



---

## IMPLEMENTAÇÃO DE VERIFICAÇÃO AUTOMATIZADA DE REGRAS EM PROJETOS AEROPORTUÁRIOS NA SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (SAC)

Ítalo Santos<sup>1</sup>, Max Andrade<sup>1</sup>, Gustavo Barbosa<sup>1</sup>, Viviane Falcão<sup>1</sup>, Nakita Souza<sup>1</sup>, Adriana Rolim<sup>2</sup>, Mariana Guimarães<sup>2</sup>, Emerson Melo<sup>2</sup>, Flávio Souza<sup>1</sup>, Renata Batista<sup>1</sup>

1. Universidade Federal de Pernambuco

2. Secretaria Nacional de Aviação Civil

\* Corresponding author e-mail address: italo.guedes@ufpe.br

---

PAPER ID: SIT1241183

### ABSTRACT

Airport Projects (APs) are inherently complex, given a series of regulatory and design requirements that must be addressed during the project development phase. Since the publication of the Airport Project Manual in 2021, the National Secretariat of Civil Aviation (SAC), has established six objectives associated with the use of Building Information Modeling (BIM). These include: i) Expanding the information base of airport projects; ii) Visualizing the project solution to facilitate interpretation and communication within the project; iii) Increasing the accuracy of construction budgets; iv) Ensuring coordination between project disciplines; v) Developing more realistic construction planning; and vi) Improving the quality of compliance with regulatory design requirements. This work presents partial results related to the Decentralized Execution Term (TED) signed between SAC and the Federal University of Pernambuco (UFPE). This term aims to improve the audit process of airport projects (PA) within the SAC's General Coordination of Airport Projects (CGPA) team by creating an automated verification process for the airports' Building Information Models (BIM). By identifying 138 priority requirements identified through interviews with CGPA/SAC analysts, this work presents 1 rule created in the Solibri Model Checker (SMC) software to automatically verify the BIM model of Regional Airport A, submitted for the PA acceptance process by the CGPA/SAC team. The partial results demonstrate the potential of the proposed flow of parametric rule creation to significantly benefit the PA audit process by promoting greater standardization, reducing analysis time and increasing the efficiency of the CGPA/SAC team compared to the current process of normative validation and quality verification of BIM models.

**Keywords:** Airport, BIM, Code Checking, Evaluation, SAC.

## IMPLEMENTAÇÃO DE VERIFICAÇÃO AUTOMATIZADA DE REGRAS EM PROJETOS AEROPORTUÁRIOS NA SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (SAC)

### 1 INTRODUÇÃO

Atender aos critérios e diretrizes específicas, sejam elas funcionais, operacionais, espaciais ou regulatórias, torna o desenvolvimento de projetos aeroportuários uma tarefa complexa, tanto técnica quanto normativa. Os Terminais de Passageiros (TPS), por exemplo, além de serem locais para embarque e desembarque, eles têm um papel multifuncional, adaptando-se a várias escalas e tecnologias, além de lidarem com diferentes fluxos (Andrade, 2007; Santos I.G., 2022). Para que esses projetos sejam construídos, é fundamental que haja uma comunicação constante entre as diversas disciplinas de projeto e os órgãos reguladores, como a Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) e os projetistas. No dia a dia, essa interação pode ser lenta, já que os procedimentos de verificação e aprovação muitas vezes dependentes de métodos manuais e subjetivos de análise, o que pode prejudicar a eficiência, a rastreabilidade e a padronização dos pareceres técnicos (Santos, I.G.; Andrade, M.L.V.X, 2025).

