

Estrutura conceitual para verificação automatizada de requisitos em projetos aeroportuários no Brasil

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.16>

Ítalo Guedes¹, Max Andrade², Adriana Rolim³,
Emmanoel Neri⁴, Mariana Cavalcanti⁵, Rafaela Gabrielle⁶

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0003-4071-246X

² Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0003-0717-1251

³ Secretaria Nacional de Aviação Civil – SAC, Distrito Federal, 0000-0003-0499-2660

⁴ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0002-8370-1042

⁵ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0001-8166-4391

⁶ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0001-6753-016X

Resumo

Projetos Aeroportuários (PA) por sua natureza são complexos em função de uma série de exigências e requisitos normativos a serem atendidos. O transporte aéreo no Brasil, tendo em vista suas dimensões continentais, desempenha uma função estratégica no que diz respeito ao desenvolvimento econômico do país. Atualmente o processo de avaliação e aprovação dos PA públicos no Brasil é realizado pela Secretaria Nacional de Aviação Civil e Empresa Pública Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. O processo atual de avaliação e aprovação de PA é realizado de maneira analógica. As representações gráficas de projetos são concebidas com base em desenhos 2D desenvolvidos em CAD. Tais processos tendem a ter duração prolongada de avaliação para aprovação. Em alguns casos perdurando meses e até anos, considerando todo o processo de revisão e correção. Em resposta a esse problema, este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de mestrado que propõe o uso de uma Estrutura Conceitual (EC) para verificação automatizada de requisitos de PA com base na abordagem metodológica do *Design Science Research* (DSR). Por meio da codificação de um conjunto de regras transcritas do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC nº154), com base na EC, foi possível realizar a avaliação de um projeto aeroportuário usando a plataforma BIM de avaliação Solibri Model Checker. Os resultados apresentados neste artigo demonstram que o uso da EC facilita o entendimento do problema, permitindo estabelecer um recorte preciso para a Verificação Automatizada de Requisitos (*Code Checking e Validation*) que melhor expresse o problema recorrente nas avaliações de PA.

1. Projetos Aeroportuários no Brasil

O projeto de um aeroporto era concebido no passado especificamente conforme as exigências das aeronaves que iriam operar naquele empreendimento. Este demandava um limitado programa de necessidades. Atualmente, em consequência de diversos fatores, como a proximidade com centros geradores de demanda, multifuncionalidade de serviços, surgimento de novos materiais e processos construtivos, surgimento de novos conceitos, tais como: cidades-aeroporto [1], aero shopping, aeroporto industrial [2], aeroporto cidade, dentre outros, fez necessitar de conhecimento especializado para a concepção e desenvolvimento dessa categoria de projetos.

O alto nível de complexidade desse perfil de empreendimento pode ser visto na estrutura funcional do edifício, que é dotado de vida própria, na complexidade nas relações com o seu entorno imediato, bem como, na adequação a diversos parâmetros, tais como, níveis de serviço, níveis de segurança, processo de certificação.

No Brasil, o desenvolvimento de um projeto aeroportuário (PA), demanda uma série de pré-requisitos normativos que norteiam o projetista no momento de seu desenvolvimento. Dentre os documentos, pode-se destacar: RBAC (Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil), Portaria 1141/GM5, Anexo 14, Manual de Projetos Aeroportuários [10], além dos demais documentos internacionais. A avaliação e aprovação dos projetos aeroportuários desenvolvidos pelas equipes de projetistas são realizadas pela Empresa Pública Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), dentre outros órgãos competentes responsáveis pela administração dos aeroportos em solo brasileiro.

Este artigo visa apresentar uma estrutura conceitual (EC) que permite auxiliar os analistas de PA no momento da avaliação dessa categoria de projeto, tais processos tendem a ter uma elevada duração (perdurando meses ou até anos) tendo em vista que o processo atual de validação acontece de maneira analógica (projetos impressos em papéis), além de depender das expertises de conhecimentos específicos de cada analista de PA no momento da avaliação. É nesse contexto que o presente artigo se insere, propondo a utilização de uma EC visando o aprimoramento do processo de avaliação de PA no Brasil.

