo para comunicação entre os agentes envolvidos no processo de verificação de projeto (projetista e analista) onde a base de interoperabilidade passa a ser o BCF e não mais o relatório convencional em papel.

Por fim, constatou-se que a partir de uma modelagem da informação desenvolvida de forma correta alinhada com a criação das regras para uma verificação utilizando a plataforma BIM, o processo de aprovação de projetos se torna infinitamente mais rápido se comparado ao processo encontrado hoje nas prefeituras, assim como na cidade do Rio de Janeiro, que utiliza o desenho vetorial e a análise de forma manual.

Considerações Finais

O atual processo de licenciamento de projetos na cidade do Rio de Janeiro é complexo devido ao grande número de decretos, leis e normas espalhadas por diversos órgãos e concessionárias, que muitas vezes não estão harmonizados, ocasionando um desentendimento principalmente na interpretação destas. Esta desarmonia dificulta o processo de adoção da plataforma BIM na fase de aprovação de projetos, podendo ser um dos principais entraves ao seu sucesso.

A utilização da plataforma BIM para a verificação do projeto através de regras automatizadas não se aplica somente ao órgãos licenciadores e a concessionárias que exigem a aprovação do projeto, mas também ao profissional responsável pelo desenvolvimento do projeto, pois através da plataforma BIM é possível controlar e verificar as diversas legislações ao longo do processo de projeto e não somente na fase de aprovação como, por exemplo, verificar os afastamentos em uma fase de estudo preliminar. Considerando-se o exposto acima, a plataforma BIM torna-se um instrumento de auxílio nas tomadas de decisões ao longo de todo o processo de desenvolvimento de projeto.

Entre os objetivos desta pesquisa, está a identificação do atual processo de licenciamento de projetos na cidade do Rio de Janeiro, atendido no capítulo 1, onde constatou-se os aspectos que tornam o licenciamento do empreendimento demorado e penoso, tais como: a complexidade das leis, a grande diversidade de órgãos licenciadores

A pesquisa também teve o objetivo de verificar, e apresentar o potencial da plataforma BIM no processo de licenciamento de projetos arquitetônicos. Conforme discutido no capítulo 2, para que seja possível a implementação da verificação de projeto pela plataforma BIM em um órgão licenciador, em uma concessionária ou em um escritório de projetos, é necessário que os envolvidos no processo de verificação possuam a capacitação para trabalhar em um fluxo BIM, que se inicia pelo domínio das ferramentas (ARCHICAD, Revit, Solibri, entre outras), pela colaboração em modelos e pela integração baseada em rede.

Finalmente, o trabalho apresentado teve como meta discutir os desafios e possibilidades na adoção da plataforma BIM no licenciamento de projetos. Verificou-

se que, um ponto crucial para a adoção da verificação através de regras em um processo BIM é a classificação dos elementos, sendo necessária a compatibilização da classificação estabelecida pelo PLC nº 31/2013 não somente com as demais classificações definidas pelas outras legislações e normas edilícias, mas também com a ABNT NBR 15.965, pois assim que esta última for aprovada em sua totalidade passará a ser referência de classificação da informação da construção. Esta compatibilização se torna essencial para o alinhamento das legislações tanto no fluxo de desenvolvimento do projeto quanto na sua análise, e, a ausência desta compatibilização se torna um ponto dificultador e possível ocasionador de insucesso na adoção da plataforma BIM na verificação de projetos.

Dentre os principais fatores para o sucesso na adoção da plataforma BIM no desenvolvimento do projeto e principalmente para a aprovação do mesmo, está a modelagem da informação, sendo fundamental não somente a modelagem da geometria de construção com seus componentes e suas relações, mas também a modelagem de dados, que, para a verificação do PLC nº 31/2013 deverão ser com o nível de desenvolvimento mínimo classificado como ND 300. A interoperabilidade das informações também é um dos fatores, e por isso faz-se necessário o conhecimento e o domínio das ferramentas e de como estas armazenam as informações para assim classificá-las e aloca-las corretamente, com as características e propriedades identificadas, tanto para facilitar o tratamento e processamento futuro, quanto para que a troca de informação entre os softwares aconteça sem a perda de dados.

