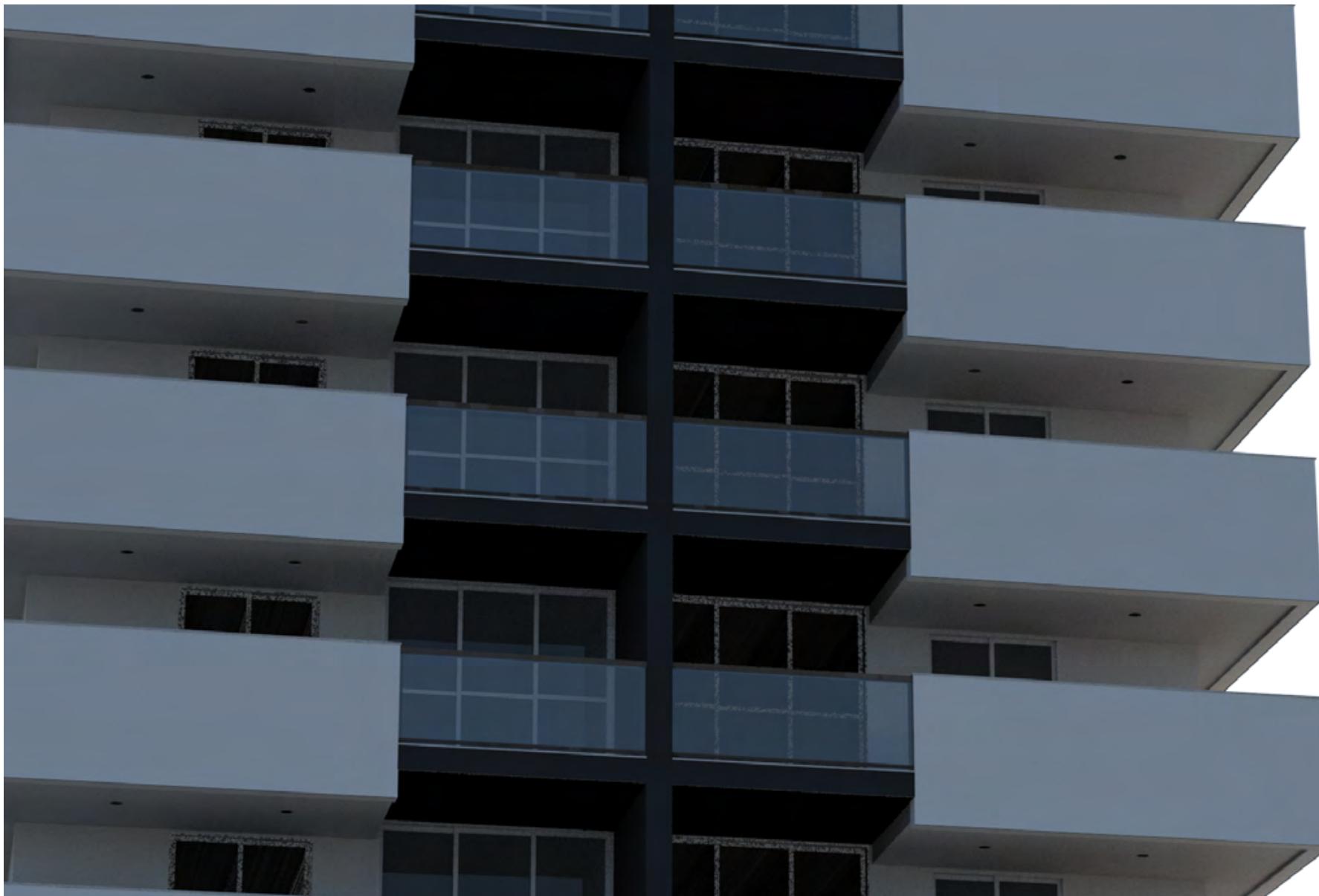


A Implantação de Processos BIM





A Implantação de Processos BIM

GUIA
06

Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC

GUIA 6 – A Implantação de Processos BIM

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

A Implantação de Processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC /

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF:

ABDI, 2017.

Vol. 6; 22 p.

ISBN 978-85-61323-48-6

1. Engenharia. 2. Engenharia Civil. 3. Modelagem da Informação da Construção. 4. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. I. Título.

CDU 624

CDD 620

© 2017 – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI
Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, desde que seja citada a fonte.

ABDI

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Setor Comercial Norte, Quadra 01, Bloco D, 2º andar
Ed. Vega Luxury Design Offices | Asa Norte, Tel: (61) 3962-8700.

www.abdi.com.br

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Michel Temer

Presidente

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS

Marcos Pereira

Ministro

Marcos Jorge de Lima

Secretário Executivo

Igor Nogueira Calvet

Secretário de Desenvolvimento e Competitividade Industrial

Nizar Lambert Raad

Diretor do Departamento de Insumos Básicos e Trabalho

Talita Tormin Saito

Coordenadora-Geral das Indústrias Intensivas em Mão de Obra e de Bens de Consumo

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

Luiz Augusto de Souza Ferreira

Presidente

Miguel Antônio Cedraz Nery

Diretor de Desenvolvimento Produtivo e Tecnológico

José Alexandre da Costa Machado

Diretoria de Planejamento

Tainá Serra Pimentel

Chefe de Gabinete

Cynthia Araújo Nascimento Mattos

Gerente de Produtividade e Desenvolvimento Tecnológico

Claudionel Campos Leite

Coordenador de Difusão Tecnológica

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI)

Supervisão

Miguel Antônio Cedraz Nery

Diretor de Desenvolvimento Produtivo e Tecnológico

Coordenação

Claudionel Campos Leite

Equipe Técnica

Cynthia Araújo Nascimento Mattos

Gerente de Produtividade e Desenvolvimento Tecnológico

Claudionel Campos Leite

Coordenador de Difusão Tecnológica

Willian Cecílio de Souza

Assistente de Projetos

Coordenação de Comunicação

Gustavo Henrique Ferreira Gouveia

Coordenador de Comunicação

Bruna de Castro Pereira

Analista em Comunicação

Marcus Vasconcelos Lucena

Web Designer

CONTRIBUÍRAM PARA ESTE GUIA

Alex Justi

Sandra Schaaf Benfica

Sergio Scheer

Miguel Krippahl

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC)

Supervisão

Nizar Lambert Raad

Diretor do Departamento de Insumos Básicos e Trabalho

Equipe Técnica

Talita Tormin Saito

Coordenadora-Geral das Indústrias Intensivas em Mão de Obra e de Bens de Consumo

Andressa Mares Guia Milhomens

Analista de Comércio Exterior

Hugo Leonardo Ogasawara Sigaki

Analista de Comércio Exterior

GERENCIAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS (GDP)

Coordenação Geral

Sergio R. Leusin de Amorim, D.Sc.

Equipe Técnica

Eduardo Toledo dos Santos, Ph.D.

Consultor

Christine Eksterman

Arquiteta

Jano Quintanilha Felinto

Arquiteto

Luciano Capistrano Gomes

Arquiteto

Nicolau Mello

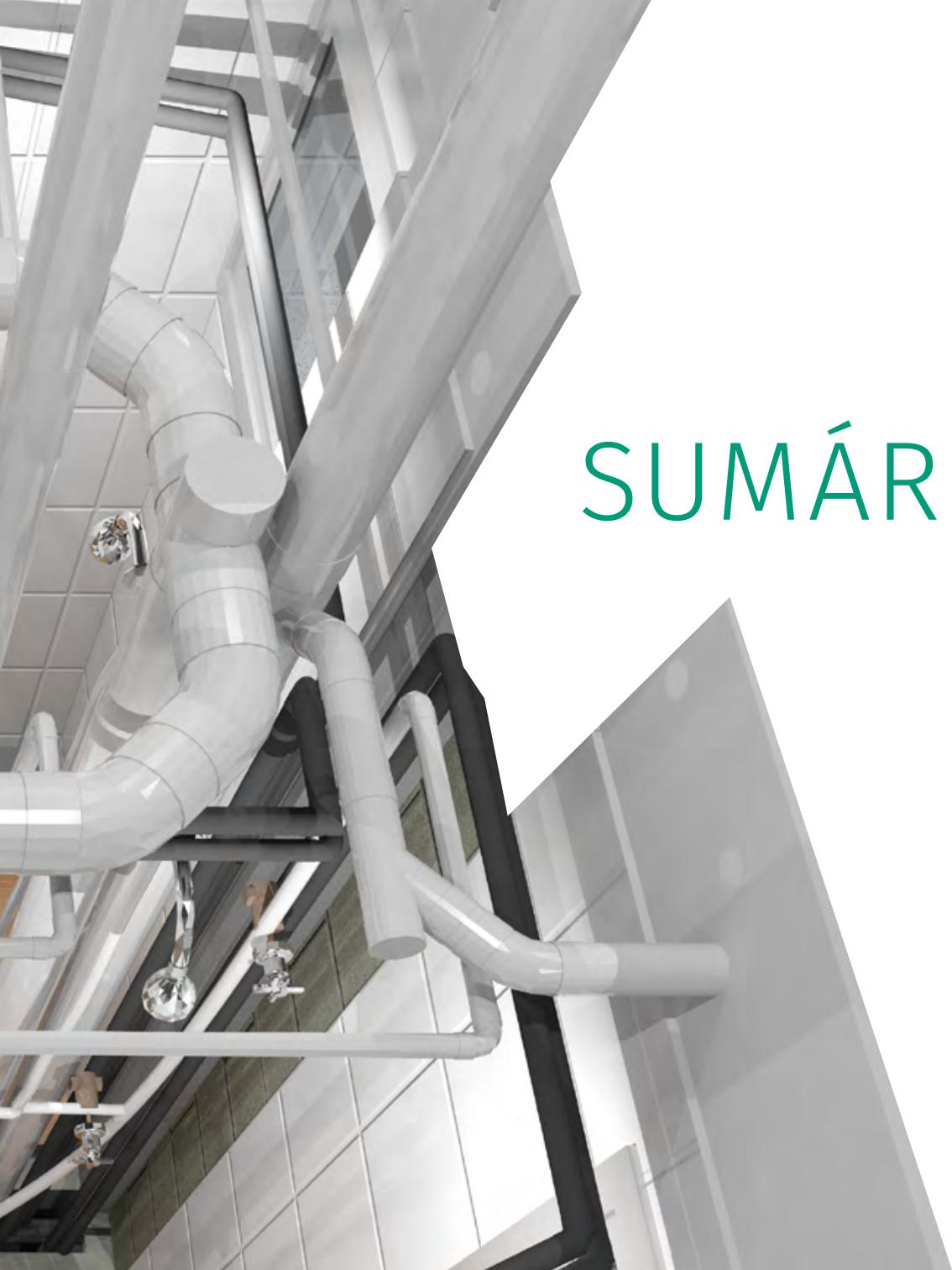
Designer gráfico

Pedrinho Goldman

Consultor

Rogério Susuki

Consultor



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA COLETÂNEA GUIAS BIM ABDI-MDIC 7

1 ORGANIZAÇÃO DA COLETÂNEA 8

- 1.1 Objetivos da coletânea e público alvo 8
- 1.2 Estrutura da coletânea 9

2 INTRODUÇÃO AO GUIA 6 10

- 2.1 BIM como uma inovação tecnológica disruptiva 11
- 2.2 Vantagens e benefícios do BIM nas organizações de projeto, de construção e de operação de edificações 12
- 2.3 BIM: inovação e mudança de cultura 17
- 2.4 Questões preliminares 18
 - 2.4.1 O que é prioritário? 18
 - 2.4.2 Quais recursos técnicos e humanos posso utilizar? 18
 - 2.4.3 Quais investimentos e quando? 18