2. BIM e Projetos Aeroportuários

De acordo com Sacks *et al.* (2018, p.14), o *Building Information Modeling* (BIM), em português, Modelagem da Informação da Construção é “...uma tecnologia de modelagem e conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção” [3]. Segundo Succar (2009), o BIM refere-se a um conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem, gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto de construção e do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício [4]. Até muito recentemente, a concepção e desenvolvimento do projeto de arquitetura eram realizados por meio de um exercício mental

que gerava várias concepções espaciais e as avaliava de forma intuitiva, baseada no conhecimento do projetista e na experiência acumulada. Com as tecnologias que suportam o BIM, especificamente a interoperabilidade e modelagem paramétrica, é possível verificar se o modelo de construção (protótipo virtual do edifício apresentado pela equipe de projetistas) possui objetos corretos, convenções, proporções e outras estruturas necessárias para avaliação completa.

2.1. Usos do Modelo BIM

Com relação aos usos do modelo BIM [5], existem três principais tipos de uso da informação, sendo: 1) informações baseadas no modelo, 2) informações baseadas nos documentos e 3) informações baseadas nos dados. A primeira categoria refere-se às informações coletadas nos modelos para fins funcionais. A segunda refere-se às informações coletadas em documentos. A terceira trata dos dados do projeto. Dessa maneira [6] concebeu uma taxonomia de Usos do Modelo incluindo três categorias: categoria I (usos gerais do modelo), categoria II (usos de domínio do modelo) e categoria III (usos personalizados do modelo). Tendo em vista a variedade de possíveis usos do modelo na categoria II, o autor desenvolveu uma tabela listando os 72 usos possíveis do modelo de domínio, tendo o uso associado a *Code Cheking e Validation* (código 4050) situado na série 4000-4990 referente a Simulação e Quantificação [6].

3. Verificação Automatizada de Requisitos

O uso do BIM vinculado a Verificação Automatizada de Requisitos é denominado de *Code Checking* (CC). CC é definido como um processo de avaliação de relacionamentos ou atributos de projeto com base em suas configurações de objetos [7]. O BIM combinado com CC pode possibilitar um novo cenário para os analistas de Projetos Aeroportuários automatizarem o processo de avaliação, reduzindo o tempo de análise e aumentando a eficiência em relação ao processo de validação tradicional [7].

A Verificação Automatizada de Requisitos é uma das diversas formas de usos do modelo BIM. O CC pode ser viabilizado a partir dos três tipos de usos: I) uma aplicação desenvolvida para funcionar em outra plataforma, como um plug-in, permitindo a verificação em qualquer momento que o projetista desejar, II) como um software de computador, paralelo ao software de projeto, III) como aplicativo baseado na web, que aceita o projeto derivado de diversas plataformas [7].

Para esse trabalho foram consideradas as quatro classes gerais de regras baseadas no uso do BIM aliado ao processo de CC [8], sendo: classe 01 – regras que requerem um único ou um pequeno número de dados explícitos; classe 02 – regras que requerem valores de atributos derivados simples; classe 03 – regras que requerem estrutura de dados estendida; e, classe 04 – regras que requerem uma “prova de solução”. Com base no uso de uma dessas quatro classes de regras o processo de Verificação Automatizada de Requisitos do projeto é delineado nas seguintes etapas, 1) Interpretação das regras e sua estruturação lógica de regras para sua aplicação,

2) Preparação do modelo de construção, 3) Fase de execução da regra e 4) Relato dos resultados de verificação [7].

4. Metodologia

Conhecida também como *Constructive Research*, a Design Science Research (DSR) trata-se de uma abordagem metodológica direcionada para a solução de problemas. A DSR refere-se a um processo rigoroso de projetar artefatos para solucionar problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos.

O método DSR, constitui-se em duas macros etapas: I) Construção, etapa destinada ao desenvolvimento do artefato; e, II) Avaliação do Artefato [9]. Este artigo fez o uso da DSR, com ênfase da macro etapa 1 (construção do artefato).

5. Estrutura Conceitual (EC)

Este tópico do artigo apresenta a Estrutura Conceitual (EC) concebida visando o uso sistematizado de Verificação Automatizada de Requisitos em Projetos Aeroportuários baseado no uso do modelo BIM relacionado a CC. Com base nas quatro etapas de uso de CC [7] foi possível conceber a modulação proposta da EC.

