

# Implantação BIM em procesos de projeto: O caso da companhia brasileira de trens urbanos, superintendência do Recife

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.28>

**Emmanoel Neri<sup>1</sup>, Max Andrade<sup>2</sup>, Ítalo Santos<sup>3</sup>, Rafaela Pereira<sup>4</sup>, Laysa Monteiro<sup>5</sup>, Heron Santos<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0002-8370-1042

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0003-0717-1251

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0003-4071-246X

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0001-6753-016X

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0002-4159-2861

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 0000-0002-1052-5172

## Resumo

O processo de projeto de arquitetura é comumente relacionado a uma atividade criativa, com resolução de problema de natureza não bem definida. Não possui ponto final, mas nível aceitável de solução. Em projetos de edificações públicas a definição do problema do projeto e os mecanismos de resolução são, geralmente, mais complexos. Além das questões do projeto, envolvem também aspectos políticos, econômicos, de cultura da organização, de legislação etc. Esses processos nem sempre estimulam uma prática produtiva de trabalho. Acredita-se, todavia, que o desenvolvimento de prática de projeto, apoiada em usos BIM, que seja integrada, multidisciplinar, já nas etapas iniciais, pode auxiliar na transparência, eficiência e eficácia desse tipo de projeto. Essa forma de trabalhar exige mudança na cultura da empresa, com redefinições de projeto, inserção de tecnologias de gestão da informação, redistribuição das atribuições e mudanças nos fluxos de trabalho. Essas são algumas questões a serem discutidas neste artigo. Este apresenta resultados parciais de um mestrado que procura demonstrar, por meio de diagnóstico e proposição, que práticas de projetos colaborativos e integrados, apoiados no BIM, podem auxiliar os projetos de edifícios públicos, com melhor escopo, função, custo, eficiência, transparência e auditabilidade. Através de Pesquisa-Ação, baseada no Design Science Research, este trabalho analisou o processo de projeto da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), em Recife. Esta já trabalha com ferramentas BIM, mas pouco transformou suas práticas de projeto. Com base no diagnóstico estão sendo propostas mudanças na gestão do projeto e da informação apoiadas numa cultura BIM.

## 1. Introdução

O processo de projeto arquitetônico é um termo com sentido amplo e subjetivo, muitas vezes relacionado com a criatividade do projetista. Adicionado a isso, existe a complexidade e variabilidade do projeto em torno da natureza do problema projetual, do perfil do projetista, das necessidades do cliente, etc. Contudo, há características no processo de projeto arquitetônico que são similares, independentemente da variabilidade supracitada, são elas: **mal estruturado, em aberto e sem um ponto de partida** [15]; e há ainda uma característica pertinente à acabativa do processo de projeto, que este **não possui um ponto final** [15].

Os primeiros estudos sobre métodos de projeto arquitetônicos [12], tiveram fortes influências de outras disciplinas, sobretudo da engenharia civil, ergonomia, matemática, cibernética e computação. Mesmo depois de mais de 60 anos de estudos em métodos de projeto observa-se que nos processos de projeto tradicional a integração entre disciplinas apenas ocorre em etapas posteriores à concepção arquitetônica, fazendo com que questões de outras disciplinas, como instalações, estruturas e manutenção se moldem à arquitetura, podendo trazer prejuízos no empreendimento como um todo [14].

Uma solução para a integração multidisciplinar é antecipar as atividades de desenvolvimento do projeto para as fases iniciais, através de práticas de projeto integrado [14]. Essa forma de trabalho exige uma mudança de cultura das organizações que trabalham ainda muito baseadas em práticas tradicionais de projeto. Para essa mudança são necessárias redefinições das etapas de projetos, inserção de novas ferramentas, revisão ou redistribuição das atribuições dos envolvidos, mudanças nos fluxos de trabalhos, entre outras. Nesse contexto, acredita-se que o processo de projeto pode ser desenvolvido através de relações multidisciplinares integradas, onde a melhor solução visa o todo e não partes de disciplinas separadas. E, além da integração espacial, o processo poderá também ser integrado temporalmente, trazendo para a fase de concepção as áreas de manutenção, operação, orçamentação, planejamento e execução de obras (que tradicionalmente estão no final do processo de projeto, pós-projeto), levando em conta todo o ciclo de vida do empreendimento, tornando o processo documentado e retroalimentado.