3 DIAGNÓSTICO DAS ORGANIZAÇÕES 19

- 3.1 As quatro dimensões da inovação: tecnologia, processos, pessoas e procedimentos 19
- 3.2 Infraestrutura tecnológica 19
- 3.3 Processos: novos fluxos, novos produtos e procedimentos 20
- 3.4 Pessoas: a mudança de cultura 22
- 3.5 Procedimentos: reflexo dos processos e da cultura da organização 25

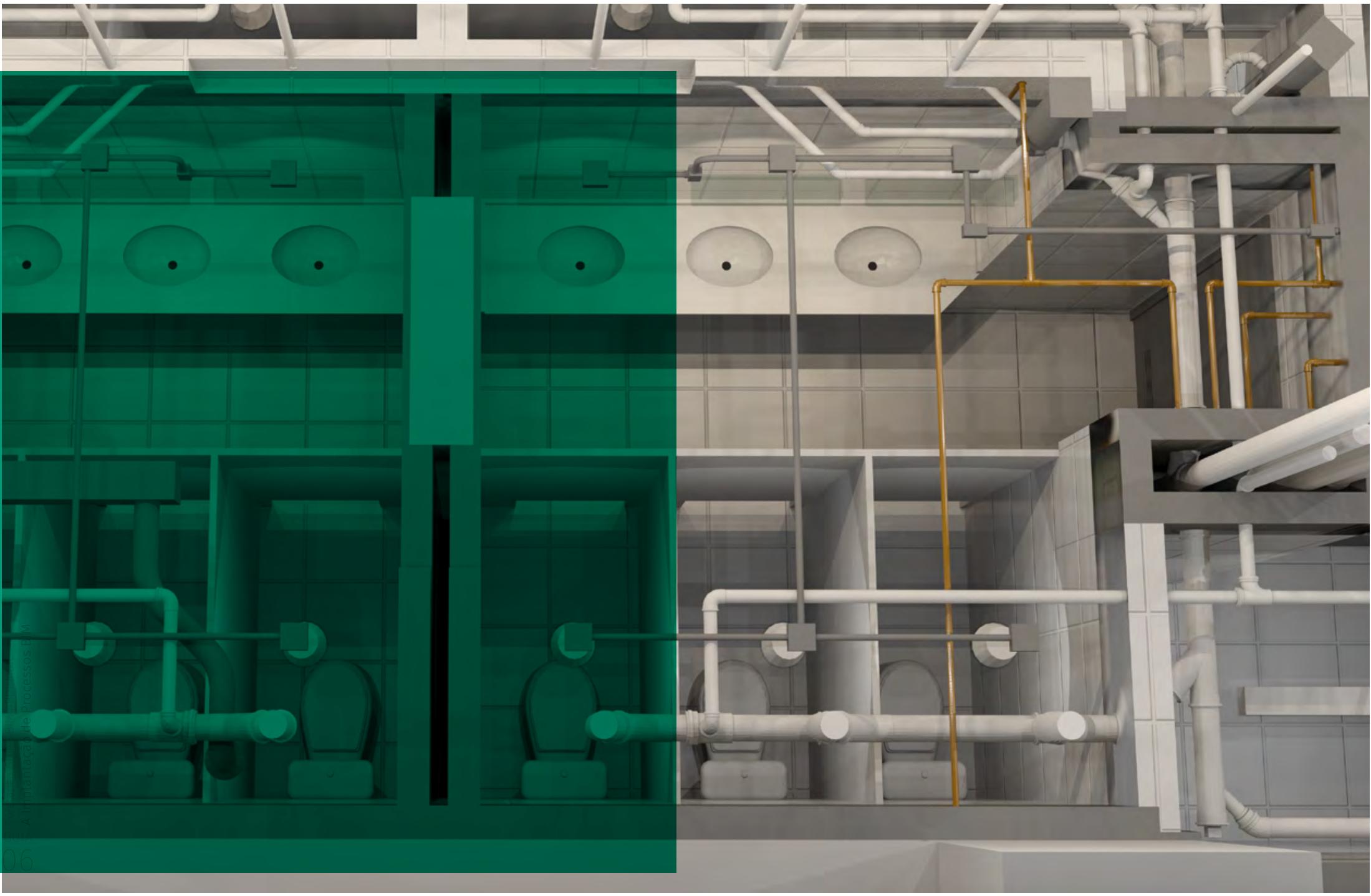
4 ESTRATÉGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE BIM 26

- 4.1 *Roadmap*: onde estamos, onde queremos chegar? 26
- 4.2 Recursos, metas e prazos para o processo de inovação 28
- 4.3 Visão geral do Plano de Implantação BIM 30

5 GERENCIAMENTO DO PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM 31

- 5.1 Monitoramento: indicadores e responsáveis 31

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 32



A Instalação de Processos E.M

APRESENTAÇÃO DA COLETÂNEA GUIAS BIM ABDI-MDIC

A modernização e o aumento da competitividade com ganhos de produtividade são primordiais para a indústria da Construção Civil no Brasil. Incorporar novas tecnologias, materiais, sistemas e processos construtivos configura-se como um caminho de mão única, em que todos os agentes envolvidos na construção, públicos ou privados, devem conjugar esforços para avançar na mesma direção.

Inovações como a **Modelagem da Informação da Construção** ou BIM (do inglês *Building Information Modeling*) são vetores essenciais para a mudança e quebra de paradigmas em um setor intensivo em mão de obra com forte impacto social.

Os benefícios do BIM são diversos, tais como: maior precisão de projetos (especificação, quantificação e orçamentação); possibilidade de simulação das diversas etapas da construção, permitindo a identificação e eliminação de conflitos antes mesmo da construção e diminuindo retrabalhos e desperdícios (resíduos); disponibilização de simulação de desempenho dos elementos, de sistemas e do próprio ambiente construído; gestão mais eficiente do ciclo de obra; diminuição de prazos e custos; e maior consistência de dados e controle de informações e processos, resultando em maior transparência nas contratações públicas e privadas.

A metodologia de modelagem virtual paramétrica ainda está em fase de implantação e desenvolvimento em diversos países. Estudos comparativos internacionais mostram que, além da infraestrutura (equipamentos, software, capacidade de tráfego de dados) e do arcabouço técnico e institucional, é fundamental a participação do governo, enquanto agente regulador e demandante de projetos e empreendimentos da construção nas mais diversas áreas. Portanto, mais do que uma inovação para o mercado, a disseminação do BIM deve se constituir como uma estratégia de governo para alavancar a industrialização do setor da construção e, com isso, obter resultados significativos em termos de produtividade, sustentabilidade, controle, transparência e otimização da alocação de gastos públicos com obras.

Nesse sentido, o **Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC)** e a **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)** coadunam recursos e esforços na disseminação do BIM no Brasil, tais como no apoio à elaboração de normas técnicas ABNT-NBR e no acesso ao seu acervo. Outra iniciativa relevante da parceria ABDI-MDIC é a Plataforma BIM. Em pleno desenvolvimento e com previsão de lançamento no segundo semestre de 2017, a Plataforma BIM terá acesso livre e gratuito e será o repositório nacional de objetos virtuais BIM (*templates*) para fabricantes de componentes e sistemas, construtoras e demais profissionais da construção, além de possibilitar o acesso a informações, publicações, projetos e canais de discussão e demais ferramentas de implementação de melhorias em prol da nova metodologia de modelagem.

Da mesma forma, o setor privado também tem envidado esforços nessa direção, com a realização de seminários e oficinas sobre BIM, além de publicações técnicas.

Neste contexto favorável para o avanço do BIM no país, a ABDI e o MDIC têm a satisfação de colocar à disposição da sociedade a **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**, que tem como objetivo consolidar e disponibilizar, de forma clara e precisa, informações de boas práticas sobre o processo e a contratação de projetos BIM para profissionais dos setores público ou privado envolvidos no ciclo de vida das edificações.

A elaboração dos Guias BIM ABDI-MDIC teve intensa participação de especialistas acadêmicos, gestores públicos e profissionais do setor privado, aos quais oportunamente reiteramos aqui nosso manifesto de confiança e agradecimento. Espera-se que os Guias contribuam para a redução de erros e melhoria da assertividade de editais, projetos, orçamentos e planejamento de obras públicas e privadas e seja um dos pontos de referência para capacitação e qualificação técnica. Os Guias BIM ABDI-MDIC representam uma contribuição relevante por parte do Governo para o avanço da disseminação do BIM no Brasil.

Que sejam bem utilizados e amplamente difundidos!

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC)

1 ORGANIZAÇÃO DA COLETÂNEA

1.1 OBJETIVOS DA COLETÂNEA E PÚBLICO ALVO

O objetivo desta coletânea é consolidar e disponibilizar informações de boas práticas sobre o processo e a contratação de projetos BIM de forma clara e precisa, para que profissionais e contratantes, particularmente aqueles envolvidos em obras públicas, possam ter segurança na transição entre o processo tradicional de projetar e a mudança de paradigma representada pela tecnologia BIM.

Esta coletânea está dirigida a todos os profissionais envolvidos no ciclo de vida das edificações, tais como: gestores públicos, incorporadores, proprietários, responsáveis pela operação ou descomissionamento e demolição, projetistas e executores. Pela sua relevância no papel de incentivadores ao uso do BIM, procuramos enfatizar o papel dos contratantes públicos e as formas de contratação de projetos e obras públicas, já que o governo brasileiro sinaliza que pretende exigir a utilização do BIM em obras públicas.

Durante o desenvolvimento dos Guias, os textos foram divulgados entre as associações técnicas e empresariais e disponibilizados para consulta pública pela internet. Ademais, reuniões abertas presenciais foram realizadas. O expressivo interesse despertado se refletiu em um volume considerável de *downloads* e de sugestões e comentários que contribuíram para a melhoria da proposta.

Os guias apresentam os processos BIM com foco nas plataformas abertas (*OpenBIM*¹), mas serão apresentadas referências a aplicativos de maior relevância no mercado atual ou com funcionalidades específicas, sem que isto signifique, entretanto, endosso ou recomendação de uso.

A tecnologia BIM pode ser utilizada em diferentes processos de criação e produção, tais como nos produtos para construção, mas estes guias têm como foco as edificações para uso humano, tais como residências, unidades escolares ou de saúde, e prédios administrativos ou comerciais. Isto se justifica porque tipos diferenciados de uso podem refletir em processos de projeto diversos, o que exigiria adaptações nas propostas aqui apresentadas.

¹ *OpenBIM* é uma abordagem universal para o projeto colaborativo, realização e operação de edifícios com base em padrões abertos e fluxos de trabalho. *OpenBIM* é uma iniciativa do *BuildingSMART* e de vários fornecedores de *software* líderes que usam o *open construction SMART Data Model*. (tradução livre de <http://BuildingSMART.org/standards/technical-vision/>, acesso em 06/12/2016).

1.2 ESTRUTURA DA COLETÂNEA

A coletânea, tendo em vista o objetivo de facilitar a transição entre o método tradicional e o processo de projeto BIM, pretende apresentar, em seis volumes, um conjunto das informações necessárias para a implantação, contratação e utilização do processo de projeto BIM.