A EC foi concebida com base em 04 módulos, o módulo 01 refere-se a etapa de interpretação das regras e a estruturação lógica de regras para sua aplicação. Para este módulo foram concebidas 03 sub etapas, sendo: I) sub etapa de formação da combinação estabelecida (CE), II) sub etapa da criação dos quadros de análise (QA) e III) sub etapa de criação do quadro síntese das regras (QS). O módulo 02 refere-se a etapa de preparação do modelo BIM. Para este módulo foi concebida 01 sub etapa destinada ao quadro de diretrizes de modelagem (QD) a ser disponibilizado para os projetistas que irão desenvolver o projeto. O módulo 03 refere-se a etapa da execução da regra. Para este módulo foi concebida 01 sub etapa referente ao quadro de análise dos dados (QAD) associados as regras. O Módulo 04 refere-se a etapa do relato dos resultados de verificação. Para este módulo foi concebida 01 sub etapa referente ao quadro de resultado (QR) da verificação automatizada de requisitos a ser emitido pela equipe de analistas de projeto aeroportuário para a equipe de projetistas. A Figura 1 apresenta a modulação proposta da estrutura conceitual desenvolvida.

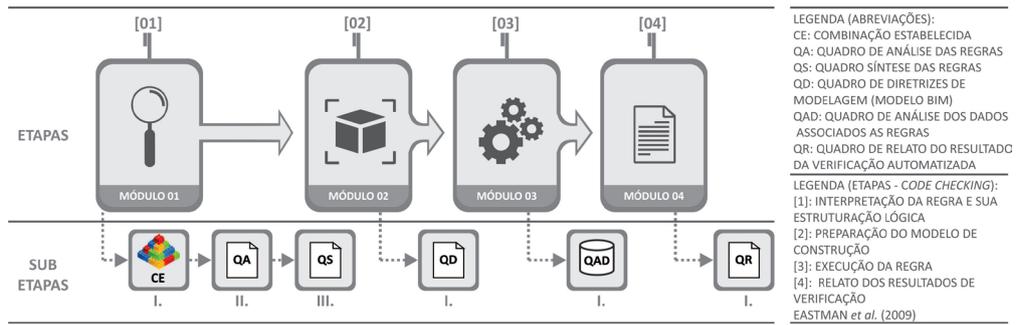


Figura 1
Modulação Estrutura Conceitual (EC).

5.1. Estruturação lógica (EC)

A estruturação lógica estabelecida da EC apresentada na Figura 2, tem o uso de CC como “base” constante no nível 01, 06 grupos no nível 02, sendo, G.1) documentos de referências utilizados para criação das regras (normas, manuais, etc), G.2) disciplina na qual a regra se enquadra, ex.: arquitetura, estruturas, infraestrutura, etc., G.3) categoria na qual a regra se insere, ex.: espaço, acessibilidade, integridade do modelo, etc., G.4) classificação da regra [8], G.5) esquema de dados e G.6) informações referente ao sistema ou software de análise utilizado para realizar a verificação automatizada. No nível 03 contem as informações pertinentes aos subgrupos. No nível 04, contem as informações pertinentes às descrições e parâmetros específicos de cada subgrupo.