Verificou-se a limitação do software utilizado em relação a algumas regras levantadas no capítulo 4, o que impede que a verificação seja 100% automatizada, necessitando assim, um profissional para analisar e regular os parâmetros manualmente. Apesar desta limitação encontrada, a análise através da plataforma BIM não é inviabilizada.

Nesta dissertação constatou-se a necessidade de adequar o processo aprovação de projeto ao método estudado, pois além de verificar se o projeto - representado por um modelo tridimensional paramétrico - atende a legislação e normas edilícias, é preciso averiguar se existem informações mínimas no modelo BIM para que o projeto seja analisado pelo software de verificação dos parâmetros,

caracterizando assim uma etapa de validação do modelo no processo de licenciamento.

A adoção da plataforma BIM exige uma mudança na metodologia de trabalho no âmbito do desenvolvimento de projetos. Esta mudança vem acompanhada de tecnologias de informação e comunicação, nas quais são adotados softwares que trabalham a lógica da modelagem paramétrica que permitem realizar, em um modelo BIM, verificações através de regras definidas por requisitos estabelecidos em legislações e normas edilícias, abandonando na fase de análise do projeto tanto desenhos vetoriais bidimensionais, que muitas vezes são impressos, quanto relatórios escritos conhecidos como memoriais (descritivo, de cálculo, entre outros).

É imprescindível também que os profissionais trabalhem no aperfeiçoamento da maturidade na plataforma, que está associada diretamente à automação e à integração de processos e dados. Outra condição para a implementação da verificação de projeto pela plataforma BIM é o pleno conhecimento de todos os requisitos necessários estipulados pelas legislações e normas edilícias para a criação das regras e confecção dos modelos BIM.

Vale ressaltar que o estudo desenvolvido sobre a aplicação da plataforma BIM no processo de licenciamento onde utilizou o PLC nº 31/2013, ainda não aprovado, pode ser replicado e adotado em legislações vigentes, como a do corpo de bombeiro, vigilância sanitária, entre outras. Pois foram apresentadas possibilidades de como classificar os requisitos para aprovação, criar o banco de regras, além do fluxo de verificação de projetos utilizando a plataforma BIM.

Entre os assuntos que podem ser abordados na continuidade da pesquisa desenvolvida nesta dissertação citam-se:

- Avaliação da plataforma BIM no processo de legalização de projeto e sua inserção no cotidiano dos escritórios de arquitetura,
- Alterações a serem realizadas no processo de projeto, em especial na fase de aprovação de projetos, para o uso da verificação através de regras;
- Avaliação da qualificação necessária aos profissionais envolvidos no desenvolvimento de projetos para a geração de modelos visando à verificação automatizada;

- Analise da aplicabilidade de verificação de parâmetros de outras legislações e normas definidas por órgãos e concessionárias licenciadoras.
- Analisar através da plataforma BIM a qualidade das edificações produzidas com base na legislação vigente

É válido lembrar que esta dissertação foi redigida dentro de um contexto de legislação brasileira, especificamente da cidade do Rio de Janeiro, ainda não aprovada, e que os softwares utilizados para a modelagem e verificação do projeto estão na versão atualizada até o presente momento, portanto, mostra um panorama da situação até o início de 2018. Como as questões levantadas nesta dissertação tendem a evoluir, é essencial que trabalhos futuros sejam desenvolvidos em torno do mesmo tema.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.531 - Elaboração de projetos de edificações - Atividades Técnicas**. 1995.

ADDOR, Miriam Roux A. Addor; CASTANHO, Miriam Dardes de Almeida Castanho; CAMBIAGHI, Henrique; DELATORRE, Joyce Paula Martin Delatorre; NARDELLI, Eduardo Sampaio; OLIVEIRA, André Lompreta de Oliveira. **COLOCANDO O "I" NO BIM**. usjt - arq.urb - número 4. 2010 - Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf> acesso em: 12 fev 2017.

ASBEA, Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **GUIA ASBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM - FASCÍCULO 1**. GTBIM - Grupo Técnico em BIM, 2013. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>>, acesso em 22 jun 2016

AZHAR, Salman; KHALFAN, Malik; MAQSOOD, Tayyab. **BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): NOW AND BEYOND**. Construction Economics and Building, v. 12, n. 4, p. 15-28, 2012.