Os volumes são divididos da seguinte forma:

Guia 1 – Processo de projeto BIM: apresenta os principais conceitos e o processo do BIM, abrangendo seus fluxos e usos da concepção até o pós-obra; a modelagem dos componentes BIM e suas especificidades; a relação do BIM com as diversas áreas da indústria da construção – da fabricação de componentes e coordenação modular, do relacionamento do BIM com a nova norma de desempenho e com as normas ISO, e a comunicação e coordenação de projetos BIM.

Guia 2 – Classificação da informação no BIM: apresenta e justifica como o sistema de classificação da informação no BIM pode ser feito, de acordo com vários sistemas de classificação existentes, a adequação à NBR 15965, e como estas classificações podem contribuir para automação de diversas tarefas a partir do modelo BIM e sua relação com a documentação extraída.

Guia 3 – BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção: apresenta a metodologia para a inserção de dados e extração dos diferentes quantitativos no modelo BIM, com relação aos diferentes níveis de desenvolvimento do projeto. Apresenta o vínculo desta ferramenta com o planejamento e o controle da obra.

Guia 4 – Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia: apresenta os principais pontos a serem definidos nos editais e/ou contratos para elaboração e acompanhamento de projetos e obras em BIM e a metodologia para desenvolvimento de projetos BIM de diferentes disciplinas, assim como as questões de autoria de modelos, objetos e dados.

Guia 5 – Avaliação de desempenho energético em Projetos BIM: apresenta as possibilidades de avaliação de acordo com os diferentes níveis de desenvolvimento do projeto, os requisitos do modelo para viabilizar a avaliação e a etiquetagem em modelos e projetos BIM.

Guia 6 – A Implantação de Processos BIM: apresenta as diretrizes para o planejamento da implantação de BIM nas organizações: diagnóstico, definição de metas, *roadmap* estratégico, plano de implantação nas quatro dimensões do BIM (tecnologia, processos, pessoas e procedimentos), gerenciamento da implantação.

Anexo I – Plano de Execução BIM e Fluxograma do processo de projeto BIM. Conjunto de planilhas e fluxogramas disponibilizados em formatos impressos e em arquivos digitais editáveis.

Como os Guias 1 e 2 apresentam os fundamentos da tecnologia e dos processos é importante que eles sejam lidos por todos, mesmo aqueles mais interessados em apenas um dos temas dos demais volumes.

2 INTRODUÇÃO AO GUIA 6

Este volume da coletânea apresenta diretrizes e recomendações para a implantação do processo de projeto BIM nas organizações que desenvolvam ou contratem projetos de edificações.

Passar de um processo de projeto baseado em CAD para o processo BIM não é uma tarefa trivial, sem riscos. Há vários casos em que organizações de diferentes portes, sejam escritórios de projeto, construtoras ou incorporadoras, iniciam o uso de BIM e depois o abandonam, por não conseguirem alcançar os resultados almejados, às vezes após investimentos consideráveis.

Esses insucessos ocorrem por várias razões, tais como tratar o BIM como um “serviço a ser contratado”, externo à organização, sem envolvimento de toda a sua estrutura e em especial de sua direção, ou acreditar que basta um treinamento simples na operação dos aplicativos de projeto. Em comum a estas questões está uma compreensão limitada do que é o processo de projeto BIM.

Para evitar esses problemas, este Guia apresenta uma breve análise sobre as características do processo de projeto BIM que o levam a ser classificado como uma inovação tecnológica profunda, que altera todos os processos de estrutura organizacional. A inovação deve receber tratamento especial em sua implantação. Uma vez caracterizada a inovação, é preciso verificar as condições internas da organização quanto aos aspectos fundamentais do BIM. No Guia 1, foi mencionado que a efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, concatenados entre si por **Procedimentos, Normas e Boas Práticas**, como ilustra a Figura 1.

Deste modo, a primeira ação abordada neste Guia é a execução de um diagnóstico da organização para verificar as suas condições atuais em termos de qualificação, estrutura técnica, processos e nível de documentação formalizada ou boas práticas consolidadas.

A partir desta base, a organização deve desenvolver seu plano estratégico, definindo aonde deseja chegar, em que prazo e quais recursos serão investidos. Nesta etapa devem ficar claros os benefícios que se pretende obter. É fundamental a participação da alta direção da organização, pois é o seu engajamento que dará a segurança de continuidade a todos os participantes, refletindo na motivação e nos resultados.

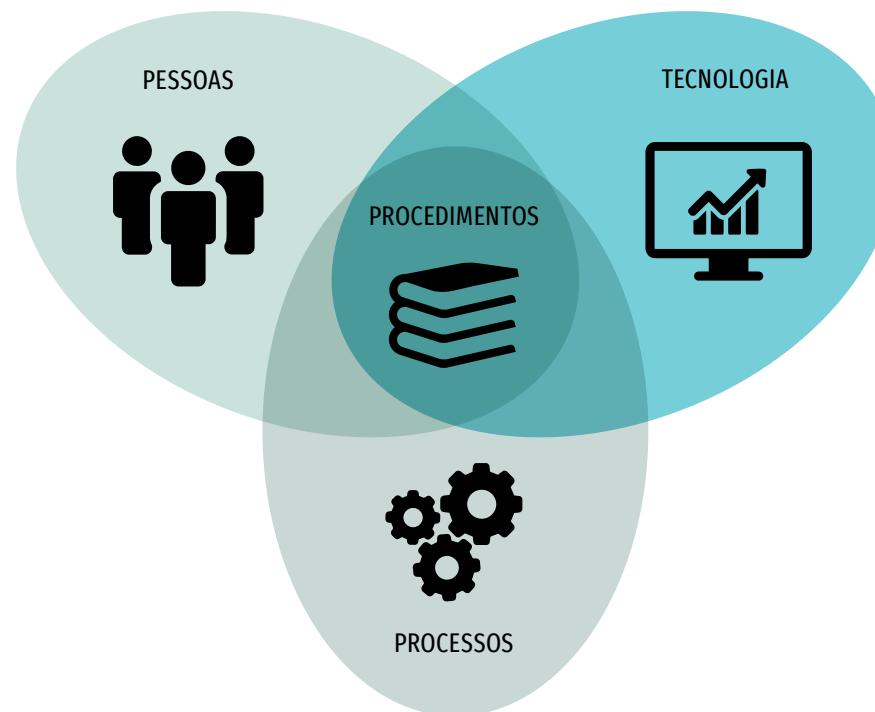


Figura 1: Os fundamentos do BIM. Adaptado de SUCCAR, disponível em: www.bimframework.info acesso em 03/04/2017.

Uma vez estabelecida a estratégia, deve ser elaborado o Plano de Implantação BIM, um roteiro pormenorizado de todas as ações nas quatro dimensões a serem desenvolvidas: o processo, a infraestrutura tecnológica, a qualificação e motivação das pessoas e a documentação ou consolidação das boas práticas.

Mas não basta planejar, é preciso implantar as ações e monitorá-las para que tenham sucesso, com ajustes necessários para se alcançar as metas estratégicas, realizando o gerenciamento do plano de implantação. Após o início das operações, é preciso consolidar todo o novo processo e acompanhar as primeiras operações, de modo a otimizar cada vez mais todo o ciclo.

As organizações de projeto não são estruturas rígidas de produção, pois cada projeto é diferente, para clientes diversos, com expectativas e necessidades variadas. Mesmo em uma organização que contrate projetos rotineiramente, como uma incorporadora ou uma grande instituição governamental, as necessidades podem ser muito diferenciadas. Isso torna necessária certa flexibilidade nos procedimentos e adequação do processo de projeto a cada nova demanda.

Espera-se que o texto deste Guia ajude cada organização a estabelecer suas metas de implantação do BIM com bases sólidas e tecer um plano de ação que leve a um processo de projeto consistente com suas necessidades e recursos, com as maiores chances de sucesso e que posteriormente consiga um aprimoramento contínuo com base nas suas próprias experiências e necessidades.

2.1 BIM COMO UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DISRUPTIVA

Segundo o Manual de OSLO² as inovações tecnológicas podem ser de diversos tipos:

- **Inovações de produto;**
- **Inovações de processo;**
- **Inovações organizacionais;**
- **Inovações de *marketing*.**

Ao analisar o BIM em relação a estes tipos, é possível perceber sua influência em todos os quatro, pois além de alterar o processo de desenvolvimento do projeto e os produtos resultantes, exige uma reorganização das equipes e permite novas estratégias de *marketing*, tais

2 OECD,1997,traduzido pela FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos, disponível em <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>, acesso em 03/03/2017 .Um nova versão, com foco em inovações de processo e produto está disponível em http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf.

3 International BIM Report 2016, obtido de <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-international-bim-report-2016>, acesso em 06/03/2017.

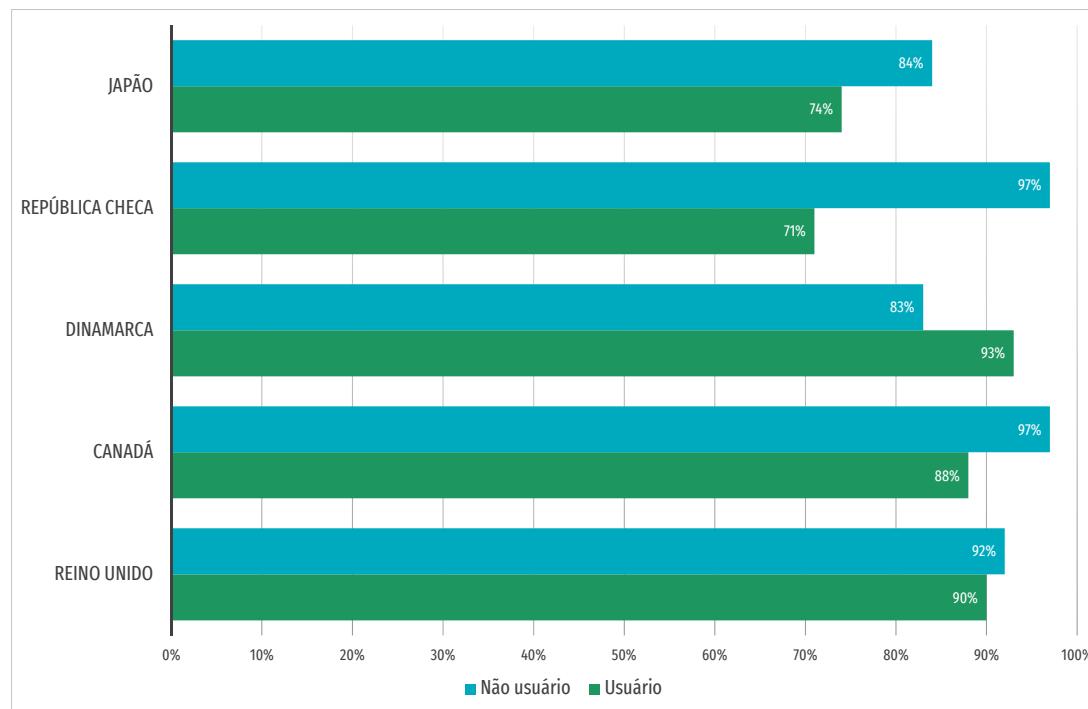


Figura 2: Percepção de exigência de mudanças nos fluxos, práticas e procedimentos de projeto.