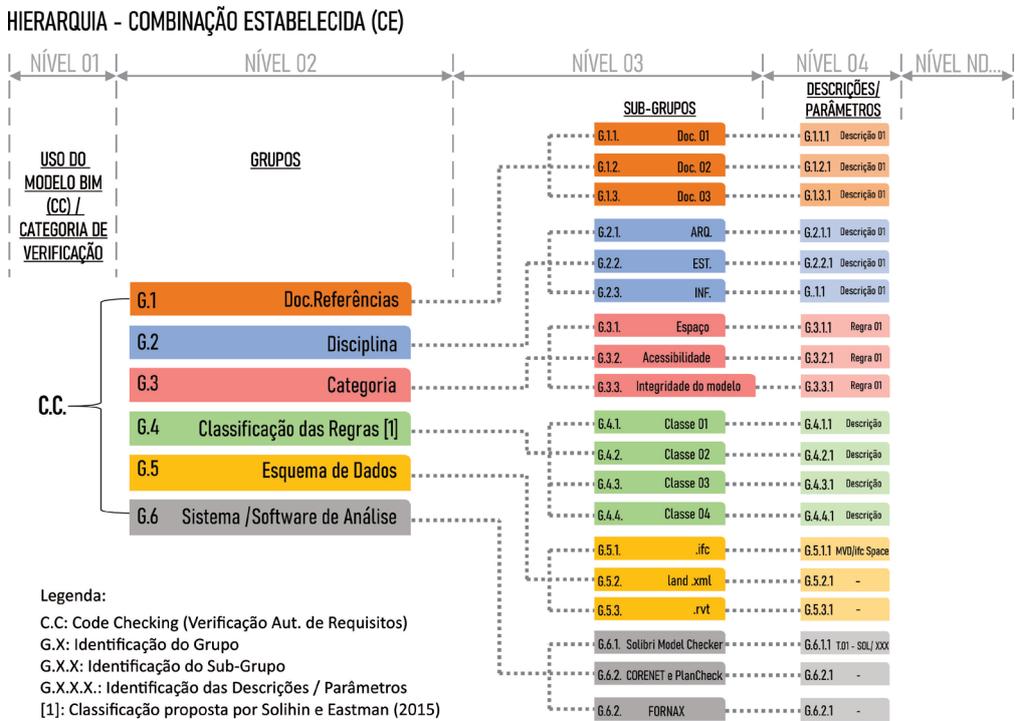


Figura 2
Lógica Hierarquica (EC).

5.2. Lógica de montagem (EC)

Uma vez estabelecida a hierarquia da EC, foi possível conceber a lógica de montagem baseada em um “lego” (Figura 03), tendo a base do lego composta pelo uso do modelo BIM referente ao CC representado pelo nível 01, os grupos representados pelo nível 02, os subgrupos caracterizados pelo nível 03 e as descrições e parâmetros dos subgrupos representados pelo nível 04, bastando apenas que a equipe de analista de PA preencha os dados contidos na coluna A de uma planilha no excel com os requisitos a serem avaliados, de maneira que a CE seja criada automaticamente na coluna B/Combinação Estabelecida (lego).

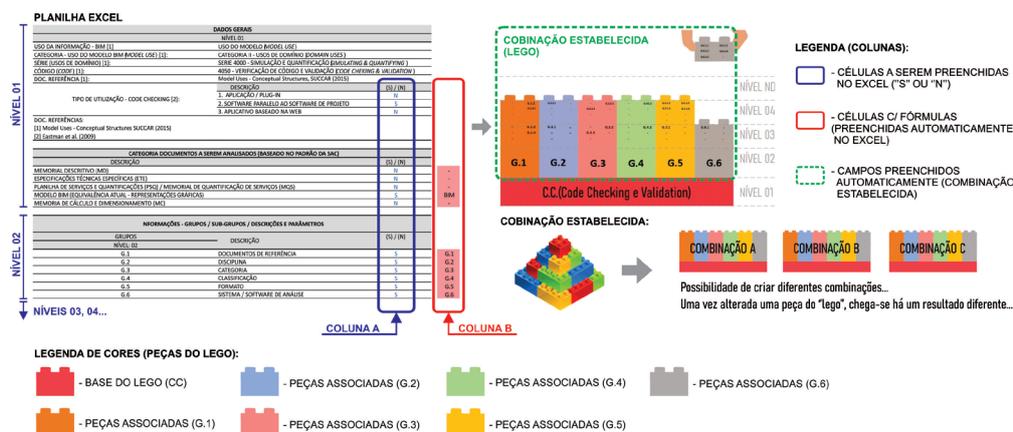


Figura 3
Combinação Estabelecida (CE).

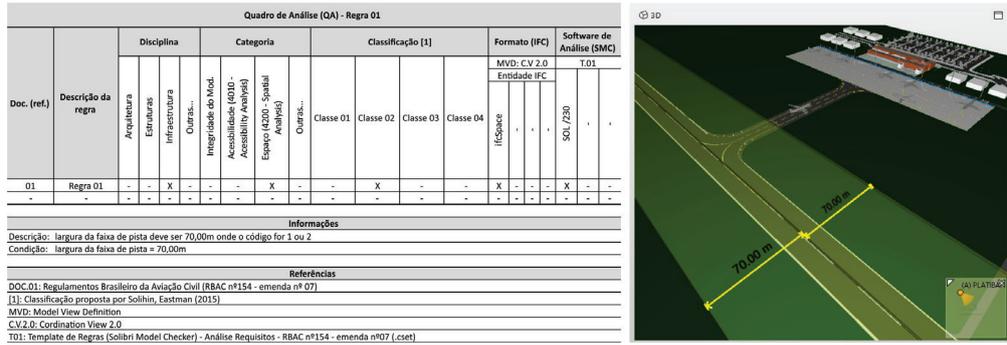
Esta lógica de montagem baseada em um “lego” representa de maneira figurativa a possibilidade da EC ser “montada” com intuito de obter diversos resultados. Uma vez que um código associado a uma peça do “lego” é alterada, consequentemente será possível obter resultados diferentes, ou seja, os Quadros de Análise das Regras (QA) e Quadro Síntese das Regras (QS) apresentarão novos resultados. Isso faz com que seja possível criar diferentes combinações a fim de obter resultados específicos. Neste artigo foram utilizadas “peças” com intuito de obter resultados exclusivos ao uso de CC em projetos de aeroportos relacionado a requisitos no Lado Ar (pista de pouso e decolagem, pátio de aeronaves, taxiway, etc), porém, a EC não se limita apenas a estas áreas. A Figura 3 apresentou um exemplo de combinação estabelecida (CE) mediante o preenchimento das informações.