BACK, Nelson; OGLIARI, André. **DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO: ENGENHARIA SIMULTÂNEA**, Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Setembro De 2000. Florianópolis, SC. 2000

BARBOSA, Ana Cláudia Monteiro. **A METODOLOGIA BIM 4D E BIM 5D APLICADA A UM CASO PRÁTICO CONSTRUÇÃO DE UMA ETAR NA ARGÉLIA**. Dissertação de mestrado. Instituto Superior de Engenharia do Porto. 2014. Disponível em: <<http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/5571>>, Acesso em: 20/02/2018

BERNARDES, Airtón Tuschinski. **A LEGISLAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA IMPLICAÇÃO NA PRÁTICA DA PERSONALIZAÇÃO**, PUC-Rio, 2017 disponível em: <<http://docplayer.com.br/12280063-4-a-legislacao-da-construcao-e-sua-implicacao-na-pratica-da-personalizacao.html>>, acesso em 17 fev 2017, [2017]

BIM-CHILE. **PRESIDENTA ANUNCIA USO OFICIAL DE BIM EN CHILE**. 2015. Disponível em: <<http://bim-chile.com/presidenta-anuncia-uso-oficial-bim-chile/>> acesso em: 1 mai 2017

BISIO, Larissa Rolim de Assunção. **PROPOSTA DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE PRAZO DO PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA ATENDENDO ÀS PARTICULARIDADES DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**. 2011. Tese de Doutorado.

BOOZ & COMPANY, **O CUSTO DA BUROCRACIA NO IMÓVEL**, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sites/default/files/O%20Custo%20da%20Burocracia%20no%20Im%C3%B3vel_1.pdf> acesso em 07 jan 2017.

BRAGA, Ascensão. **A GESTÃO DA INFORMAÇÃO**. Millenium On-Line. Revista do ISPV, Portugal, n. 19, 2000.

BUENO, Cristiane; FABRICIO, Márcio Minto. **APLICAÇÃO DA MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) PARA A REALIZAÇÃO DE ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DE EDIFÍCIOS**. Revista do programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da FAUUSP. v. 23, n. 40 .2016.

BUILDINGSMART. **BCF INTRO**. BuildingSMART – International home of openBIM. Specifications. 2018. Disponível em: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>, Acesso em: 03 abr 2018

CAIADO, Valéria Nunes Santos. **A CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ARQUITETURA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DO PROJETO**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/PROARQ, 2004.

CARVALHO, C. E. B.; OKUMURA, M. L. M.; JUNIOR, O. C.. **A ENGENHARIA SIMULTÂNEA APLICADA AO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ESPECIAIS**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a15 de outubro de 2010. 2010

CAMPOS, Bruna Pacheco de. **ANÁLISE DE PROJETOS AUTOMATIZADA**, BIM - 2º Seminário Regional Sul, Florianópolis, 2016, disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/seminario-bim/726--80/file>>, acesso em 09 abr 2017

CATELANI, Wilton Silva; SANTOS, Eduardo Toledo. **NORMAS BRASILEIRAS SOBRE BIM**. Revista Concreto & Construções. Ibracon. ISSN: 1809-7197. Ano XLIV, out-dez 2016

CHARETTE, Robert P.; MARSHALL. Harold E.. **UNIFORMAT II ELEMENTAL CLASSIFICATION FOR BUILDING SPECIFICATIONS, COST ESTIMATING, AND COST ANALYSIS**. National Institute of Standards and Technology – US Department of commerce, 1999. Disponível em: <<https://arc-solutions.org/wp-content/uploads/2012/03/Charette-Marshall-1999-UNIFORMAT-II-Elemental-Classification....pdf>>, acesso em 12 jan 2018

COSTIN, Eron. **BIM: VANTAGENS E CARACTERÍSTICAS**. ArchDaily Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/01-49221/bim-vantagens-e-caracteristicas-eron-costin>, acesso em: 01 abr 2017

CSI/CSC, The Construction Specifications Institute and Construction Specifications Canada. **MASTERFORMAT NUMBERS & TITLES**. 2016. Disponível em: <<https://www.edmca.com/media/35207/masterformat-2016.pdf>>, Acesso em: 21 nov 2017.

DE MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista. **BREVE HISTÓRICO DE IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, 2011.