Uma das formas de realizar esta integração multidisciplinar é através da adoção de ferramentas digitais, em especial, a adoção do Building Information Modeling [14].

A utilização do Building Information Modeling é uma tendência na Indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). No Brasil, algumas empresas já passaram a adotar o BIM em seus processos de trabalho há alguns anos, principalmente no setor privado. Porém, apenas recentemente com os incentivos do Governo Federal à adoção do BIM é que houve mais visibilidade no setor público. Estes incentivos se iniciaram formalmente em 2017, quando foi instituído o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modeling – CE-BIM. A partir de então,

alguns decretos surgiram anualmente [4][5][6] na intenção de ratificar ou adicionar alguns pontos da estratégia do Governo Federal.

Para o setor Público do país, em especial o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 [4] é o mais importante, pois discorre sobre apoio, incentivo e define marcos temporais para níveis de Implementação BIM. Neste decreto, um parágrafo único ainda reitera que embora não seja obrigatório para todas as empresas públicas, aquelas que desejarem implantar e utilizar BIM em qualquer nível de maturidade, deverão seguir o disposto no mesmo como forma de guia e sugestão. Ainda neste decreto há a definição de metas escalonadas visando a implantação da metodologia desde a fase de projetos até o pós-obra.

A fim de se traçar algumas diretrizes para que o referido decreto seja atingido de forma plena pelas empresas públicas, este artigo analisa a implementação do BIM na Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) do Recife, empresa pública federal brasileira de transporte urbano, definindo diretrizes específicas para o caso desta empresa, que poderiam ser aplicadas ou adaptadas em outras instituições públicas.

## 2. A proposta

Este artigo mostra os resultados parciais de uma pesquisa de mestrado em andamento que visa propor mudanças e documentações que auxiliem no processo de projeto arquitetônico multidisciplinar no setor público, através de apropriação e adoção do Building Information Modeling (BIM) e de pesquisa laboratorial, de teste e validação, em uma instituição pública, a CBTU Recife. Tal pesquisa se baseia no método Design Science Research [1][11] e visa desenvolver um artefato prescritivo para a instituição pública em questão.

O primeiro passo a adoção do BIM e proposição de mudanças é o desenvolvimento do diagnóstico da empresa, para tanto foi realizado um diagnóstico qualitativo-descritivo do processo de projeto, este baseado em guias de instituições brasileiras [2][3][9], em conformidade com autores nacionais e internacionais,[7][13][18], levantando assim uma descrição organizacional, de pessoas, tecnologias, procedimentos e processos; visando observar previamente quais os pontos de melhoras, os objetivos da empresa, tipo de projeto e entregável, quais Usos BIM que se deseja alcançar e quais os ganhos desejados com a implantação.

Paralelamente, foi desenvolvido um diagnóstico quantitativo do Grau de maturidade BIM, baseado em dois métodos: o BIM Maturity Matrix (BIM<sup>3</sup>), proposto por Succar [7]; e a Organizational BIM Assessment, proposto pelo Computer Integrated Construction (CIC) Research Group da Pennsylvania State University [16].

A escolha desses métodos se deu pela avaliação bibliográfica [13] da adequação dos mesmos ao objetivo desejado e ao tipo da Instituição avaliada. O BIM Maturity Matrix possui métricas bem distribuídas em relação a três áreas principais do BIM: Processos, Tecnologia e Políticas/Pessoas, sendo indicado para diagnósticos iniciais

em instituições [13]. Já o Organizational BIM Assessment possui mais critérios de pesquisa que o primeiro [13], envolvendo tópicos sobre *capex* e *opex*; sendo, portanto, adequado à situação da CBTU Recife.