Diante desse panorama, a Modelagem da Informação da Construção (BIM) se mostra como uma estratégia inteligente para reformular a maneira como os projetos aeroportuários são criados, avaliados e auditados. O BIM possibilita a integração e a organização de dados em modelos tridimensionais paramétricos, oferecendo um controle muito maior sobre as variáveis do projeto e uma interpretação normativa mais precisa (Sacks *et al.*, 2018; Succar, 2015). Em 2021, a SAC oficializou o uso do BIM como prioridade para projetos aeroportuários no Brasil, apontando, entre outros objetivos, a melhoria na progressão entre disciplinas e a automação na verificação normativa com o uso de modelagem digital (SAC, 2021). Nesse contexto, a Verificação e Validação de Normas, ou Code Checking & Validation (Verificação e Validação de Norma - CC), é um uso BIM que pode auxiliar na avaliação da qualidade dos projetos aeroportuários. Esse uso consiste num processo de inspeção de Modelos BIM visando a identificação de conformidades de acordo com especificações pré-definidas ou normas de projeto, desempenho, segurança, etc. Essa inspeção ocorre dentro de softwares específicos, como o Solibri Office (da Nemetschek), que atua em modelos BIM exportados no esquema de dados aberto, não proprietário, que é o Industry Foundation Classes (IFC), permitindo uma avaliação automática em relação aos critérios técnicos e legais (Solihin; Eastman, 2015). Embora já esteja em uso em países como Noruega, Cingapura e Austrália, o uso do Code Checking and Validation (CC) está começando a ser explorada no Brasil como forma de acelerar o ciclo de aprovação e fortalecer a confiança nas análises (Benning *et al.*, 2010; Santos, I.G., Andrade, M.L.V.X, 2025).

De acordo com Santos Í.G. (2022), um dos elementos chave do uso do CC é a criação de um Quadro de Análise de Regras (QA), que é um instrumento proposto pelo autor supracitado para organizar, de maneira lógica e parametrizada, a relação entre requisitos normativos e sua conversão em linguagem computacional. O QA sistematiza as condições que precisam ser testadas, as restrições envolvidas e os critérios de limitação dos elementos modelados, permitindo o mapeamento e a rastreabilidade dos resultados de verificação (Santos Í.G., 2022). Com isso, não só a transparência e a replicabilidade das análises aumentam, mas também se consegue alimentar os modelos com dados de conformidade, apoiando uma cultura de projeto que prioriza requisitos e a qualidade regulatória.

Este artigo apresenta resultados parciais do Termo de Execução Descentralizada (TED) celebrado entre a Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2023, cujo objetivo é implementar uma estrutura de verificação automatizada de requisitos técnicos em modelos BIM de projetos aeroportuários. O foco do artigo é apresentar o método proposto pelo TED para a adoção do CC no processo de aceitação de projetos aeroportuários na estrutura do Coordenação-Geral de Projetos Aeroportuários (CGPA) do

Departamento de Investimentos (DINV) da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), que é o setor responsável por aceitar os projetos aeroportuários contratados por prefeituras e governos de estado e financiados por este órgão. O método proposto se inicia com a identificação dos requisitos usados na estruturação dos projetos aeroportuários passíveis de uso do CC e finaliza com a criação e uso de regras para a checagem de modelos BIM apresentados pelos projetistas. Neste artigo é apresentado o uso deste método na criação e testagem de uma regra. Os resultados, ainda que experimentais, mostram que esse processo ajuda a otimizar os processos de aceitação de projetos apoiados no uso do CC, aumentando a eficiência operacional da equipe técnica do SAC.

## 2 MÉTODO

A proposta apresentada neste artigo se estrutura na criação de um método de auxílio ao processo de aceitação de projetos aeroportuários realizados pela equipe de analistas da Coordenação Geral de Projetos Aeroportuários (CGPA) do Departamento de Investimentos (DINV) da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC). A proposta visa introduzir o uso BIM do Code Checking & Validation (CC) para inspecionar se os Modelos BIM apresentados à CGPA/SAC, como requisito de documento a ser entregue durante o processo de aceitação de projetos aeroportuários, estão em conformidades com as especificações técnicas estabelecidos, e seus objetos atendem aos requisitos de orçamento e planejamento de obras.

Durante o processo de aceitação a equipe da CGPA/SAC usa como referência para as avaliações um checklist com os principais requisitos que os projetos aeroportuários devem atender. Esses requisitos, que são organizados por especialidades (as diversas disciplinas que um projeto aeroportuário deve apresentar, incluindo, terraplenagem, geométrico, arquitetura, urbanismo, pavimentação, estrutura, etc.) definem as informações às quais os projetos devem fornecer, bem como, as normas e diretrizes que os mesmos precisam atender.