Fonte: *Internacional BIM Report 2016*.

como animações e visualizações 360°. As inovações nos produtos não se resumem a novos tipos de documentos e simulações, mas também incluem mudanças na edificação em si, seja pela adoção de novas geometrias, antes muito difíceis de representar e, principalmente, de fabricar, seja pela incorporação de tecnologias que tornam o edifício “inteligente”, capaz de se adaptar a solicitações climáticas ou mesmo de uso, sem interferência externa. O relatório 2016 do NBS³ indica

que entre 83% a 97% dos usuários de BIM em 5 países (Reino Unido, Canadá, Japão, Dinamarca e República Tcheca) afirmam que a adoção do BIM exige mudanças no fluxo, nas práticas e nos procedimentos de projeto.

Além desta tipologia, inovações podem ser incrementais, quando se dão por pequenas melhorias que aumentam a produtividade ou competitividade, ou inovações radicais ou disruptivas, que causam “um impacto significativo em um mercado e na atividade econômica das empresas

nesse mercado”⁴. Este impacto pode alterar a estrutura do mercado, criar novos mercados ou tornar produtos obsoletos. Como são resultados de longo prazo, sua percepção não é imediata.

O BIM pode ser definido como uma inovação radical ou disruptiva não só pelos pontos indicados acima, mas por ser uma “simulação da obra” e, deste modo, exigir do arquiteto conhecimentos de construção⁵, em oposição à abordagem anterior, em que o resultado formal desejado era mais importante do que o “como fazer”. Até recentemente, projetos arquitetônicos limitavam-se à representação do edifício acabado, sem grandes informações sobre o processo construtivo. Com o advento do BIM, a simulação desse processo passa a fazer parte intrínseca do processo de projeto.

Para isto, é preciso que o projetista domine não só “o que fazer”, o desenho do produto edifício, mas “como fazer”, o processo construtivo. Exige-se uma formação mais ampla da equipe de projeto, com um quadro multidisciplinar.

2.2 VANTAGENS E BENEFÍCIOS DO BIM NAS ORGANIZAÇÕES DE PROJETO, DE CONSTRUÇÃO E DE OPERAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Se a implantação do BIM exige investimentos e apresenta riscos, por que deve ser feita?

Devido à variedade do ambiente de projetos, existem várias possibilidades de resposta, desde a mais simples, “porque meu contratante exigiu”, até complexas, “porque apenas com softwares BIM consigo realizar as formas que imagino”, ou ainda “porque é preciso aumentar a produtividade da indústria”, como no caso do Programa

⁴ Manual de OSLO, opus cit.

⁵ Ver SCHEER, D. *The death of drawing: architecture in the age of simulation*. New York: Routledge, 2014.

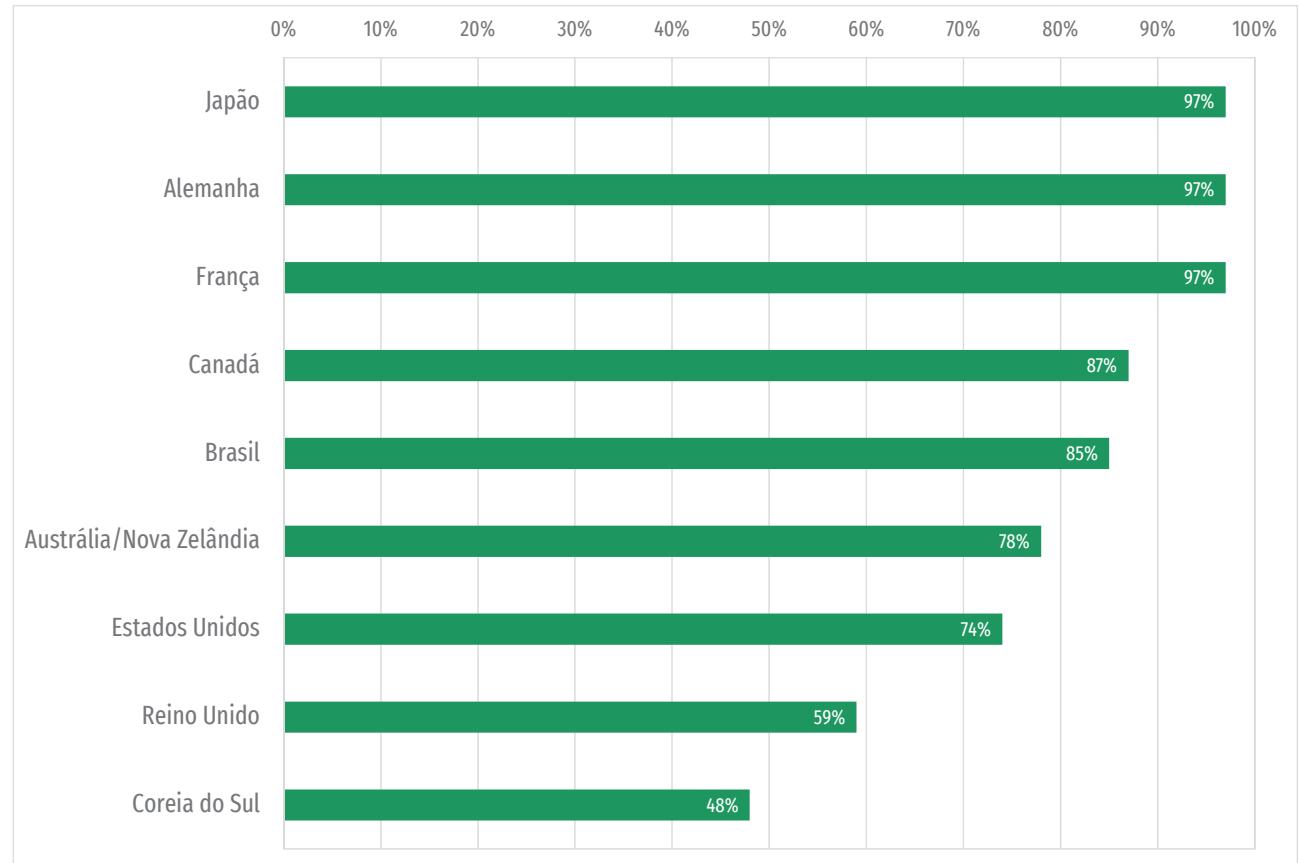


Figura 3: Contratantes que reportam retorno positivo do investimento em BIM. Fonte: MacGraw-Hill, 2014.

BIM do Reino Unido⁶. Este programa do governo britânico apontou a meta de redução de 15% nos custos das obras governamentais, sendo a difusão e a obrigatoriedade do BIM (desde abril de 2016) um dos meios para alcançá-la. Para isso, apenas nos últimos 3 anos o governo investiu £15 milhões em normas e ações de difusão da tecnologia e seus procedimentos.

Toda inovação tecnológica tem fundamentação financeira e o BIM tem se disseminado em todo o mundo por suas vantagens. A crescente velocidade dessa difusão atesta seus resultados. Porém, devido ao longo ciclo de produção da construção as estatísticas ainda não são bem claras.

Embora não haja números consolidados e as pesquisas nem sempre sejam comparáveis, estudos indicam ganhos consideráveis na assertividade e acuidade dos projetos, com impactos positivos no controle de custos e prazos, bem como na qualidade da solução de projeto. E, como mostra a Figura 2, aqueles que investiram em BIM julgaram isto compensador.

A Figura 4 mostra os resultados de um estudo do NBS - *National Building Specification*, comparando os Estados Unidos (USA) com o Reino Unido (UK). É interessante verificar que os índices deste último são mais elevados, por ser o local onde o uso do BIM é mais difundido e consolidado.

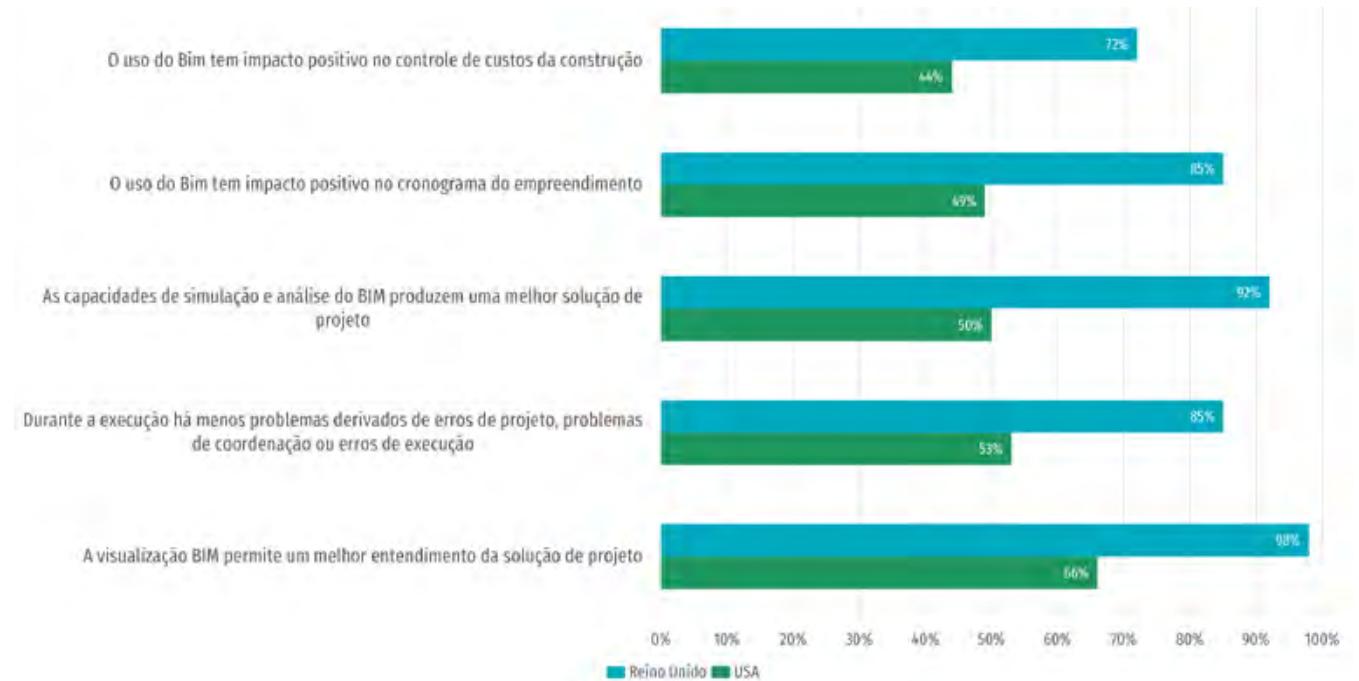


Figura 4: Avaliação do BIM pelos usuários e não usuários. Fonte: MacGraw-Hill, *opus cit.*

⁶ *Government Construction Strategy* (GCS), definido em 31 de maio de 2011, ver *National BIM Report 2016*, disponível em <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2016>, acesso em 09/03/2017.



Figura 5: Benefícios do BIM citados como um dos 3 mais importantes. Fonte: The Business Value of BIM in Global Markets, 2014, *opus cit.*

O estudo da MacGraw-Hill já citado aponta benefícios semelhantes, demonstrados na Figura 5.

As vantagens do uso do BIM se traduzem na sua maior disseminação. A Figura 6 mostra o comparativo entre Reino Unido e Canadá, em que, entre 2013 e 2016 houve um avanço no uso do BIM nestes países. O Reino Unido apresenta um maior percentual de crescimento de usuários, confirmando os bons resultados dos esforços governamentais.