### 3. Diagnóstico na CBTU Recife

#### 3.1. Descrição Organizacional

A Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) é uma empresa pública sob a forma de sociedade anônima, de capital fechado, controlada pela União, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional [10]. Com sede e foro na cidade de Brasília, a empresa possui atualmente operação em cinco estados distintos, que formam as Superintendências de Belo Horizonte-MG (CBTU/BH), João Pessoa-PB (CBTU/Jop), Maceió-AL (CBTU/Mac), Natal-RN (CBTU/Nat) e Recife-PE (CBTU/Rec). Sendo a última a maior Superintendência da empresa em números de funcionários e em extensão de linha, também conhecida como Metrô do Recife [10], na qual está focada esta pesquisa.

Embora a CBTU/Rec possua um denso organograma, com dez grandes gerências, a Implantação BIM será, inicialmente, desenvolvida na Gerência Regional de Implantação e Obras (GIOBR), pois este é o setor responsável pelos serviços de engenharia referentes à realização de Projetos, Orçamentação, Implantação, Contratação, Fiscalização e Acompanhamento de obras da CBTU/Rec, sendo composta pelas Coordenações Operacionais de: Projetos (COPRO); Controle e Acompanhamento de Obras (COACO) e Implantação (COIMP). Atualmente, há na CBTU Recife um “Grupo de Trabalho para Planejamento, Implementação e Disseminação do BIM na CBTU – STU/REC” (GT BIM CBTU/Rec), composto por funcionários da Gerência de Obras, do qual faz parte o autor desta pesquisa. Nesta gerência, há ainda um grupo de profissionais já envolvidos com processos BIM em níveis de modelagem e fase inicial de implantação, conhecido informalmente como Núcleo BIM. Estes grupos internos se formaram no segundo semestre de 2018, quando das primeiras movimentações internas (“*bottom-up*”), no sentido da Implantação BIM na empresa.

#### 3.2. Processo de Projetos

Quanto ao processo de trabalho na Gerência de Obras (GIOBR), pode-se dividi-lo da seguinte forma:

- Processo Pré-Licitatório (Obras Civas): quando há necessidade de implantação, adequação, ampliação ou reforma nas instalações da CBTU;
- Processo Pré-Licitatório (Sistemas): serviços em Sistemas Eletroeletrônicos e de Telecomunicações;
- Início de Obras e Serviços de Engenharia: processo pós-licitatório quando as empresas contratadas iniciam os serviços de Obras, ficando à Cargo da GIOBR o papel de fiscalização.

A implementação atual concentra-se nos processos Pré-Licitatórios, em especial, Obras Civas.

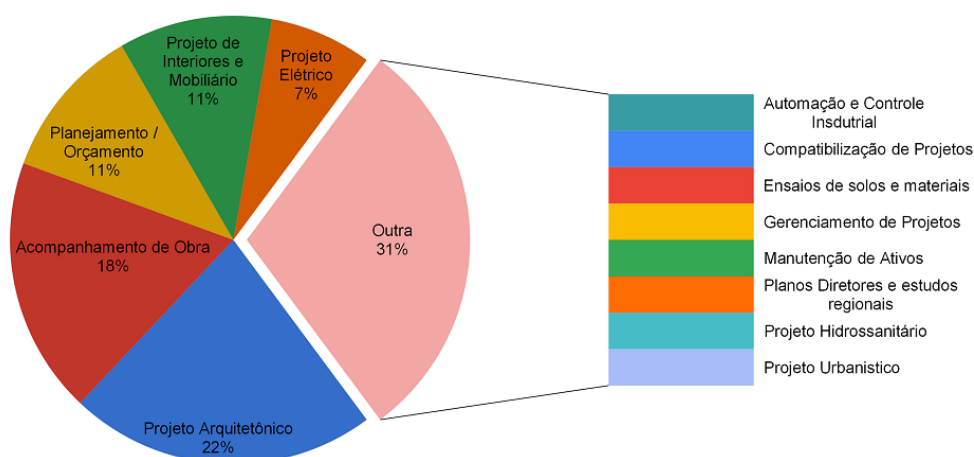
### 3.3. Pessoas

Como a implantação BIM em questão trata-se apenas da GIOBR, foi realizado um levantamento desta Gerência, que atualmente conta com cerca de 50 funcionários, entre Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Industriais.