Ao todo, o checklist usado CGPA/SAC contém 2.821 requisitos básicos. Além desses, existem aqueles que estão especificamente descritos no Manual de Projetos Aeroportuários (SAC, 2021). Portanto, trata-se de uma elevada quantidade de requisitos que precisa ser checado nas 35 especialidades avaliadas pela CGPA/SAC. Nesse sentido, a partir das análises realizadas no checklist foi possível observar que apenas 417 requisitos são possíveis de serem checados por meio do uso do CC. Ou seja, apenas 14,78% dos requisitos existentes poderiam ser checados de maneira automatizada a partir do Modelo BIM.

Mesmo com uma redução significativa no número de requisitos, comparado ao total, dependendo do tipo de requisito, este apresenta um nível de complexidade grande, impactando no processo de criação de regras de avaliação dos Modelos BIM. Dependendo do requisito, é necessário criar várias regras para testar se o modelo atende ou não à essas regras. Também dependendo do requisito, o nível de complexidade dos Modelos de Informação de Projeto (PIMs) das especialidades podem dificultar o trabalho dos projetistas.

As análises dos 417 requisitos mostraram que alguns desses eram extremamente importantes, mas outros não traziam grande impacto no processo de aceitação. Portanto, era fundamental identificar aqueles mais importantes para o processo de aceitação de projetos aeroportuários. Para isso, o trabalho partiu para a definição de um método de tomada de decisão multicritério que tinha como objetivo identificar os critérios prioritários, de acordo com as diretrizes técnicas e institucionais, de modo a tornar o processo de aceitação de projetos aeroportuários mais rápidos, sem perder a qualidade da avaliação. Ou seja, procurou-se alinhar o uso do CC com as práticas de aceitação de projetos aplicadas pela equipe da CGPA/SAC.

O primeiro passo da análise multicritério foi de ranquear as especialidades por aquelas que tinham maior impacto nos trabalhos da equipe da CGPA/SAC. Para isso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas apoiados no uso de um cartão de respostas em que as equipes ranquearam as especialidades mais importantes para os seus trabalhos. O mesmo processo foi usado para o ranqueamento dos tipos de container de informação analisados pelas equipes. Entre os containers de

informação estão Representação Gráfica, Memorial Descritivo, Modelos BIM, Memorial de Quantificação. Em um terceiro momento o ranqueamento se deu pelos requisitos, considerando as especialidades e os container de informação. Por fim, foi utilizado uma técnica de consolidação dos ranqueamentos de dois grupos de analistas da CGPA/SAC por meio da soma dos inversos. Essa técnica tinha como objetivo consolidar esses rankings de maneira técnica e equitativa, respeitando as preferências de cada grupo de especialistas e atribuindo pesos proporcionais às posições relativas de cada item.

No final se chegou a um total de 13 especialidades mais representativas entre as 10 mais importantes (TOP 10) de cada grupo de analistas. Além do mais, a partir de conversas com a equipe da CGPA/SAC, achou-se conveniente colocar outras duas especialidades na lista. Ao todo foram escolhidas 15 especialidades mais representativas, totalizando 138 requisitos.

Como última etapa estabeleceu-se como meta focar em especialidades ranqueadas como as mais representativas escolhidas pelos dois grupos de especialidades, como mostra a Tabela 1. Assim, foi estabelecido a priorização de relevância em que avaliaram e classificaram as tarefas e objetivos com base em sua importância e significado, determinando o que deve ser abordado primeiro para maximizar a eficiência e os resultados desejados. Dessa forma, se chegou a um número de 106 requisitos, representando agora uma redução de aproximadamente 75% na última lista. A Tabela 1 mostra o número de requisitos por especialidade.

**Tabela 1:** Quantidade de requisitos por especialidades

Nº (hierarquização)	Especialidades (abreviação)	Nº de requisitos
E1	Terraplenagem (TER)	6
E2	Arquitetura (AQT)	27
E3	Pavimentação (PAV)	11
E4	Geométrico Horizontal e Vertical (GMT)	25
E5	Estrutura (EST_MET)	9
<b>Total (TOP 5 - especialidades)</b>		<b>78</b>
E6	Fundações (FUN)	0
E7	Estrutura (EST_CON)	19
E8	Drenagem (DRE)	3
E9	Instalações Mecânicas (MEC)	2
E10	Auxílios à Navegação Aérea (ANA)	4
<b>Total (TOP 10 - especialidades)</b>		<b>32</b>
<b>Total Geral</b>		<b>106</b>

Definido o número de requisitos a serem estudados, passou-se para a etapa seguinte, que foi a criação de um Quadro de Análise (QA). Este se inicia com uma análise detalhada no requisito a ser estudado. Em algumas situações um requisito é preenchido por um único quadro de análise. Em outras situações um requisito pode dar origem à vários quadros de análise.