6. Resultados

Uma vez realizada a combinação estabelecida (CE) mediante as necessidades requeridas pela equipe de analistas, foi possível criar os QA e QS (módulo 01) referente as 2 regras a serem intanciadas em um modelo BIM de um aeroporto. Com base no QS, foi possível conceber o Quadro de Diretrizes de Modelagem – QD (módulo 02) com intuito de instruir os projetistas de PA. O intuito desse quadro é auxiliar os projetistas no momento da confecção do modelo BIM com base nos requisitos mínimos necessários para que seja possível viabilizar a execução das regras no módulo 03.

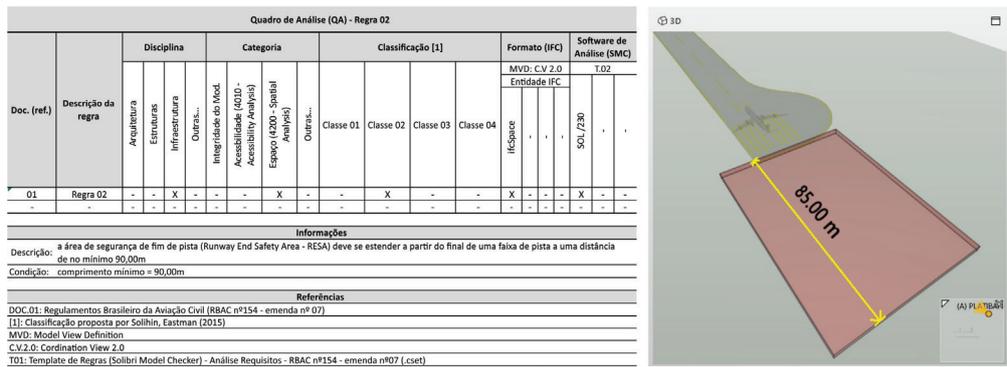
A Figura 4 apresenta o QA criado e o resultado da simulação da regra 01 executada no Solibri Model Checker (SMC). A condição de aceitação desta regra é: a largura da faixa de pista deve ser = 70,00m (onde o código for 1 ou 2). Se o modelo IFC for compatível, a plataforma BIM de análise SMC mostrará o resultado como “ok” na aba de checagem, caso contrário, apresentará automaticamente o resultado gráfico representando o não atendimento do requisito. Para a regra 01, a condição estava em conformidade, o SMC identificou o atendimento com a condição pré estabelecida.

Figura 4
Quadro de Análise da Regra 01 – QA (lado esquerdo)/Verificação Automatizada Regra 01 no SMC (lado direito) – módulo 01 e 03 da EC.



A Figura 5 apresenta o QA criado e o resultado da simulação da regra 02 executada no SMC. A condição de aceitação desta regra é: a área de segurança de fim de pista *Runway End Safety Area* (RESA) deve se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de no mínimo 90,00m. Se o modelo IFC for compatível, a plataforma BIM de análise SMC mostrará o resultado como “ok” na aba de checagem, caso contrário, apresentará automaticamente o resultado gráfico em vermelho representando o não atendimento do requisito. Para a regra 02, a condição não estava em conformidade, o SMC identificou o não atendimento com a condição pré estabelecida, havendo a necessidade que os projetistas revisem o projeto.

Figura 5
Quadro de Análise da Regra 02 – QA (lado esquerdo)/ Verificação Automatizada Regra 02 no SMC (lado direito) – módulo 01 e 03 da EC.