Como a metodologia BIM é essencialmente colaborativa e disruptiva, faz-se necessária a capacidade de relacionamento e trabalho em equipe, bem como a mudança nas funções e responsabilidades das pessoas envolvidas. Portanto, o diagnóstico da equipe descreve as qualificações atuais dos envolvidos no processo, a fim de se verificar novas aptidões necessárias para a execução dos trabalhos e futuras necessidades de treinamentos ou contratações.

Entre os meses de junho e agosto de 2019, em trabalho conjunto com o GT BIM, foi aplicado um questionário para conhecimento e consolidação da expertise da equipe. Para este diagnóstico, optou-se por analisar inicialmente o perfil dos componentes do Núcleo BIM, que estão engajados nas mudanças propostas pelo BIM.

O perfil traçado dos envolvidos, conforme funções, atribuições, experiências e aptidões, aponta que a equipe é bem dividida entre Arquitetos (31%), Engenheiros (Eletricista e Civil) (31%) e Técnicos Industriais (Edificações e Eletrotécnicos) (38%). Mostrando-se adequado ao princípio de multidisciplinaridade da metodologia BIM. Possuindo também experiências e aptidões diversificadas, pontos necessários para a implementação dos diversos Usos do BIM.



**Figura 1**  
Experiências do Núcleo BIM da GIOBR da CBTU/Rec. (Fonte: GT BIM CBTU).

### 3.4. Tecnologia

Aqui será descrito um levantamento das condições conhecidas, contudo, as informações de caráter técnico, sigilosas ou de segurança do sistema, ficaram a cargo da Coordenação Operacional de Informática e O&M (COIOM), e não serão divulgadas neste artigo. Estas informações servirão de subsídio para a elaboração do Plano de Implantação BIM, que contará com o planejamento de aquisição de recursos tecnológicos, adequados para cada fase da implantação do BIM.

Quanto aos **softwares** de arquitetura e engenharia da GIOBR que suportam tecnologia BIM com possibilidade de integração, verificou-se que há disponibilidade de licenças do software TQS e do pacote AEC Collection da Autodesk. Contudo, vale a pena salientar que os profissionais ainda estão sendo treinados para uso dos softwares relacionados.

Quanto à **estrutura de rede**, verificou-se que, em virtude do grande fluxo de dados no ambiente de trabalho colaborativo BIM, ainda mais em projetos de edificações metroferroviárias, bem como apresentação contendo, simulações e renderizações, ainda há necessidade de infraestrutura para armazenamento, tráfego de informação e capacidade de processamento.

Quanto ao **acervo de projetos** existente na GIOBR, verificou-se um volume elevado de arquivos que se encontram no servidor, e que já se dispõe de uma estrutura segura e um padrão que atende às necessidades atuais. No caso de projetos em andamento ou novos, seria possível utilizar a mesma opção no servidor local. Devido às restrições de acesso e conexões (segundo normas e regimentos internos), não seria possível conectar o servidor local à nuvem. Como alternativa, no pacote de **softwares** adquirido, é disponibilizado (por licença) um espaço na nuvem da Autodesk para uso da equipe para compartilhamento de modelos.

Em uma avaliação aos **hardwares**, nota-se que os computadores usados tradicionalmente na empresa são em sua maioria desktop, com configurações definidas para “trabalhos básicos de escritórios públicos”, o que dificulta a execução de **softwares** gráficos de arquitetura e engenharia, que demandam melhor configuração tecnológica.