O passo seguinte foi elaborar o Quadro Síntese (QS). Este é um quadro com a síntese das regras criadas, considerando a especialidade, a categoria, o tipo de regra e as entidades IFC que devem estar associadas às regras.

Em seguida é proposta a criação de um Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD). Este, lista todas as características que um Modelo de Informação de Projeto (PIM) deve conter ao ser entregue à organização a fim de que possa ser checado pela regra. A ideia é que este quadro possa ser disponibilizado para a equipe de projetistas visando auxiliar na confecção dos PIMs.

Por fim, as regras são programadas no software escolhido e testadas em um modelo BIM. Finalizada esta etapa, a regra é compartilhada com a CGPA/SAC para validação. Esta etapa consiste apenas no uso das regras no processo de aceitação. Mesmo assim, é importante entender que esse

processo é cíclico, e, à medida que as regras vão sendo testadas no processo de aceitação, novas exigências vão sendo criadas e este processo precisará ser reiniciado.

O método proposto neste trabalho, constitui-se de todas as etapas transcritas acima até a avaliação do modelo BIM com a verificação de atendimento ou não das regras estabelecidas. Para este artigo utilizou-se como software de avaliação BIM o Solibri Office (da Nemetschek). No próximo item o método será experimentado em uma aplicação prática, perpassando por todas as etapas transcritas aqui.

### 3 RESULTADOS

Visando realizar a prova de conceito do método proposto, foram escolhidos os Modelos de Informação do Projeto (PIM) do Aeroporto Regional A (nome anonimizado por razões de confidencialidade institucional). A escolha desse estudo de caso deu-se em função de ser um contrato no qual a equipe da CGPA/SAC atuou em todo processo de aceitação do projeto dando suporte a equipe fiscalizadora junto às empresas projetistas contratadas. A Figura 1 apresenta na parte de cima o masterplan do projeto com a PPD, Taxiway e Pátio de Aeronaves projetados, na parte central a vista da Infraestrutura do Lado Terra e na parte inferior uma vista da via de acesso ao aeroporto com o TPS no plano de fundo.



**Figura 1:** Projeto em BIM do Aeroporto Regional A. Fonte: SAC (2025).


Após a escolha do projeto, o primeiro passo foi definir um requisito da lista da Tabela 1 que pudesse ser testado neste estudo de caso. Para este, escolheu-se o requisito ranqueado como 9º, que se enquadra na categoria Modelo Tridimensional (MT) e na especialidade Arquitetura (AQT). A descrição do requisito é: “Identificar se os objetos do modelo estão classificados conforme NBR

15965 e propriedades corretamente aplicadas”. Este requisito está no TOP 10 daqueles mais importantes para a equipe de analistas da CGPA/SAC. Este requisito, pela sua complexidade, precisou de ser simplificado neste trabalho. Com isso, foi possível estabelecer um recorte na forma como usar as propriedades da ABNT NBR 15965 no experimento apresentado neste artigo. Além do mais, também foi simplificado a escolha das classes de objetos analisados neste requisito.

A Norma ABNT NBR 15.965 estabelece um sistema de classificação de suporte ao BIM, com base nas seis grandes classes da construção (espaços, resultados, processos, recursos, propriedades/características e informações da construção) publicados pela ABNT NBR ISO 12006-2 (2018). Estas vão estabelecer a estrutura de classes em que a ABNT NBR 15965 se classifica nas suas várias partes (de 2 a 7). A ABNT NBR 15965-4 (2021), por exemplo, se refere aos recursos da construção. Estes podem ser classificados como Produtos (2C), Funções (2N) ou Equipamentos (2Q). Dentro da classe 2C uma janela, por exemplo, dependendo do objetivo do uso da informação, pode ser classificada simplesmente como Janela (com o código 2C 12 06 00 00 00 00), como Janela de Metal (com o código 2C 12 06 06 00 00 00), como Janela de correr metálica (com o código 2C 12 06 06 06 00 00) ou com outra classificação relacionada à janela. Logo, é de fundamental importância que se estabeleça no uso da norma ABNT NBR 15965 qual ou Requisito Troca de Informação (EIR) relacionado à esta norma devem estar presentes nos PIMs. Para este experimento focou-se apenas em identificar a existência ou não de alguma codificação da norma ABNT NBR 15965, independentemente de qual classe da construção usar.