No Brasil, há poucas pesquisas que podem fornecer dados mais precisos, mas diversos exemplos atestam os bons resultados do BIM. Um dos trabalhos existentes é o relatório DIÁLOGOS SETORIAIS PARA BIM – BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPEIA⁷, de 2015, cujo levantamento foi efetuado em 2014. Na ocasião, apenas 20% dos consultados não haviam tomado nenhuma iniciativa em relação ao BIM, embora o uso efetivo ainda fosse apenas de 13%.

⁷ DIÁLOGOS SETORIAIS PARA BIM - BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPEIA, disponível em <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>.

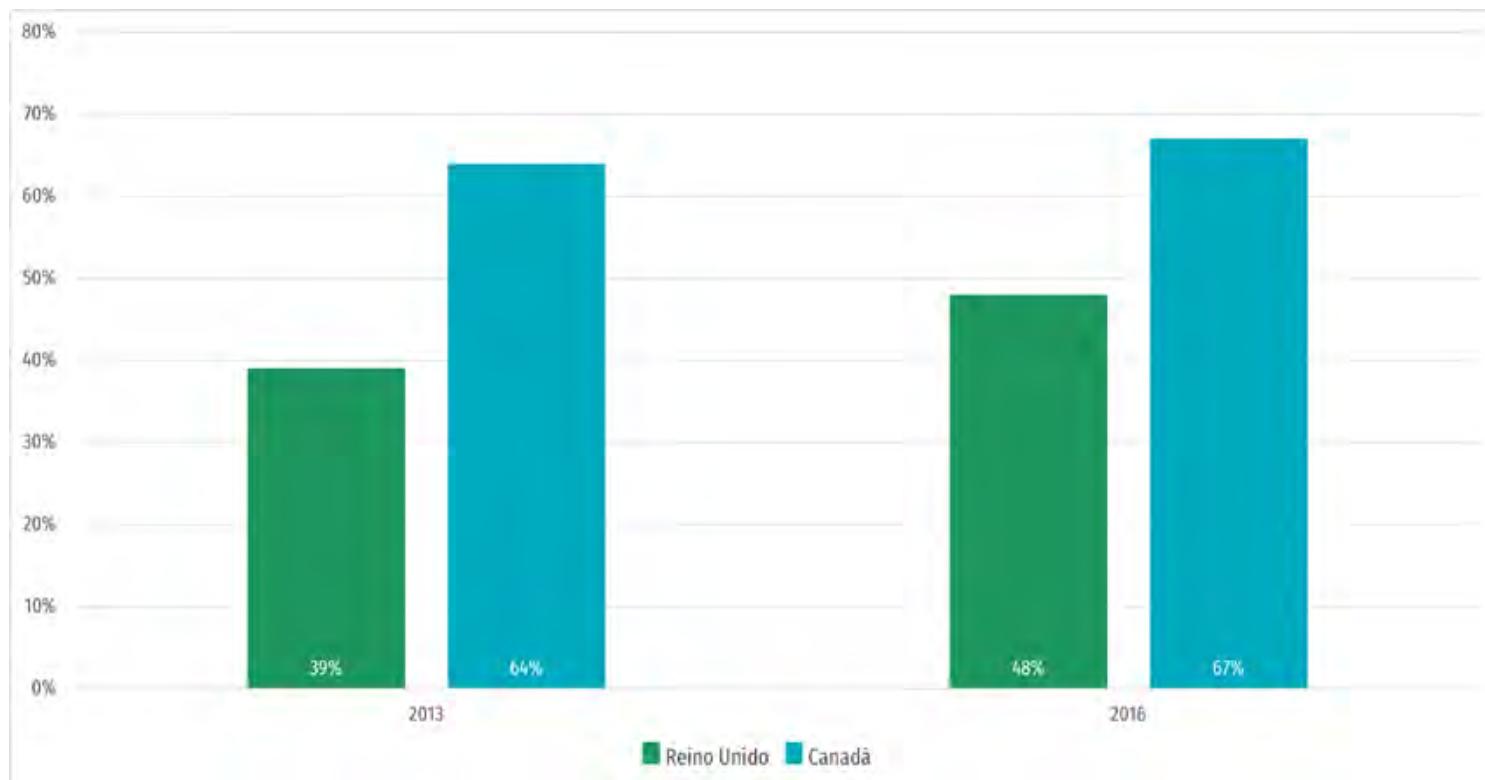


Figura 6: Comparativo do uso do BIM. Fonte: adaptado de NBS *International BIM Report-2013*.

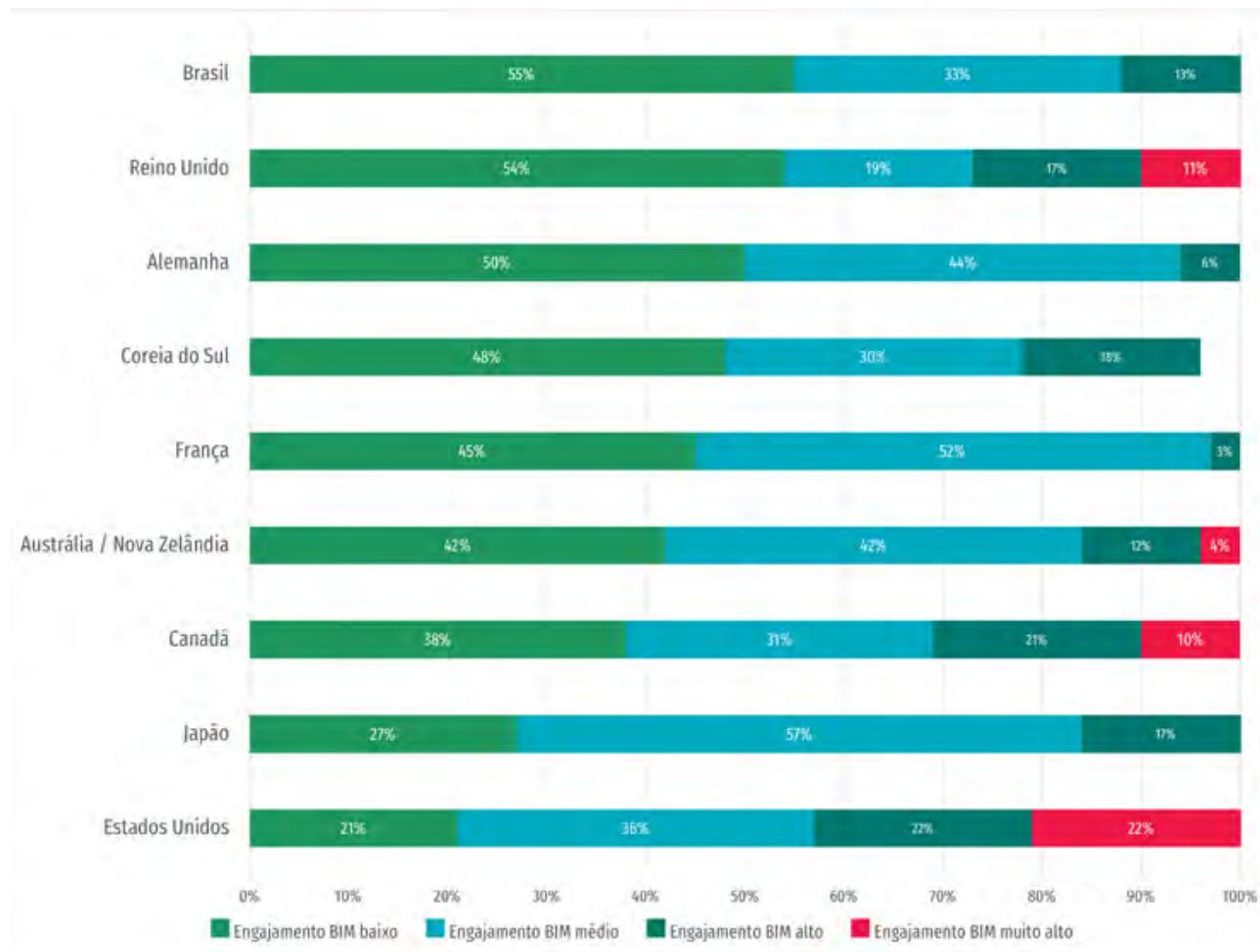


Figura 7: Distribuição das empresas construtoras em relação ao engajamento na utilização do BIM, por país.

Fonte: *The Business Value of BIM in Global Markets*, 2014, opus cit.

Este valor coincide com o estudo da *MacGraw-Hill (The Business Value of BIM in Global Markets, opus cit.)* que compara o Brasil com diversos outros países, como mostra a Figura 7. É importante destacar que como a metodologia destes estudos foi diferenciada, eles não são diretamente comparáveis, devendo ser analisadas desta forma apenas as suas tendências.

As empresas de softwares BIM reportam um crescimento expressivo dos seus produtos BIM nos últimos anos, tendo um deles, um aplicativo primordialmente BIM, indicado um crescimento de sua base instalada no Brasil de 370% entre 2012 e 2016⁸.

Os casos de sucesso são um demonstrativo mais interessante dos benefícios alcançados. O relato da CCDI - Camargo Correa Desenvolvimento Imobiliário no Prêmio Bim SINDUSCON SP indicou que a empresa atingiu 99% de assertividade nos custos e 92% nos prazos, com redução de 16% no tempo de pessoal dedicado ao controle direto da obra.

⁸ Dados obtidos junto ao fornecedor.

Outro exemplo com bons resultados foi o projeto e construção do UCSF Medical Center em Mission Bay, São Francisco⁹, EUA, que reduziu os resíduos da construção de 15 % para 6%, aumentou a produtividade na execução de instalações em 8% e atingiu a média de montagem de 15 painéis de pré-fabricados/dia, em vez dos 10 a 12 em uma execução típica.

Pode-se apontar também o estudo da DRS *Ingenieria y Gestion*, empresa chilena que desenvolveu 234 projetos em BIM para escritórios, varejo e indústria, com custo de construção entre U\$5 milhões e U\$50 milhões, obtendo economias entre U\$250.000,00 e U\$2.500.000,00 por empreendimento, além dos benefícios indicados na Tabela 1.

2.3 BIM: INOVAÇÃO E MUDANÇA DE CULTURA.

Pelo seu caráter de inovação radical, implantar o BIM vai além de alterar a infraestrutura tecnológica de software e hardware e treinar pessoas na operação dos novos sistemas. Cabe ressaltar que a mudança de cultura é o elemento mais importante, pois se passa da visão “do que fazer” para o “como fazer” e da postura de “deixa que a obra resolve” para a antecipação e solução de problemas ainda na concepção.

Falar de cultura de uma organização significa tratar de pessoas, cuja qualificação nem sempre condiz com as novas necessidades e que muitas vezes estão na sua zona de conforto, mas serão desafiadas a uma mudança de postura. Por isso, ações motivacionais e demonstração de comprometimento da alta direção com o projeto de inovação são tão importantes quanto treinamentos para requalificar o pessoal.

Cabe destacar que nem sempre todos os colaboradores atuais terão espaço na nova organização, visto que podem ocorrer casos de não adaptação, que exigem uma abordagem diferenciada. Alocar um técnico jovem, bem qualificado nos aplicativos, mas ainda pouco experiente em processo construtivo, para trabalhar lado a lado com um sênior experiente, mas pouco competente nos novos softwares, pode ser uma forma eficiente de unir duas qualificações necessárias.