### 3.5. Procedimentos de entregáveis

Em uma análise quanto à nomenclatura e codificação de arquivos de projetos, levantou-se que os documentos elaborados e executados pela STU Recife são armazenados em servidor interno, para a codificação e nomenclatura deles há um procedimento padrão definido no Manual de Codificação de Projetos. Porém, em virtude da grande quantidade de projetos e reformas nas edificações existentes na STU Recife, ao longo do tempo, percebeu-se a duplicidade dos códigos em situações específicas.

Quanto aos entregáveis e troca de arquivos entre disciplinas, atualmente são arquivos de desenhos vetorizados 2D em extensão .DWG ou .RVT, que ficam disponibilizados

no servidor. A solicitação do arquivo entre equipes ocorre verbalmente e por e-mail, e a análise e coleta das informações necessárias é feita individualmente pelo receptor. Os entregáveis finais, tanto para processos internos, como licitações externas, são pranchas técnicas impressas, em arquivo .PDF e em extensões nativas.

### 3.6. Diagnóstico do Grau de Maturidade

Como definição do ponto de partida, as informações já registradas em 2018, antes da origem do GT BIM CBTU/Rec, foram também submetidas aos métodos de análise de maturidade BIM, permitindo uma análise comparativa temporal.

As Tabelas 1 e 2 a seguir demonstram os respectivos resultados das análises temporais do Grau de Maturidade conforme os dois métodos supracitados, BIM Maturity Matrix e Organizational BIM Assessment. Tais resultados também se encontram apresentados de forma gráfica, conforme Figuras 2 e 3, respectivamente.

Ano	$\Sigma$ Pontos	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade	Classificação	Estágio
2018	15	1,3	3%	Nível Inicial (Baixa Maturidade)	Estágio 1
2021	65	5,4	14%	Nível Inicial (Baixa Maturidade)	Estágio 2

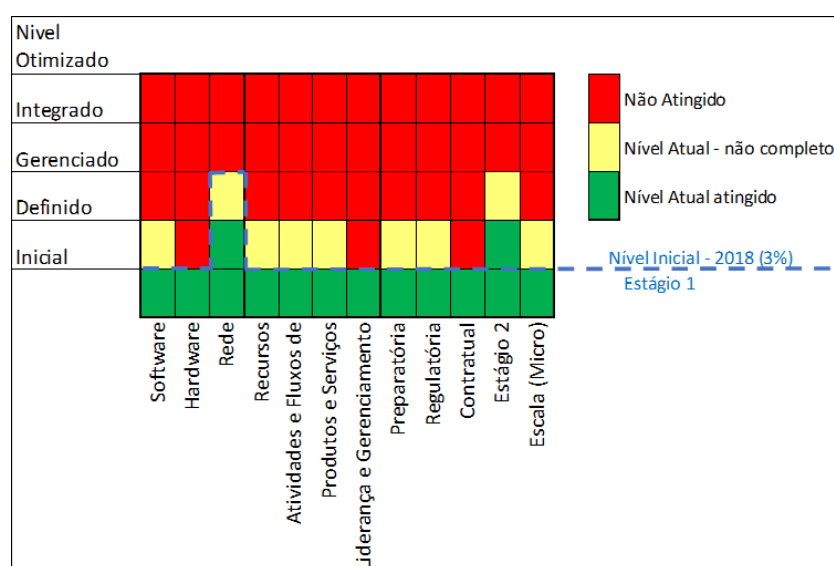
**Tabela 1**

Grau de Maturidade BIM da GIOBR CBTU/Rec – (BIM<sup>3</sup>). (Fonte: o Autor).