Com base na verificação automatizada das regras 01 e 02, foi possível criar os respectivos Quadros de Análise das Regras (QA), assim como o Quadro Síntese das Regras (QS) referente a sub etapa 1 associada ao módulo 01. A Figura 6 apresenta o QS relacionado as 2 regras concebidas.

Quadro Síntese das Regras (QS)																									
Doc. (ref.)	Descrição	Disciplina				Categoria				Classificação [1]				Formato							Software de Análise (SMC)				
		Arquitetura	Estruturas	Infraestrutura	Outras...	Integridade do Mod.	Acessibilidade (4010 - Accessibility Analysis)	Espaço (4200 - Spatial Analysis)	Outras...	Classe 01	Classe 02	Classe 03	Classe 04	Entidade IFC (IFC Entity)							T.01				
														MVD: C.V. 2.0											
													ifcSpace	ifcSlab	ifcRoof	ifcFurniture	ifcDoor	ifcWindow	ifcWall	ifcCurtainWall	ifcObject	ifcFlowTerminal	ifcCovering	SOL/230	
01	Regra 01	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	Regra 02	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-

Referências

DOC.01: Regulamentos Brasileiro da Aviação Civil (RBAC nº154 - emenda nº 07)

[1]: Classificação proposta por Solihin, Eastman (2015)

MVD: Model View Definition

C.V.2.0: Coordination View 2.0

T01: Template de Regras (Solibri Model Checker) - Análise Requisitos - RBAC nº154 - emenda nº07 (.cset)

Figura 6
Quadro Síntese das Regras (QS) – módulo 01 da EC.

Mediante a criação do QS foi possível seguir para o módulo 02 referente a etapa de preparação do modelo BIM, para esta etapa foi concebida a sub etapa 01 que refere-se ao quadro de diretrizes de modelagem (QD), a Figura 7 apresenta os dados contidos no QD (módulo 02).

Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) - Informações Gerais																						
Descrição	Plataforma BIM (modelagem)					Formato nativo				Versão (Plataforma BIM)				Nível de Desenvolvimento								
	Revit	Archicad	Building Design	Allplan	QI Builder	Outras Plataformas...	.rvt	.pln	.dgn	Outros Formatos...	2018	2019	2020	2021	Outras versões...	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	LOD 500	
	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-

Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) - Conjunto de Requisitos							
Informações Gerais (regras)			Informações (Plataforma BIM)				Diretrizes de Modelagem
Regras	Descrição	Condição	Família de Componentes utilizados (Plataforma BIM)	Família de Sistema utilizada (Plataforma BIM)	Família Modelada no Local (Plataforma BIM)		
Regra 01	largura da faixa de pista deve ser 70,00m onde o código for 1 ou 2	largura da faixa de pista = 70,00m	-	Room / Space	-	1. Utilizar separador de ambientes 2. Criar ambientes no modelo com o nome "FAIXA DE PISTA" (Room) 2. Criar Spaces no modelo com o nome "FAIXA DE PISTA" (Space)	
Regra 02	a área de segurança de fim de pista (Runway End Safety Area - RESA) deve se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de no mínimo 90,00m	comprimento mínimo = 90,00m	Slab	Room / Space	-	1. Criar piso no modelo com o nome "RESA" 2. Utilizar separador de ambientes 3. Criar ambientes no modelo com o nome "RESA" (Room) 4. Criar Spaces no modelo com o nome "RESA" (Space)	

Figura 7
Quadro de Diretrizes de Modelagem (QD) – Informações Gerais/ Conjunto de Requisitos – módulo 02 da EC.

O QD possui dois quadros a serem preenchidos, o primeiro refere-se as informações gerais associadas a Plataforma BIM a ser utilizada para desenvolvimento do modelo, neste quadro haverá as seguintes informações: 1) Plataforma BIM utilizada, 2) Formato nativo da Plataforma BIM, 3) Versão utilizada para desenvolvimento do modelo e 4) Nível de Desenvolvimento do modelo BIM (LOD). Já o segundo quadro, refere-se as informações relacionadas ao conjunto de requisitos a serem verificados através da verificação automatizada de requisitos, neste quadro haverá as seguinte informações: 1) Listagem das regras, 2) Descrição das regras, 3) Condição para desenvolvimento das regras, 4) Família de componentes utilizados (Plataforma BIM), 5) Família de sistemas utilizada (Plataforma BIM), 6) Família modelada no local (Plataforma BIM) e 7) Diretrizes para desenvolvimento do modelo. A partir do preenchimento das

informações contidas no QD, foi desenvolvido um modelo BIM autoral multidisciplinar (Figura 8) de um aeroporto fictício na Plataforma BIM Autodesk Revit e exportado via IFC para o Solibri Model Checker (SMC) com intuito de realizar a instanciação das regras apresentadas nas Figuras 4 e 5.