A apresentação do projeto de implantação BIM a todos os envolvidos (muitos deles provavelmente fora da organização), dos objetivos pretendidos e das ações propostas são um primeiro passo fundamental para o envolvimento da equipe e para identificação de possíveis pontos de resistência a serem superados.

Tabela 1: Resultados do BIM segundo a RDS.

Aditivos de serviços	0,0963	0,0467
Aumento de prazo	12,42%	7,12%
Prazo de desenvolvimento do projeto	9,5 meses	9 meses
Alterações solicitadas pelo proprietário	4.718 críticos por projeto	0,78 críticos por projeto
Reclamações, conflitos e arbitragens	0,08	0,07
Desvio custo planej. /real	+/-15%	+/-5%
Quantidade de RDI₁₀ de projeto	112	491
Quantidade de RDI de construção	273	72

Fonte: apresentação da DRS no ENIC 2016.

⁹ Ver HAMER, A. *BIM Un-Caged - A Structured Approach To Data Building Information Management* (BIM). Amazon Digital Services LLC, 2017.

¹⁰ *Request for Detailed Information* ou Requerimento para Informação Detalhada

Sendo uma abordagem multidisciplinar, o BIM exige a inclusão de pessoas de diferentes formações, algumas delas até agora afastadas da construção. Analistas de dados, analistas de negócio, entre outras, são especialidades que certamente serão incorporadas às equipes técnicas, mas precisam receber treinamento específico. Estas novas funções e especialidades podem enriquecer a visão dos problemas e contribuir para melhores resultados.

No entanto, mudanças de cultura são lentas, pois exigem que as pessoas alterem suas rotinas mentais, o que demanda tempo e esforço. Esse processo pode ser acelerado com a efetiva participação da equipe nas discussões do plano de implantação e reuniões de avaliação, de modo que todos percebam claramente o que está sendo exigido de cada um.

Os pontos-chave para o envolvimento da equipe são:

- **O pleno conhecimento do processo de inovação;**
- **Definição clara das responsabilidades de cada um;**
- **Definição individual das necessidades de treinamento ou requalificação;**
- **Conscientização das novas demandas às quais os participantes terão que responder;**
- **Abertura para novas especialidades e qualificações em função das novas oportunidades que surgirão, muitas delas ligadas a análise de sistemas e dados, outras a captação e tratamento de imagens.**

O acompanhamento rotineiro do desenvolvimento da equipe deve ser parte do gerenciamento da mudança e deve ser abordado no Plano de Gerenciamento da Implantação BIM, descrito adiante.

2.4 QUESTÕES PRELIMINARES

Cada organização tem suas peculiaridades, interesses e recursos e a implantação do BIM deve refletir estas características. Por exemplo, uma construtora ou organização governamental pode ou não desenvolver projetos internamente; às vezes, apenas parcialmente.

Um roteiro inicial para a implantação deve ser preparado com definição de metas gerais e recursos. Ao longo do planejamento esse roteiro será paulatinamente detalhado e aprofundado. Neste primeiro momento, ele é importante para direcionar os esforços e deve abordar ao menos as três questões descritas a seguir.

2.4.1 O QUE É PRIORITÁRIO?

Uma das primeiras questões a serem discutidas é a prioridade de cada item. Dentre os usos projetados para o BIM, quais serão mais relevantes para a organização? Vale lembrar que existe uma rede de precedência no desenvolvimento dos modelos BIM: por exemplo, antes de desenvolver quantitativos segundo critérios de medição, é preciso consolidar os procedimentos de quantitativos gerais. Do mesmo modo, animações e passeios virtuais em alta resolução necessitam de maiores investimentos em equipamentos e pessoal.

Além disso, é preciso ter em mente como a organização opera. Assim, uma que terceirize projetos deve focar nas ferramentas de coordenação e verificação de qualidade do modelo, não necessitando de uma qualificação forte na operação dos aplicativos de projeto. Este é um engano comum e frequentemente uma organização deste tipo investe em licenças e equipamentos muito além do necessário. A rigor, a empresa pode dispensar os aplicativos de projeto e utilizar apenas visualizadores grátis ou os próprios programas de coordenação. Dada a responsabilidade técnica, se a organização não é autora do projeto, não deve alterar o modelo autoral; logo não necessita de aplicativos para editar este modelo.

2.4.2 QUAIS RECURSOS TÉCNICOS E HUMANOS POSSO UTILIZAR?

Não é uma prática recomendada alocar toda a equipe de uma organização no processo de implantação. Existem projetos que já foram iniciados e devem ter continuidade nos processos em uso. Sempre existem riscos e os primeiros projetos certamente demandam prazos que incorporem a curva de aprendizado da equipe, ou seja, devem ter certa folga no cronograma.

Do mesmo modo, podem ser necessários novos equipamentos, e este investimento talvez tenha que ser diluído no tempo.

2.4.3 QUAIS INVESTIMENTOS E QUANDO?

Mesmo que ainda não se tenha valores exatos que serão necessários à organização, em geral tem-se a noção de sua capacidade de investimento, seja um escritório que fature R\$600.000,00/ano ou uma construtora que tenha um orçamento baseado em muitos milhões. Uma meta inicial de investimentos ajuda a definir as ações e pode servir de balizador para a montagem do Plano de Implantação definitivo.

3 DIAGNÓSTICO DAS ORGANIZAÇÕES

3.1 AS QUATRO DIMENSÕES DA INOVAÇÃO: TECNOLOGIA, PROCESSOS, PESSOAS E PROCEDIMENTOS

O diagnóstico da organização visa estabelecer a base sobre a qual será desenvolvido o programa de implantação. É um descritivo do quadro atual das quatro dimensões que devem ser acompanhadas ao longo da reestruturação a ser feita. O paradoxo de um diagnóstico é que, para saber o que pesquisar, é preciso definir qual o objetivo que se deseja para a implantação, e isto a rigor só será definido mais tarde, ao traçarmos a estratégia da implantação. Assim sendo, o diagnóstico é desenvolvido tendo por base um objetivo amplo, ainda genérico, de modo a ser possível levantar a situação de cada uma destas dimensões. Para isto, apresentamos uma lista básica de pontos, que certamente deve ser adaptada às peculiaridades de cada caso.

3.2 INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA

O fluxo de dados em um ambiente de trabalho BIM é muito elevado. Calcula-se que em um projeto de hospital de grande porte o total de metadados das disciplinas seja próximo de cem milhões¹¹, fora o volume de dados referente à descrição geométrica da edificação e seu entorno. Como ilustração disso, um arquivo federado completo de um projeto de dois blocos de residências de 4 pavimentos e 6.000m² atingiu 170Mb, e um projeto de um conjunto de 100.000m² com três torres chegou a 2,2 Gb¹² ainda no projeto básico. Estes valores variam bastante conforme o aplicativo de projeto em uso, mas o volume de dados a serem tratados será imenso e com tendência a crescer, pois as construções incorporam a cada dia novidades tecnológicas de comunicação, segurança e mesmo de infraestrutura para a “Internet das coisas”. Sensores são cada vez mais comuns para uma infinidade de usos e, todos eles, além de serem mais um enorme volume de componentes incorporados ao projeto, posteriormente vão gerar mais dados para os sistemas de gestão da edificação. Nas organizações de projeto isso se reflete em necessidades de armazenamento, banda de comunicação e capacidade de processamento nos diferentes equipamentos. Estas demandas variam conforme as soluções de ferramentas adotadas e os usos de BIM desejados. Por exemplo, se os quantitativos a serem obtidos forem muito detalhados, contemplando critérios de medição, o volume dos arquivos aumentará, assim como no caso de obtenção de renderizações e animações.

11 Ver HAMER, A. *BIM Un-Caged - A Structured Approach To Data Building Information Management (BIM)*. Amazon Digital Services LLC, 2017.

12 Dados internos da GDP - Gerenciamento e Desenvolvimento de Projetos Ltda.

A demanda de armazenagem será ainda acrescida pelos procedimentos de segurança e de gestão de qualidade no processo de projeto BIM. A cada entrega de um conjunto de documentos extraídos do modelo BIM, é recomendado reservar uma cópia deste modelo, a ser arquivado em separado para o caso de algum problema na documentação. O tempo de guarda destes arquivos pode ser relativamente longo até a completa finalização do projeto e comissionamento da obra, às vezes acrescido de uma margem de segurança. Isto significa um consumo alto de espaço de armazenagem.

A modalidade de *backup* também impacta nos custos da operação, visto que manter um volume de dados expressivos “na nuvem” pode ter custo relativamente elevado, se a opção for por um sistema mais sofisticado e seguro.

Já a operação diretamente “na nuvem”, recomendada por especialistas europeus e americanos, tem sérios obstáculos no Brasil, decorrentes das deficiências de acesso e banda larga. Conexões de fibra ótica, indispensáveis para este tipo de operação, ainda são pouco disponíveis na maior parte do território nacional. Isto dificulta, se não impede, a implantação de um CDE – *Common Data Environment*¹³, ou Repositório Central de Dados, a solução recomendada para a operação BIM, segundo o NBS e o CIC BIM *Protocol*¹⁴.

Na falta do CDE, é comum se recorrer a sistemas de sincronismo de dados, seja vinculado a um servidor na nuvem, seja localizado em uma das organizações envolvidas, mas com acesso de forma controlada por todos os participantes. Isto porque o sincronismo dos arquivos que compõem o arquivo federado na maior parte dos casos não necessita ser em tempo real (ver Guia 1), mas sim em intervalos regulares, em geral à noite ou alguns dias pré-definidos na semana.

A solução mais comum é cada especialidade ter um servidor local de arquivos e sincronizar os modelos BIM nele localizados com o servidor central nestes prazos definidos. Entretanto, o fluxo de dados entre os equipamentos em um escritório e o servidor local de arquivos é muito elevado e exige cuidados específicos com todos os elementos que compõem a rede local, desde cabos, roteadores e *switches* a servidores e placas de rede, que devem ser dimensionados para atender à demanda projetada.

13 “O Ambiente de Dados Comum (CDE) é um repositório central onde se encontram as informações do projeto de construção. O conteúdo do CDE não se limita a ativos criados em um “ambiente BIM” e, portanto, incluirá documentação, modelo gráfico e ativos não gráficos. Ao usar uma única fonte de informação, a colaboração entre os membros do projeto deve ser aprimorada, os erros reduzidos e a duplicação evitada.” (tradução livre de <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-common-data-environment-cde>, acesso em 14/03/2017).

14 Ver <http://www.bimtaskgroup.org/bim-protocol/>. acesso em 14/03/2017.

Considerando-se as possíveis exigências futuras e a infraestrutura técnica a ser verificada, é possível montar um quadro descritivo, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Itens de infraestrutura técnica.