DELANY, Sarah. **CLASSIFICATION**. NBS BIM Toolkit. Disponível em: <<https://toolkit.thenbs.com/articles/classification#classificationtables>>, Acesso em: 21 nov 2017.

EASTMAN, Charles. **THE USE OF COMPUTERS INSTEAD OF DRAWINGS IN BUILDING DESIGN**. Journal of the American Institute of Architects, v. 3, p. 46-50, 1975.

EASTMAN, Chuck et al. **MANUAL DE BIM: UM GUIA DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO PARA ARQUITETOS, ENGENHEIROS, GERENTES, CONSTRUTORES E INCORPORADORES**. Bookman Editora, 2014.

ETCHALUS J. M.; XAVIER A. A. de P.; SCANDELARI L. **ASPECTOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM PEQUENAS EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 01 (1,2,3,4): 1-778. 2006. Disponível em: <<http://www.pb.utfpr.edu.br/eventocientifico/revista/artigos/0607002.pdf>>, acesso em 16 jan 2018

FABRICIO, Márcio M., MELHADO Silvio B.; **DESAFIOS PARA INTEGRAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**, WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios. disponível em: <http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/DESAFIOS_PARA_INTEGRACAO_DO_PROCESSO_DE_PROJETO.pdf> acesso em 10 fev 2017, 2001.

FABRICIO, Márcio Minto; **PROJETO SIMULTÂNEO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**, Tese Doutorado, São Paulo, 2002. 350p.

FABRICIO, M.; MELHADO, S.; BAÍA, J. **A BRIEF REFLECTION ON THE IMPROVEMENT OF THE DESIGN PROCESS EFFICIENCY IN BRAZILIAN BUILDING PROJECTS**. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 7, 1999a, Berkeley. Proceedings. Berkeley: University of Califórnia, 1999.

FONTENELLE, Eduardo; MELHADO, Silvio B. **PROPOSTA PARA SISTEMATIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES E DECISÕES NAS ETAPAS INICIAIS DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIOS**. VIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Salvador, p. 666-673, 2000.

GCCG, Government Construction Client Group. **A REPORT FOR THE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) WORKING PARTY STRATEGY PAPER**. 2011. Disponível em: <<http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>>, acesso em 8 abr 2017

GT-BIM-SC, Grupo de trabalho BIM do Governo de Santa Catarina. **CADERNOS DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS EM BIM**. 2014. Disponível em: <<http://gt-bim-sc.blogspot.com.br/2015/08/caderno-de-apresentacao-de-projetos-bim.html>>, acesso em 13 abr 2017

GUSMÃO, A. O. de M.; ALMEIDA B. T. de; BARBOSA A. P. ; SANTANA C. L. M. L. **GESTÃO DA INFORMAÇÃO NO CONTEXTO EMPRESARIAL**. XXV CBBD – Bibliotecas, Informação, Usuários. Abordagens de Transformação para a

Biblioteconomia de Ciências da Informação. 7 a 10 de junho de 2013. Florianópolis – SC. 2013

JUNIOR, Mário Lúcio P.; BARACHO, Renata M. A.; ALMEIDA, Mauricio B. **ONTOLOGIA NO SUPORTE A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM): UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A INTERRELAÇÃO ENTRE AS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS**. XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB). Bahia. 2016.

IAB, Instituto dos Arquitetos do Brasil. **ROTEIRO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ARQUITETURA DA EDIFICAÇÃO**, 2011 disponível em: <<http://www.iabrij.org.br/wp-content/uploads/2008/06/roteiro-arquitetonico.pdf>>, acesso em 08 fev 2017 às 14h40

ISO, International Organization for Standardization, **ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries**, 2013, disponível em: <<https://www.iso.org/standard/51622.html>>, acesso em 09 abr 2017

KHEMLANI, Lachmi. Solibri model checker. CADENCE-AUSTIN-, p. 32-34, 2002. disponível em: <http://www.it.civil.aau.dk/it/education/reports/solibri_cadence_12_2002.pdf>, acesso em 09 abr 2017

LIN, Eve S.; ROITHMAYR, Robert; CHIU, S. K. **A REVIEW OF BIM MATURITY FOR TENSILE MEMBRANE ARCHITECTURE**. In: IASS 2015: Future Vision. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2015. 2015.