Além de definir que classes da construção os Modelos de Informação de Projeto (PIM) devem ter e quais códigos devem estar presentes nos PIMs, de modo a serem úteis para a análise dos requisitos, é fundamental estabelecer que classes de objetos deverão ser considerados para análise dos PIMs. Dentro de um PIM de arquitetura, por exemplo, geralmente se tem pisos, paredes, forros, coberturas, portas, janelas, peças sanitárias, etc. Para simplificar a análise empreendida neste artigo focou-se em identificar apenas três classes de objetos na especialidade arquitetura, que foram: pisos, paredes e coberturas.

Definido o recorte no requisito ranqueado como 9º, partiu-se para a criação de um Quadro de Análise de Regras (QA) contendo as delimitações quanto ao uso da ABNT NBR 15.965 e das classes de objetos a serem analisadas. A partir da descrição escolhida a ser transposta em uma regra, foi possível criar o QA contendo as demais informações. A Figura 02 exibe o QA elaborado pelos autores.

<b>R00</b>		Data: 2025 Elaboração : UFPE Revisão : UFPE Aprovação : CGPA / SAC		<b>Termo de Execução Descentralizada - SAC / UFPE</b>													
Quadro de Análise (QA) - Regra 09																	
Doc. (ref.)	Descrição	Especialidade			Categoria			Classificação [1]				Formato (IFC)			Software de Análise (SMC)		
		Arquitetura	-	-	Outras...	Integridade do Modelo	-	-	-	-	Classe 01	Classe 02	Classe 03	Classe 04	MVD: C.V 2.0		
															Entidade IFC	-	-
01	SAC-AQT-QA-09																
	SAC-AQT-PISOS-NBR 15965	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
	SAC-AQT-PAREDES-NBR 15965	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
	SAC-AQT-TELHADOS-NBR 15965	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
Informações (information takeoff)																	
Descrição:		Identificar se os objetos do modelo estão classificados conforme NBR 15965 e propriedades corretamente aplicadas															
Item:		9															
Condição:		O PIM precisa conter componentes BIM (pisos, paredes e coberturas) com a propriedade IfcPropertySet conforme cód. NBR 15965															
Grupo:		Arquitetura (AQT) - MT															
Referências																	
Documentos:																	
DOC.01:		Manual de Projetos Aeroportuários (SAC,2021)															
[1]:		SOLIHIN, W., EASTMAN, C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. Automation in Construction 53, p.69-82, 2015.															

**Figura 2:** Quadro de Análise (QA) - Regra 9. Fonte: Autores (2025).



continham dados associados a ABNT NBR 15.965. É importante considerar que mesmo que este recorte, definido neste artigo, fosse representativo do requisito ranqueado como 9º, apenas o fato de realizar essa verificação, não significa que o processo estaria finalizado. É fundamental que o analista da CGPA/SAC possa realizar uma validação, articulando os dados identificados nos PIMs, com dados presentes em tabelas, plantas e outros tipos de documentos. Mesmo assim, a possibilidade de automatizar uma parte do trabalho, identificando a qualidade do modelo BIM demonstra o potencial de criar um fluxo otimizado no processo de aceitação de projetos aeroportuários. Sem o auxílio de um processo como este, o analista da CGPA/SAC precisa verificar componente por componente do modelo BIM, demandando um gasto de tempo e energia elevado, o que pode inviabilizar os ganhos efetivos do BIM.

Uma vez estabelecido o QA, foi possível avançar na criação do Quadro Síntese (QS) referente à Regra 9. O objetivo do QS é poder detalhar para cada tipo de verificação, quais são os dados gerais para cada Regra paramétrica ou ITO criado. A Figura 04 apresenta o QS com as informações dos 3 ITO criados a partir da regra 9.