Figura 8
Modelo BIM multidisciplinar (aeroporto).

Mediante o desenvolvimento do modelo BIM, foi possível seguir para o módulo 03 que refere-se a etapa de execução das regras, para este módulo foi concebida uma sub etapa destinada ao quadro de análise dos dados associados as regras (QAD). Mediante a transposição dos dados do QS criou-se um ambiente de análise de dados baseado em *business intelligence* no qual fosse possível analisar os dados através de relatórios e dashboards interativos, possibilitando que a equipe de analistas de PA identifique o perfil dos problemas associados aos requisitos contidos na EC, a Figura 9 apresenta um exemplo de QAD com as informações obtidas de um QS através do software Microsoft Power BI.

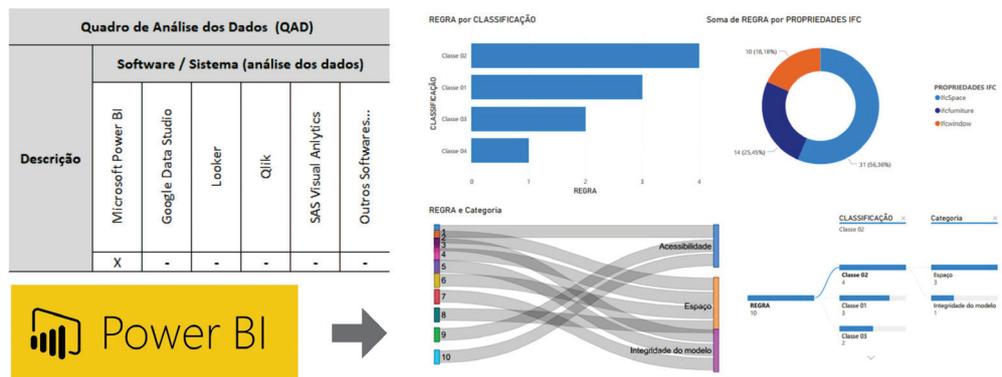


Figura 9
Quadro de Análise dos Dados (QAD)/Exemplo de um Dashboard interativo criado no Power BI – módulo 03 da EC.

Mediante a criação do QAD foi possível seguir para o módulo 04 que refere-se a etapa de relato do resultado de verificação automatizada de requisitos, para esta etapa foi concebida a sub etapa 01 que refere-se ao Quadro de Relato das regras verificadas (QR), o intuito desse quadro apresentado na Figura 10 é de poder instruir os projetistas a respeito dos itens atendidos e não atendidos. Para este artigo, foi

escolhido a exportação do relatório de verificação do SMC via formato *BIM Collaboration Format* (BCF) para o BIMcollab Cloud. É nesta etapa onde a equipe de analistas de PA deve disponibilizar o resultado da verificação automatizada para a equipe de projetistas de PA.

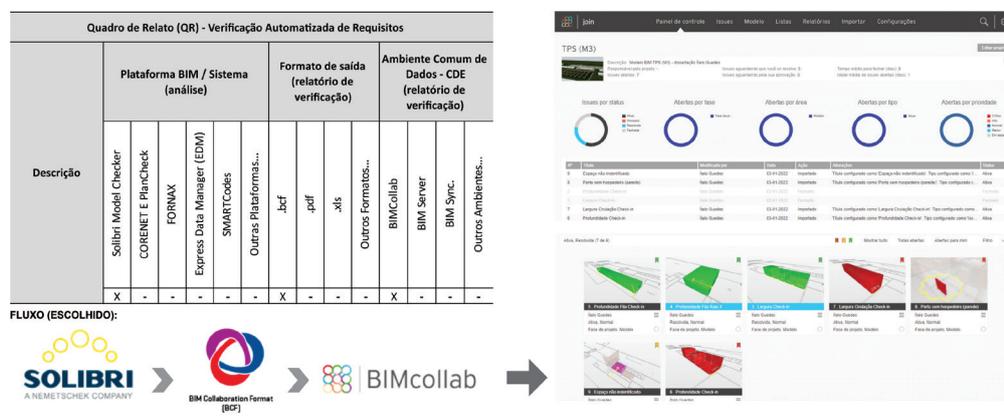


Figura 10
Quadro de Relato – QR (lado esquerdo)/ Resultado da verificação automatizada no SMC exportado via BCF para o BIMcollab Cloud (lado direito) – módulo 04 da EC.