MANZIONE, Leonardo. **SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DO EDIFÍCIO**. Agosto 2013a. Disponível em: <www.coordenar.com.br/sistemas-de-classificacao-da-informacao-do-edificio>, Acesso em: 20 nov 2017

MANZIONE, Leonardo. **FLUXO DE TRABALHO PARA A COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM**. 2013b. Disponível em: <<http://www.coordenar.com.br/conheca-o-bcf-o-formato-para-a-colaboracao-em-bim/>> Acesso em: 04 jan 2018

MANZIONE, Leonardo. **CINGAPURA APROVA PROJETOS EM APENAS 26 DIAS**. 2013c. Disponível em: <<http://www4.coordenar.com.br/cingapura-aprova-projetos-em-26-dias/>> Acesso em: 04 jan 2018

MANZIONE, Leonardo. **O IFC É MUITO MAIS QUE UM SIMPLES FORMATO DE ARQUIVO**. 2016. Disponível em: <<http://www.coordenar.com.br/o-ifc-e-muito-mais-que-um-simples-formato-de-arquivo/>> Acesso em: 04 jan 2018

MCPARTLAND, Richard. **WHAT IS UNICLASS 2015?**. NBS. 2017. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015>>, Acesso em: 21 nov 2017.

MDIC, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviço. **DECRETO CRIA COMITÊ ESTRATÉGICO PARA A DISSEMINAÇÃO DO BIM NO BRASIL**. 2017a. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/2543-decreto-cria-comite-estrategico-para-a-disseminacao-do-bim-no-brasil>>, acesso em 14 jan 2018.

MDIC, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviço. **BUILDING INFORMATION MODELLING - BIM**. 2017b. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>, acesso em 14 jan 2018.

MELHADO, Silvio Burrattino. **GESTÃO, COOPERAÇÃO E INTEGRAÇÃO PARA UM NOVO MODELO VOLTADO À QUALIDADE DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. São Paulo, 2001. 235p. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

MIRON, Luciana IG. **PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DOS REQUISITOS DO CLIENTE EM EMPREENDIMENTOS DA CONSTRUÇÃO**. 2002. 2002. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NASCIMENTO, Luiz Antonio do; SANTOS, Eduardo Toledo. **A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NA ERA DA INFORMAÇÃO**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.69-91, jan./mar. 2003

NBIMS-US, United States National Building Information Modeling Standard. **BUILDINGSMART ALLIANCE RELEASES NBIMS-US™ VERSION 3**. 2015. Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/buildingSMART-alliance-Releases-NBIMS-US-Version-3>> acesso em: 1 mai 2017

NETO, Antonio Ivo de Barros Mainardi. **VERIFICAÇÃO DE REGRAS PARA APROVAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA EM BIM PARA ESTAÇÕES DE METRÔ**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 2016

NUNES, Leiva. **DA CLASSIFICAÇÃO DAS CIÊNCIAS À CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO: UMA ANÁLISE DO ACESSO AO CONHECIMENTO**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2007

PAIXÃO, Luciana. **O PEQUENO GRANDE GUIA DE APROVAÇÃO DE PROJETOS DE PREFEITURA**, Probooks, 114p., 2016

PCRJ, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, **CÓDIGO DE OBRAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**, 2007, Décima-terceira edição, Editora Auriverde, 134p

PCRJ, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, **LEGISLAÇÃO BAIRRO A BAIRRO**, 2017, disponível em: <<http://mapas.rio.rj.gov.br/>> acesso em 10 fev 2017

PEREIRA, Ricardo Miguel Salgueiro. **SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO. SÍNTESE COMPARADA DE MÉTODOS**. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, Dissertação de Mestrado. 149 pag. Setembro. 2013.