Item	Descritivo	Obs.
Aplicativos de projeto	Descrever o que existe e a utilização atual	Algumas vezes os aplicativos estão disponíveis, mas fora de uso.
Sistemas de armazenamento de arquivos		Em organizações de pequeno porte é comum utilizar sistemas de armazenamento em rede no lugar de servidores, acoplados a um sistema de <i>firewall</i> .
Sistemas de controle e distribuição de arquivos internos		Algumas vezes são associados a sistemas de controle de nomenclatura de arquivos, um recurso conveniente.
Sistemas de controle e distribuição de arquivos para público externo.	Pode ser um sistema externo, na nuvem, VPN ou sistemas internos de controle do acesso externo aos servidores.	Sistemas externos em geral são conjugados com <i>backup</i> na nuvem.
Rede interna (cabearamento, roteadores, <i>switches</i> , <i>wifi</i> , sistemas de segurança, <i>firewall</i> etc.)	Verificar a velocidade nominal e a capacidade de banda dos diversos componentes.	O fluxo de dados entre os servidores e os micros de projeto é muito elevado, especialmente em escritórios de arquitetura e instalações com diversos projetistas acessando o mesmo arquivo central.
Sistema de <i>backup</i> interno	Para acesso a arquivos de uso mais imediato. Verificar capacidade e velocidade de acesso.	Analisar se tem capacidade para a demanda BIM futura, se é escalável etc.
Sistema de <i>backup</i> externo	Além da capacidade, verificar a qualidade da conexão com os sistemas externos, horários e procedimentos. Em organizações de pequeno porte muitas vezes pode ser um HD portátil.	Para segurança em caso de acidentes graves. Pode ter dois tipos, um voltado a arquivos em uso e outro mais amplo, para preservar o conhecimento histórico da organização.
Sistema de comunicação e coordenação	Qual o sistema e método de comunicação entre os membros da equipe de projeto e os registros de atas.	No BIM, deve ser preferencialmente baseado em formato BCF.
Servidor	Descrever processador, velocidade, capacidade de RAM e placas de rede.	Analisar a capacidade de armazenamento, de processamento e de comunicação (placas de rede). A RAM em geral não tem uma demanda expressiva, mas a velocidade de acesso sim.
Microcomputadores	Processador, memórias RAM, discos (SSD ou HD), placas de vídeo, placas de rede, qualidade e tipo de mouse.	Analisar a capacidade face às demandas projetadas. Em geral será adequado ter mais de um tipo de configuração, sendo uma para o aplicativo de projeto, outra para atividades que demandem mais das placas gráficas etc. Discos SSD permitem altas velocidades de acesso ao sistema, um ponto muito positivo para o BIM.

Fonte: GDP.

3.3 PROCESSOS: NOVOS FLUXOS, NOVOS PRODUTOS E PROCEDIMENTOS

Como explanado no Guia 1, a implantação do BIM altera profundamente o fluxo do processo de projeto, os produtos resultantes, etapas e consequentemente os procedimentos de execução e controle do próprio projeto.

Neste sentido, o diagnóstico do quadro atual da organização deve indicar como se dá o fluxo e quais são seus produtos, de modo que seja possível vislumbrar uma relação entre o que se faz hoje e o que se pretende fazer. Isto permite identificar as diferenças e as habilidades que serão necessárias.

Fluxogramas do processo de projeto, tal como exemplificam o Anexo I¹⁵ desta coletânea e a Figura 8, são a forma mais usual para representar os processos e seus produtos ou entregáveis. Além disso, é conveniente relacionar que entregáveis são hoje usualmente produzidos em cada etapa de modo que seja possível, ao estabelecer o fluxo do processo BIM, caracterizar rapidamente as diferenças.

¹⁵ Na versão digital do Anexo I estão disponíveis os arquivos editáveis do Plano de Execução BIM e dos exemplos de fluxogramas.

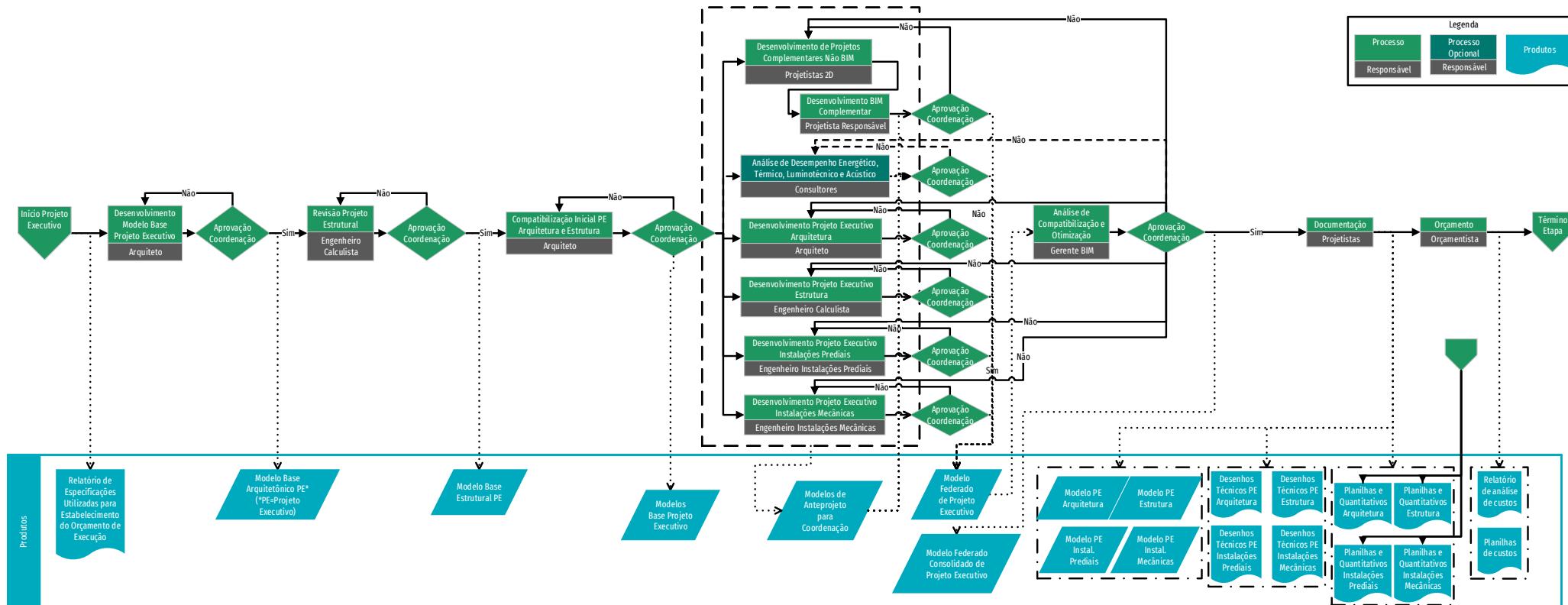


Figura 8: Exemplo de fluxograma de Projeto Executivo. Fonte: GDP.

Na ausência de uma documentação descritiva para elaborar esta base de referência, é possível recorrer a escopos de contrato ou a Manuais de Escopo¹⁶. Estes manuais apresentam um *checklist*, parcialmente mostrado na Tabela 3, para cada disciplina em cada fase, que pode ser utilizado

para a construção do fluxograma e da lista de produtos, com as devidas adaptações para os casos específicos. Este *checklist* também é uma referência interessante para a definição dos produtos no Plano de Execução BIM (ver Guia

1 e Anexo I da coletânea), sempre com o cuidado de adaptar estes produtos ao processo BIM e lembrando que no BIM existem novos produtos, inexistentes no processo CAD, como indicado no modelo de Plano de Execução BIM.

¹⁶ Uma iniciativa conjunta da SECOVI-SP, ASBEA e outras entidades do setor de projetos, disponíveis em <http://manuaisdeescopo.com.br/> data de acesso 21/09/2017.

Tabela 3: Checklist de projeto de arquitetura.

Fase B - Definição do produto		(Anteprojeto conforme NBR 13.531)
S	N	Serviços específicos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 101 Perspectivas Volumétricas
S	N	Serviços específicos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 201 Estudos de alternativas de Tecnologias e Sistemas Construtivos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 202 Perspectivas detalhadas e/ou Maquetes Eletrônicas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 203 Roteirização de aprovações legais juntos aos Órgãos Técnicos Públicos, em todas as esferas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 204 Consultas/Projetos Órgãos Técnicos Públicos Municipais Específicos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 205 Consultas/Projetos Órgãos Técnicos Públicos na esfera Estadual
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 206 Consulta/Projetos Órgãos Públicos na Esfera Federal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 207 Cálculos de Taxas e Emolumentos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 208 Montagem e acompanhamento dos Processos de Aprovações junto aos O.T.P.s
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 209 Seleção e tomada de preços de Serviços de Terceiros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 210 Projetos de Arquitetura Paisagística
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 211 Projetos de Arquitetura de Interiores
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 212 Gerenciamento Técnico e Administrativo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARQ-B 213 Memorial de Incorporação

Fonte: GDP.

3.4 PESSOAS: A MUDANÇA DE CULTURA

Pessoas são o elemento fundamental do BIM: não há processo de projeto sem pessoas para executá-lo. E o perfil do projetista BIM é diferenciado do projetista CAD, pois suas funções e responsabilidades são diferentes. Capacitação no conhecimento dos processos construtivos é necessária. Outro requisito igualmente importante é a capacidade de relacionamento e trabalho em equipe, aspecto fundamental em um ambiente colaborativo, pois “não se faz BIM sozinho”.

Por estes motivos, o diagnóstico da equipe a ser envolvida não deve se limitar às qualificações “tradicionais”. A avaliação da equipe também deve abranger aspectos comportamentais, como exemplifica a Tabela 4, e ir além dos limites da organização, abrangendo, ainda que de modo limitado, os potenciais parceiros e projetistas de outras especialidades.

No caso de parceiros externos, pode não ser possível obter um diagnóstico de cada pessoa participante, mas é necessário ter um quadro da motivação e capacitação em termos de organização e, em particular, da sua alta direção.

Tabela 4: Exemplo parcial de quadro de competências e qualificações em arquitetura.

Função	Qualificação/competências atuais (exemplos)	Qualificação/competências desejadas (exemplos)
Arquiteto coordenador	<p>Lançamento de partido arquitetônico.</p> <p>Forte conhecimento da legislação urbanística.</p> <p>Operação de aplicativo de projeto CAD em nível intermediário.</p> <p>Coordenação de reuniões.</p> <p>Etc.</p>	<p>Lançamento de partido arquitetônico.</p> <p>Forte conhecimento da legislação urbanística.</p> <p>Operação de aplicativo para <i>Modelling Checker</i>.</p> <p>Operação de aplicativo de projeto BIM em nível básico.</p> <p>Operação de aplicativo de coordenação e comunicação;</p> <p>Coordenação de reuniões.</p>
Arquiteto nível avançado	<p>Desenvolvimento do partido arquitetônico.</p> <p>Operação de aplicativo de projeto CAD em nível avançado.</p> <p>Etc..</p>	<p>Desenvolvimento do partido arquitetônico.</p> <p>Operação de aplicativo de projeto BIM em nível avançado.</p> <p>Desenvolvimento de famílias de componentes BIM.</p>
Arquiteto <i>trainee</i>	<p>Desenvolvimento de elementos do projeto de arquitetura.</p> <p>Operação de aplicativo de projeto CAD em nível intermediário.</p> <p>Etc.</p>	<p>Desenvolvimento de elementos do projeto de arquitetura e de seus componentes BIM.</p> <p>Operação de aplicativo de projeto BIM em nível intermediário.</p> <p>Operação de aplicativo de tratamento de imagens.</p>
A definir		<p>Gestão e desenvolvimento de componentes e bibliotecas BIM.</p> <p>Avaliação da qualidade do modelo BIM.</p> <p>Verificação automática de conflitos com uso de <i>clash Detection</i>.</p> <p>Análise e solução de conflitos.</p>

Fonte: GDP.