Elementos Avaliados	Nível Inicial (2018)	Nível Atual (2021)	Nível Desejado (2022)
Estratégia	20%	48%	68%
Usos BIM	0%	20%	30%
Processos	0%	0%	20%
Informação	7%	7%	33%
Infraestrutura	20%	33%	60%
Pessoal	12%	52%	76%
<b>Média Percentual</b>	<b>10%</b>	<b>27%</b>	<b>48%</b>

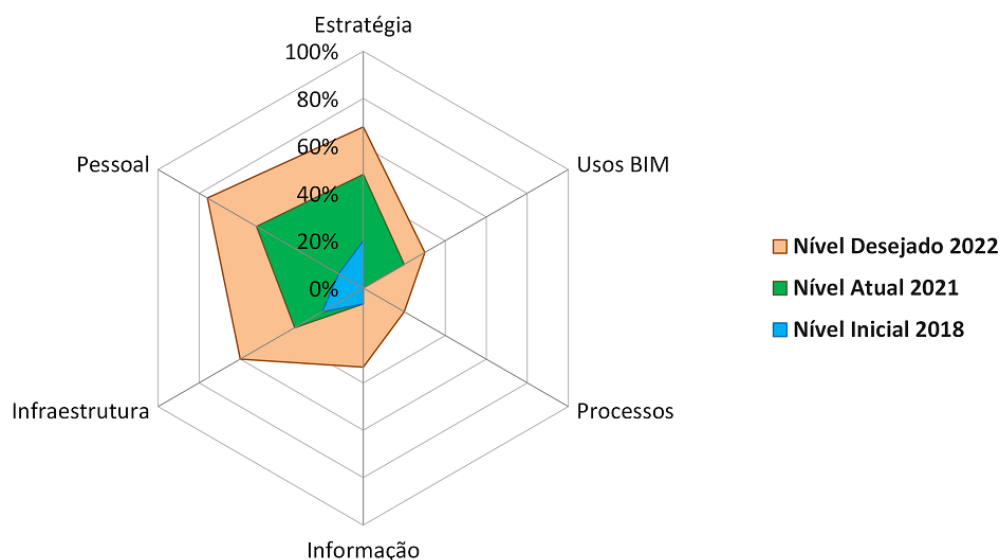
**Tabela 2**

Grau de Maturidade BIM da GIOBR CBTU/Rec – BIM Assessment. (Fonte: o Autor).



**Figura 2**

Maturidade BIM da GIOBR CBTU/Rec – BIM Maturity Matrix. (Fonte: o Autor).



**Figura 3**  
Maturidade BIM da  
GIOBR CBTU/Rec – BIM  
Assessment. (Fonte: o  
Autor).

#### 4. Resultados, Discussões e Sugestões

É notável que as mudanças ocorridas entre 2018 e 2021 foram focadas nos “pontos fortes”, as áreas mais desenvolvidas (Pessoal, Estratégia e Infraestrutura) se desenvolveram mais, e as demais (Usos BIM, Processos e Informação) ficaram estagnadas. Tal impacto ocorreu devido uma implementação “*bottom-up*” baseada em “oportunidades e desafios”; uma vez que se trata de uma empresa pública do governo federal brasileiro, de organograma extenso, onde segundo a estrutura matricial os recursos e estratégias organizacionais nem sempre se alinham com todas as frentes de trabalho operacionais.

Outro contribuinte fator para a estagnação na área de Informação, é que esta é comumente avaliada com baixa maturidade no Brasil [13], devido à falta de normas voltadas à Classificação da Informação próprias do país, que ainda estão em desenvolvimento.

Quanto aos avanços identificado entre 2018 e 2021, é que a empresa se encontrava no Estágio 1 (Modelo Baseada em Objetos) e atualmente encontra no Estágio 2 (Colaboração baseada em modelo), na escala da BIM Maturity Matrix [7]; já havendo colaborações em BIM para casos de processos de projetos de edificações.

Outro crescimento de maturidade expressivo é na área de Pessoal e Estratégia, fato ocorrido devido aos esforços do GT BIM CBTU/Rec para realização de capacitações e programas de educação e treinamentos internos e externos.