PEREIRA, Ana Paula Carvalho; AMORIM, Arivaldo Leão de. **A IMPLANTAÇÃO DE BIM: USOS, ATIVIDADES E PROCESSOS NA FASE INICIAL DA PROJETAÇÃO**. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11, November, 2016 - Buenos Aires, Argentina. 2016

PMBOOK, Project Management Institute. **UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS**. Quinta Edição. ISBN: 978-1-62825-007-7. 2013

PRETTI, Soraya Mattos. **ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM CONSTRUTORAS-INCORPORADORAS: UMA ANÁLISE DE MATURIDADE**. Universidade Federal Do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado. 244 f. Vitória/ES. 2013

ROCHA, Mauro Antônio. **CONHEÇA OS PROCEDIMENTOS DE APROVAÇÃO DE PROJETOS DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL**, 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/155/aprovacao-de-projetos-habitacionais-pela-cef-312908-1.aspx>> acesso em 19 fev 2017

SANTOS, Eduardo; DUARTE, Técia; SALGADO, Mônica. **GESTÃO DE EQUIPES NO PROCESSO DE LEGALIZAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

SANTOS, Eduardo Ribeiro; SILVOSO, Marcos Martinez. **A UTILIZAÇÃO DO BIM NA VERIFICAÇÃO DA NBR 15575 EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**. 17a Conferência Internacional Lares, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.lares.org.br/lares2017/anais/LARES_2017_Paper_49.pdf>, Acesso em: 28 nov 2017

SANTOS, A. D. P. L., WITICOVSKI, L. C., GARCIA, L. E. M., SCHEER, S. **A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 1, n. 2, p. 24-42, 2010.

SEIL, Secretaria de Infraestrutura e Logística. **PLANO DE FOMENTO AO BIM E A PADRONIZAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE PROJETOS NO GOVERNO DO PARANÁ**. Departamento de Gestão de Projetos e Obras - DGPO, Seminário Building Information Modeling, Brasília, 2017

SILVA, Flávio; ARANTES, Eduardo. **PROPOSTA DE VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DOS REQUISITOS DE PROJETOS PELO USO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE BIM APLICADOS A NORMA DE DESEMPENHO**. XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção. São Paulo, 21 a 23 de setembro de 2016

SILVA, Julio Cesar Bastos; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO PARA A TECNOLOGIA BIM - UMA ABORDAGEM TEÓRICA**. V TIC - Salvador, Bahia, Brasil, 4 e 5 de agosto de 2011.

SILVA, Rafael Fernandes Teixeira. **BIM NO GOVERNO DO ESTADO DE SC E ESTUDOS DE CASO DO LABIM-SC**. BIM - 2º Seminário Regional Sul, Florianópolis, 2016, disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/seminario-bim/731--85/file>>, acesso em 09 abr 2017

SMU, Secretaria Municipal de Urbanismo. **REGULAMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS - PLANO DIRETOR**, 2013. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4224295/DLFE->

272113.pdf/ApresentacaoRegulamentosPlanoDiretorAbril2013.pdf> acesso em 19 fev 2017

SMU, Secretaria Municipal de Urbanismo. **LICENÇA DE OBRA**. 2009. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/licenciamento>>, acesso em: 18 fev 2017

SOUZA, Carolina Pereira Rosa de. **GESTÃO DOS PROCESSOS DE PROJETO EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO E ELABORAÇÃO DE MODELO DE GESTÃO**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil. Escola de Engenharia da UFMG. 2013

SUCCAR, Bilal. **THE FIVE COMPONENTS OF BIM PERFORMANCE MEASUREMENT**. In: CIB World Congress. 2010. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31438749/The_Five_Components_of_BIM_Performance_Measurement.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1491675327&Signature=7u5HxPSkDO9syqbz0XF88ACadf4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DThe_Five_Components_of_BIM_Performance_M.pdf> acesso em: 08 abr 2017

SUCCAR, B., SALEEB, N., SHER, W.. **MODEL USES: FOUNDATIONS FOR A MODULAR REQUIREMENTS CLARIFICATION LANGUAGE**, Australasian Universities Building Education (AUBEA2016), Cairns, Australia, July 6-8, 2016

VAZ, Gabriell. **NOVO CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DO RIO DE JANEIRO ESTÁ DISPONÍVEL PARA CONSULTA PÚBLICA**. Portal PINIweb, 2017. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/normas-legislacao/novo-codigo-de-obras-e-edificacoes-do-rio-de-janeiro-382345-1.aspx>>, acesso em 15 nov 2017.

VITAL, Luciane Paula; FLORIANI, Vivian Mengarda; VARVAKIS, Gregório. **GERENCIAMENTO DO FLUXO DE INFORMAÇÃO COMO SUPORTE AO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: REVISÃO**. Informação & Informação, v. 15, n. 1, p. 85-103, 2010.