R00		Termo de Execução Descentralizada - SAC / UFPE																		
Data: 2025																				
Elaboração : UFPE																				
Revisão : UFPE																				
Aprovação : CGPA / SAC																				
Quadro Síntese (QS)																				
Doc. (ref.)	Descrição	Especialidade			Categoria			Classificação [1]				Formato (IFC)			Software de Análise (SMC)					
		Arquitetura	-	-	Outras...	Integridade do Modelo	-	-	Outras...	Classe 01	Classe 02	Classe 03	Classe 04	MVD: C.V 2.0						
														Entidade IFC	Information Takeoff	-				
01	SAC-AQT-QA-09	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-

Figura 4: Quadro Síntese (QS) - Regra 9. Fonte: Autores (2025).

Por fim, uma vez criado o QS, foi elaborado o Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) da Regra 9. O QD visa estabelecer diretrizes mínimas necessárias para que os projetistas possam consultar e criar os PIMs baseados nestas diretrizes durante o processo de projeto aeroportuário em desenvolvimento. A Figura 5 exibe o QD referente à Regra 9 criada seguindo as recomendações do Manual de Projetos Aeroportuários (SAC, 2021).


R00		Termo de Execução Descentralizada - SAC / UFPE												
Data: 2025														
Elaboração : UFPE														
Revisão : UFPE														
Aprovação : CGPA / SAC														
Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) - Conjunto de Requisitos														
Informações Gerais (regras)			Informações (Plataforma BIM)			Diretrizes de Modelagem (projetista)								
Regras	Descrição	Condição	Família de Componentes utilizados (Plataforma BIM)	Família de Sistema utilizada (Plataforma BIM)	Família Modelada no Local (Plataforma BIM)									
Regra 09	SAC-AQT-QA-09	O PIM precisa conter componentes BIM (pisos, paredes e coberturas) com a propriedade IfcPropertySet conforme cód. NBR 15965	-	Pisos / Paredes / Coberturas	-	1. Criar pisos no PIM 2. Criar paredes no PIM 3. Criar Coberturas no PIM 4. Criar Pset (piso) 02_01_SAC_Classificacao 5. Criar Pset (piso) 02_01_SAC_Nome_Classificacao 6. Criar Pset (parede) 02_01_SAC_Classificacao 7. Criar Pset (parede) 02_01_SAC_Nome_Classificacao 8. Criar Pset (cobertura) 02_01_SAC_Classificacao 9. Criar Pset (cobertura) 02_01_SAC_Nome_Classificacao								
Referências														
Manual de Projetos Aeroportuários (SAC,2021) - Apêndice B - Conjunto de propriedades - Psets														
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15965: sistema de classificação da informação da construção: parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.														

Figura 5: Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) - Regra 9. Fonte: Autores (2025).

O QD, segundo Santos I.G. (2022), auxilia os projetistas no momento da confecção do modelo

BIM com base nos requisitos mínimos necessários para que seja possível viabilizar o uso da CC com êxito. O QD contém as seguintes informações: i) listagem das regras criadas (neste trabalho apresentamos apenas 1 regra devido a limitação de páginas), ii) descrição da regra, iii) condição para desenvolvimento da regra, iv) família de componentes utilizados (Plataforma BIM), v) família de sistema utilizada (Plataforma BIM), vi) família modelada no local (Plataforma BIM) e vii) diretrizes de modelagem para desenvolvimento do PIM. No caso da regra criada neste experimento, foram definidas 9 diretrizes permitindo que o PIM atenda o requisito delimitado neste artigo.

É importante destacar que o método aqui apresentado, está em fase de implementação junto a CGPA/SAC. Uma vez criado portfólio de regras paramétricas / ITO, os QDs poderão ser disponibilizados para orientar os projetistas no desenvolvimento dos PIMs. Espera-se que o QD possa auxiliar na redução do percentual de PIMs que atualmente são submetidos para o processo de aceitação junto à CGPA/SAC sem as informações mínimas necessárias, assim como, na melhoria da integridade dos PIM submetidos visando atender os objetivos da SAC associados à implementação do BIM (SAC, 2021 p.48).

#### 4 CONCLUSÕES

A implementação da Verificação e Validação de Normas (CC) em projetos aeroportuários utilizando BIM representa um avanço real no contexto brasileiro, especialmente para a equipe da Coordenação-Geral de Projetos Aeroportuários (CGPA) da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC). Os resultados, ainda que parciais, mostram um caminho promissor para tornar o processo de análise mais transparente, padronizado e eficiente, otimizando o tempo destinado à verificação manual dos modelos e fortalecendo a rastreabilidade das decisões técnicas.