Para os anos seguintes, se propõe a definição de algumas diretrizes conceituais a serem aplicadas na CBTU/Rec a fim de que se atinjam as metas desejadas. Tais diretrizes resumem-se a seguir, conforme áreas exploradas no diagnóstico de Grau de Maturidade:



**Estratégia:** Para avançar na maturação da estratégia os principais pontos de ação envolvem a inclusão formal da alta gestão no GT BIM/Rec, permitindo uma implementação “top-down” e a aquisição de recursos apropriados. Será necessário também desenvolver múltiplos “BIM Champions” [16], um em cada coordenação (COPRO, COIMP, COACO). E, há uma necessidade de indicadores para os objetivos BIM, permitindo que sejam mensuráveis.

A exemplo de sugestões bibliográficas [18], o foco dos indicadores deve ser monitorar qualidade, produtividade e acurácia. Como critério de produtividade deve-se relacionar as horas técnicas aplicadas nos projetos e o porte deles, além da rentabilidade de cada posto de trabalho. Como critério de qualidade e acurácia [18], pode-se relacionar o volume de problemas encontrados e discutidos ao longo do projeto e no acompanhamento da obra.

Para o acompanhamento dos problemas de projeto sugere-se a criação de um fluxo de trabalho para coordenação e comunicação de projetos em BIM que sejam baseados em BIM Collaboration Format (BCF) [8].

O BCF permite que diferentes aplicações BIM comuniquem os problemas (*issues*) dos modelos entre si. Estes *issues* podem ser associados aos projetistas responsáveis, à tags desejáveis, a imagens e localização do problema no modelo BIM [8]. Assim sendo, os *issues* podem ser levantados e suas quantidades podem ser utilizadas como indicadores da qualidade dos projetos.

Outro indicador sugerido é o controle de quantidade de revisões por projetos desenvolvidos pela empresa. De tal maneira que é possível identificar a frequência com que há solicitações de alterações de projeto e como isso afeta a quantidade final de horas técnicas.

Para as etapas de fiscalização de obras, sugere-se dois indicadores importantes para empresas públicas: o levantamento dos pedidos de adição de contratos de tempo e valor, e seus respectivos quantitativos percentuais em relação aos números iniciais do projeto.

**Usos BIM:** Será necessário, junto ao GT BIM e alta gestão, mapear e documentar os Usos BIM necessários na instituição, sejam para Projetos (*capex*) ou Operações (*opex*) [16][17];

**Processos:** Sendo um dos itens que menos se desenvolveu na empresa entre os dois períodos de medição de maturidade, a implementação em processos deverá ocorrer de forma mais lenta, porém continuada. Para tanto, os primeiros passos para o desenvolvimento deverá ser a documentação de alto nível dos processos em BIM para projetos, para os principais Usos BIM [16]; e os processos organizacionais, de troca de arquivos armazenamentos, documentações, relações multidisciplinares e afins.

**Informação:** A maturação da Informação BIM apresenta-se como um dos mais críticos pontos, tanto a nível organizacional, quando a nível nacional, principalmente

no que tange às empresas públicas, pois a normas de Sistemas de Classificação de Informação da Construção nacionais ainda não estão completas e divulgadas [13].

Sugere-se, a fim de se alcançar as metas traçadas, a utilização de padrões internacionais como o OMNICLASS, uma vez que as normas brasileiras NBR15965 estão sendo desenvolvidas como uma derivação deste [2].

Outro passo a maturação da Informação, será a definição e documentação do LOD [16][17] necessário para os elementos do projeto, a serem definidos no Plano de Execução BIM [17]; e a documentação e padronização dos dados de facilities para a operação das edificações.

**Infraestrutura:** Na área de infraestrutura, deverá haver investimento em software, para que esteja disponível para todos os envolvidos; em hardware para trabalho com sistemas avançados; e em instalações de espaço físico dedicado ao BIM, com possibilidade de visualização suficiente para múltiplos participantes em colaboração.