Mediante a análise do documento de referência selecionado para desenvolvimento deste artigo (RBAC nº154) foi possível identificar uma série de requisitos dispostos nas 07 subpartes, e seus 08 apêndices distribuídos nas 258 páginas do documento de referência. É importante salientar que, no que se refere ao desenvolvimento de um projeto aeroportuário no Brasil, existe uma série de documentos e pré-requisitos normativos que norteiam os projetistas no momento do desenvolvimento de um projeto aeroportuário além do documento de referência analisado neste artigo.

5. Discussões

Os resultados apresentados neste artigo demonstram, de maneira prática, a viabilidade de uso da EC no processo de verificação automatizada de requisitos em projetos aeroportuários. A Figura 1 expôs a modulação proposta pelos autores, já a Figura 3 demonstrou a capacidade de adaptabilidade da EC para formar diferentes combinações através dos 04 níveis estabelecidos, permitindo que a EC possa ser instanciada em diferentes cenários, uma vez alterado o código associado a uma peça do “lego” é possível formar diferentes combinações da EC. A respeito da abrangência e flexibilidade da EC, conforme as 2 regras apresentadas nas Figuras 4 e 5 criadas a partir de uma combinação estabelecida (CE), foi possível demonstrar a aplicabilidade da EC em um projeto aeroportuário através da verificação automatizada de 2 requisitos no SMC. Os autores recomendam que a EC possa ser utilizada em pesquisas futuras considerando outros Documentos de referências (G.1), Disciplinas (G.2), Categorias de análise (G.3), Classificação de Regras [8] (G.4), Esquemas de Dados (G.5) e Sistemas / Softwares de análise (G.6). A EC concebida neste artigo visou beneficiar tanto as equipes de analistas de projeto aeroportuário quanto as equipes de projetistas promovendo a verificação automatizada de requisitos em modelos BIM de PA visando reduzir o tempo de análise, assim como, possibilitando uma maior padronização no processo de análise e aprovação de PA no Brasil.

Referências

- [1] J. Kasarda, New Urban Development at Around Airports. Presentation to CIFAL - Liverragind Airports for Economic Development Atlanta, EUA, 2006.
- [2] INFRAERO, Aeroportos Brasileiros. Aeroporto Industrial. Apresentação realizada pela Superintendência de Logística de Cargas da Diretoria Comercial – 1º Fórum Infraero de Logística para o Desenvolvimento, Goiânia, 2002.
- [3] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee and P. Teicholz, BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, N. J.: Wiley, 2018.
- [4] B. Succar . Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, pp. 357-375, 2009.
- [5] B. Succar. Episode 24 – Understanding Model Uses. BIM ThinkSpace, 2015. Disponível em:<<https://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understandingmodel-uses.html>>. Acesso em: 10, janeiro 2022.
- [6] B. Succar, N. Saleb and W. Sher. Model Uses: Foundations for Modular Requirements Clarification Language, Australasian Universities Building Education (AUBEA 2016), Cairns, Australia, July 6-8, 2016. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/303013287_Model_Uses_Foundations_for_a_Modular_Requirements_Clarification_Language> Acesso em 10 janeiro, 2021.
- [7] C. Eastman, *et al.* Automatic rule-based checking of building designs. Automation in Construction, v. 18, n. 8, pp. 1011-1033, 2009.
- [8] W. Solihim and C. Eastman. Classification of rules for automated BIM rule checking development. Automation in Construction 53, pp. 69-82, 2015.
- [9] T. March and F. Smith. Design and natural science research in Information Technology. Decision Support Systems, v. 15, pp. 251-266 , 1995.
- [10] Manual de projetos aeroportuários [livro eletrônico]: volume único/[organização Marcio Mafli Fernandes, Leila Cristina Miateli Pires, Adriana Lima Rolim; ilustração Gabriel Córdova]. – 1. ed. – Brasília, DF: Secretaria Nacional de Aviação Civil, 2021.