Entre as principais contribuições deste trabalho estão a apresentação de um método estruturado para conversão de requisitos normativos em regras paramétricas / ITO verificáveis em modelos BIM. O método proposto comprova, por meio do estudo de caso realizado, que é possível transformar critérios normativos complexos em regras paramétricas, facilitando a comunicação entre analistas dos órgãos regulamentadores e projetistas. A adoção sistemática de instrumentos como o Quadro de Análise (QA), Quadro Síntese (QS) e Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) potencializa a aplicação do CC, ao mesmo tempo em que fomenta uma nova cultura de projetos focada na qualidade e na conformidade dos modelos BIM, aumentando a padronização, a rastreabilidade e a eficiência da equipe técnica, além de reduzir o tempo gasto na validação manual dos modelos.

Este artigo apresentou resultados parciais, com aplicação restrita de um recorte de um único requisito aplicado a um projeto específico, não abrangendo a totalidade dos 110 requisitos selecionados. A eficácia do método ainda depende da consolidação de um portfólio mais amplo de regras, experimentação dessas regras junto à equipe da CGPA/SAC e de maior maturidade dos projetistas no atendimento às diretrizes de modelagem. A expansão do método aqui apresentado inclui um conjunto maior de requisitos normativos e especialidades de projeto, além do teste do uso dessas regras na atividade de avaliação de projetos junto à equipe de analistas da CGPA/SAC.

Entre as principais contribuições deste trabalho estão a estruturação de um método para conversão de requisitos normativos em regras paramétricas verificáveis em modelos BIM. Este método se estrutura com a definição dos requisitos de análise dos projetos considerados com maior impacto no trabalho dos analistas, passando pela criação e aplicação dos QA, QS e QD como instrumentos de apoio ao uso do CC no processo de aceitação de projetos aeroportuários na estrutura da SAC. Esses avanços práticos tangem o impacto positivo que a adoção de soluções tecnológicas pode representar para toda a cadeia aeroportuária, não apenas do ponto de vista técnico, mas também como práticas de melhorias sociais e econômicas, assim, o estudo reforça a relevância da construção coletiva de métodos inovadores, conectando tecnologia, políticas públicas e as reais necessidades das comunidades atendidas.

A expansão do método aqui apresentado inclui o desenvolvimento de um portfólio completo de regras paramétricas, com validação em diferentes tipos de projetos aeroportuários. Além da avaliação do impacto da implementação em termos de tempo de análise, qualidade dos pareceres técnicos e redução de retrabalho. Por fim, é importante destacar também, que nas próximas etapas deste trabalho será desenvolvido um portfólio completo de regras paramétricas, estruturados para

diferentes tipos de projetos aeroportuários. Além da avaliação do impacto da implementação em termos de tempo de análise, qualidade dos pareceres técnicos e redução de retrabalho.

## 5 REFERÊNCIAS

- Andrade, N. (2007). *Arquitetura de terminais aeroportuários de passageiros: função, identidade e lugar* (Tese Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-22112010-143002/>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2021). *NBR 15965-1: Sistemas de classificação da informação da construção – Parte 1: Terminologia*. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT.
- Benning, D., Eastman, C., Sacks, R., & Liston, K. (2010). *Building code checking using BIM: Experiences from Singapore and Norway*. *Journal of Information Technology in Construction*, 15, 181–193.
- Guedes dos Santos, Í. (2022). Verificação automatizada de regras em projetos de arquitetura de terminais de passageiros aeroportuários com base em BIM [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco].
- Guedes dos Santos, Í., & Andrade, M. L. V. X. (2025). Padronização de projetos de arquitetura aeroportuária baseados em BIM para verificação de código. *Revista Aracê*, 7 (7), 36304–36322. <https://doi.org/10.56238/arev7n7-064>
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 12006-2:2018 - Building construction — Organization of information about construction works - Parte 2: Framework for classification*. Geneva, Switzerland: ISO.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors and facility managers (3rd ed.)*. Wiley.
- Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC). (2021). *Manual de projetos aeroportuários*. Ministério da Infraestrutura, Governo Federal.
- Solihin, W., & Eastman, C. (2015). Classification of rules for automated BIM rule checking development. *Automation in Construction*, 53, 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.003>
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>