**Pessoal:** A área de pessoas foi a que mais se desenvolveu entre a instituição do GT BIM CBTU/Rec e medição atual de maturidade. Para a continuidade da maturação e alcance das metas estabelecidas será necessário expandir a atuação do GT BIM para todos os setores da Gerência de Obras; desenvolver programas de educação e treinamento periódicos e dar continuidade ao processo de conscientização para a que responsabilidade BIM e o preparo para a mudança necessária seja aceito por todos os indivíduos.

## 5. Conclusões

Através da aplicação de métodos de diagnóstico e acompanhamento de implementação BIM como o BIM Maturity Matrix e o Organizational BIM Assessment, alinhado com métodos acadêmicos como é o caso do Design Science Research foi possível estruturar uma implementação BIM em uma empresa de projetos, com foco em seus processos. Tal formalização da implementação permite que as equipes de projeto e os responsáveis pela implementação definam um Plano de Implementação, com metas, objetivos, Usos BIM pretendidos, e indicadores de mensuração.

O diagnóstico realizado na CBTU Recife, permite analisar ainda que uma implementação BIM “*bottom-up*”, baseada em “oportunidades e desafios”, embora com esforços louváveis das equipes internas de técnicos e funcionários, não permite a eficiência desejável, devido a necessidade de realização de recursos financeiros, tecnológicos, de atividades e funções, sendo necessário para tal a inclusão da alta gestão no processo (implementação “*top-down*”).

É ainda possível verificar que para o caso específico de empresa pública Brasileira, como é a CBTU Recife, há a necessidade de melhores definições governamentais, a nível nacional, quanto à normas e prescrições jurídicas para a definição de Requisitos para Classificação da Informação e Usos BIM.

## Referências

- [1] A. Hevner et al, “Design Science in Information Systems Research”, *MIS Quarterly*. 2004, <https://www.researchgate.net/publication/201168946>
- [2] Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), “Processo de Projeto BIM: Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC”, Vol. 1 a 6, 2017.
- [3] Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), “Guia ASBEA Boas Práticas em BIM”, 2015.
- [4] Brasil, “Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 – Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019”, *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, p. 5, 3 abr. 2020.
- [5] Brasil, “Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 – Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling”, *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, p. 3, 18 mai. 2018.
- [6] Brasil, “Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 – Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling”. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, p. 2, 23 ago. 2019.
- [7] B. Succar, “Building Information Modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders”, *Automation in Construction*, 2009.
- [8] Building Smart International, “BIM Collaboration Format (BCF)”, 2021, <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/>
- [9] Câmara Brasileira da Indústria da Construção, “Implementação BIM – Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras”, Brasília: CBIC, 2016. 72 p.
- [10] Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), CBTU Website, 2018, <https://www.cbtu.gov.br/>
- [11] D. Lacerda et al, “Design Science Research: A Research method to production engineering, 2012”, <https://www.researchgate.net/publication/260764214>
- [12] G. Broadbent, *Design in architecture: architecture and the human sciences*, London: John Wiley & Sons, 1973.

- [13] L. de O. Lima, “Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do building information modeling”, 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2019.
- [14] M. L. V. X. de Andrade and R. C. Ruschel, Building Information Modeling (BIM), In: D. C. C. K. Kowaltowsk et al, “O processo de Projeto em arquitetura”, São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- [15] M. Vries and H. Wagter, A CAAD model for use in early design phases, In: M. McCullough, W. Mitchell, and P. Purcell. “The electronic design studio: architectural knowledge and media in the computer era”, Cambridge: MIT Press, 1991.
- [16] Pennsylvania State University, Computer Integrated Construction (CIC) Research Group, “BIM Planning Guide for Facility Owners”, V 2.0, 2013.
- [17] Pennsylvania State University, Computer Integrated Construction (CIC) Research Group, “Building Information Modeling (BIM) Project Execution Planning Guide”, 2010.
- [18] S. R. L de Amorim, *Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos*, 1. ed., Rio de Janeiro, LTC, 2020.