Na Tabela 5, há alguns exemplos de avaliação de parceiros externos, tais como projetistas de instalações prediais e de estruturas.

Outro aspecto que deve ser avaliado tanto para o pessoal interno quanto para o pessoal externo é o nível de motivação para a mudança. Este aspecto normalmente tem ligação direta com o investimento, seja financeiro, seja emocional, que deverá ser feito pela pessoa ou pela organização para participar do novo processo de projeto. Ele está evidentemente vinculado aos objetivos de usos BIM projetados para a organização líder que pretende implantar o processo. Metas ambiciosas, com usos sofisticados em prazos curtos podem desmotivar. As metas devem ser estipuladas considerando-se a capacidade de mudança e de investimento de cada um. Além disso, dificuldades pontuais, como de seniores com *expertise* de construção, mas pouco afetos à tecnologia podem ser superadas de modo criativo, como exemplificamos anteriormente.

Finalmente, cabe avaliar como as novas competências necessárias e eventuais qualificações desnecessárias serão tratadas. No primeiro caso, há responsáveis pela gestão da informação e de todos os processos BIM específicos, tais como desenvolvimento de objetos e famílias de componentes BIM, assim como a verificação de qualidade do modelo, tarefas típicas do que se convencionou chamar de “BIM *manager*” ou Gerente BIM. Essas funções podem estar concentradas em uma pessoa ou distribuídas conforme as qualificações e aptidões dos membros da equipe.

Tabela 5: Avaliação de parceiros externos (exemplos parciais).

Função	Qualificação/competências atuais (exemplos)	Qualificação/competências desejadas (exemplos)
Projetista de instalação predial	<p>Operação de aplicativo de projeto CAD em nível avançado.</p> <p>Uso de arquivos X-REF.</p> <p>Lançamento e avaliação de encaminhamentos.</p> <p>Análise de soluções de projeto de modo coordenado com a arquitetura.</p>	<p>Operação de aplicativo de projeto BIM em nível avançado.</p> <p>Lançamento e avaliação de encaminhamentos.</p> <p>Verificação de conflitos com uso de aplicativo específico.</p> <p>Operação de aplicativo de coordenação e comunicação;</p> <p>Gestão e desenvolvimento de componentes e bibliotecas BIM.</p> <p>Avaliação da qualidade do modelo BIM.</p>
Projetista de Estrutura	<p>Lançamento e análise estrutura com aplicativo específico.</p> <p>Capacidade de análise de conflitos.</p>	<p>Lançamento e análise estrutura com aplicativo específico, compatível com BIM.</p> <p>Verificação de conflitos com uso de aplicativo específico.</p> <p>Desenvolvimento de famílias de componentes BIM.</p> <p>Desenvolvimento de modelagem dos elementos provisórios da estrutura (formas, escoramento) – opcional.</p> <p>Gestão e desenvolvimento de componentes e bibliotecas BIM.</p> <p>Avaliação da qualidade do modelo BIM.</p>

Fonte: GDP.

Já as qualificações desnecessárias ocorrem devido à automação das tarefas, com destaque para a documentação gráfica. Por conta disso o “desenhista cadista” não tem espaço nos novos processos e deve ser qualificado para outras funções. Como em geral não dispõem de conhecimento sobre processo construtivo, é difícil atuarem como projetistas, mesmo coadjuvantes. Uma possibilidade é serem treinados para o desenvolvimento de componentes BIM, ainda que isto também exija uma qualificação extensa. Uma observação recorrente nos escritórios de arquitetura que já operam em BIM é a forte redução ou mesmo inexistência de estagiários, pois eles tradicionalmente executavam tarefas de documentação. Entretanto, a sua participação é importante para garantir a formação de novos membros para as equipes e também por trazerem uma visão descomprometida de processos tradicionais, podendo contribuir significativamente no contexto do processo de inovação.

3.5 PROCEDIMENTOS: REFLEXO DOS PROCESSOS E DA CULTURA DA ORGANIZAÇÃO

Talvez devido à variabilidade de problemas que tenha que lidar, o segmento de projetos não tem uma tradição de definir procedimentos escritos, como os exigidos pela norma ABNT-ISO 9001:2015 Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. A exceção são os departamentos de projetos de construtoras que tenham aderido a esta norma, mas é relativamente raro que construtoras tenham departamentos que desenvolvam projetos. Quase sempre, eles são terceirizados e, por isto, os procedimentos vinculados são limitados e não englobam o processo de concepção.

E, mesmo nessas construtoras, algumas vezes estes procedimentos são bastante concisos, dando mais atenção a diretrizes do que à descrição de processos. Cabe ressaltar que não há muitas publicações sobre o assunto. Na área acadêmica, há um número um pouco maior de teses e dissertações sobre processo de projeto.

Nos escritórios de pequeno porte, é mais comum encontrarmos “boas práticas”, processos consolidados, mas não completamente documentados, que foram incorporados à rotina dos trabalhos. Porém, o processo de projeto BIM é novo, logo, não poderá ser tratado como uma “boa prática”, pois ainda não existe a experiência necessária. Desse modo, a elaboração de procedimentos descritivos é a melhor forma de consolidar o conhecimento adquirido e facilitar sua difusão entre novos membros da equipe.

No Guia 1 desta coletânea, foram sugeridos os principais processos que devem ser objeto de descrição e consolidação na forma de procedimentos. As regras da ABNT NBR ISO 9001:2015 Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos e da ABNT NBR ISO 9000:2015 Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário podem ser adotadas para orientar a elaboração dos procedimentos, ainda que só sejam obrigatórias no caso de se buscar uma certificação.

Embora cada organização estabeleça sua própria lista de procedimentos a serem documentados, a partir da análise de quais processos julguem como críticos ou mais relevantes no contexto de sua produção, alguns procedimentos são fundamentais e devem estar sempre presentes:

- **De nomenclatura de arquivos e de componentes BIM;**
- **Para elaboração do Plano de Execução BIM;**
- **De colaboração BIM;**
- **De verificação de qualidade do modelo.**

Outros possíveis processos a serem descritos são o desenvolvimento de componentes e famílias de componentes, extração de quantitativos segundo critério de medição, e controle de obra e qualquer outro processo que se demonstre como relevante no conjunto de processos realizados pela organização.

A elaboração de procedimentos usualmente ocorre a partir da avaliação da prática do processo em questão. Ele deve descrever o processo, seu objetivo, entradas e produtos resultantes, bem como os indicadores de qualidade e pontos e métodos de verificação da qualidade. Os procedimentos devem ser desenvolvidos durante a realização dos primeiros projetos BIM e consolidados logo após.

4 ESTRATÉGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE BIM

Na construção, a base do planejamento são projetos e naturalmente o plano de implantação deve definir um deles para o início da utilização de BIM. A seleção de qual projeto ou empreendimento pode ser bastante diferenciado. Em geral, é mais conveniente iniciar um projeto piloto para consolidar os procedimentos e depois disso difundir os novos processos na organização.

Existem casos em que um projeto fictício será o projeto piloto, pois a organização não quer se expor a um insucesso junto a um cliente. Em um caso similar, a organização decidiu refazer um projeto recém-finalizado em CAD, que deste modo passou por uma reavaliação e foi possível comparar o volume de horas investido em um e outro processo. Mas evidentemente que esta é uma opção com custo de homens/hora elevado, integralmente absorvido pela empresa.

O mais comum, entretanto, é selecionar um projeto real, com folga de prazos, de modo que seja possível compatibilizar o seu cronograma com o cronograma de recursos, capacitação da equipe e documentação dos novos processos. Deste modo, boa parte dos custos de implantação serão alocados no projeto ou empreendimento.

Após o término deste projeto piloto, é importante uma avaliação de resultados para consolidar os procedimentos. Posteriormente, novos projetos podem ser agregados conforme a disponibilidade de pessoal qualificado.

Como o ciclo de produção na construção é longo, forçosamente o plano de implantação terá prazo total de alguns anos, pois deve ir além de um primeiro projeto, até a consolidação e disseminação dos processos BIM por toda a organização.

4.1 ROADMAP: ONDE ESTAMOS, ONDE QUEREMOS CHEGAR?

A partir do quadro atual da organização deve ser estabelecida uma visão de futuro. Por exemplo, em um próximo projeto deseja-se ter capacidade de desenvolver em BIM, obter quantitativos básicos e fazer análise de conflitos de arquitetura, estrutura e instalações prediais. Além disso, é importante ter uma base de indicadores iniciais.

No caso de escritórios de projetos, os indicadores mais relevantes são:

- **Quantidade de Horas técnicas /m² de projeto, considerando-se a variação de tipologias e de porte entre projetos;**
- **Faturamento mensal/ anual por posto de trabalho;**
- **Horas despendidas em atividades de revisão de projeto após entrega.**

Conforme as especificidades de mercado, outros aspectos representativos para a análise de desempenho da organização podem ser considerados.

No caso de uma construtora, podem ser utilizados como indicadores:

- **Redução de perdas no canteiro;**
- **Redução do prazo de obra;**
- **Redução na produção de resíduos;**
- **Maior produtividade na obra (hh/m² - se possível por tipos de serviços, no caso de instalações: hh/m);**
- **Redução de pedidos de esclarecimentos (RFI) e/ou de revisões de projetos;**
- **Redução de retrabalho por erros de projeto.**

Mesmo que ainda não se tenham metas numéricas, isto permite orientar a visão de futuro, expressa, por exemplo, na Figura 9.

Considerando-se os quatro fundamentos do BIM a serem desenvolvidos – pessoas, tecnologia, processos e procedimentos – o roadmap deve indicar as principais ações a serem desenvolvidas para se alcançar a visão de futuro proposta, como ilustrado na Figura 10.

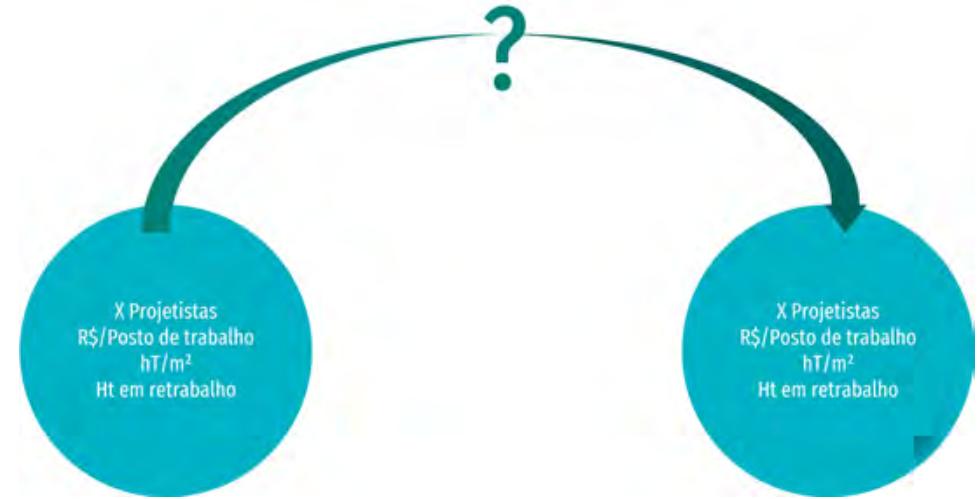


Figura 9: Visão de futuro. Fonte : GDP.

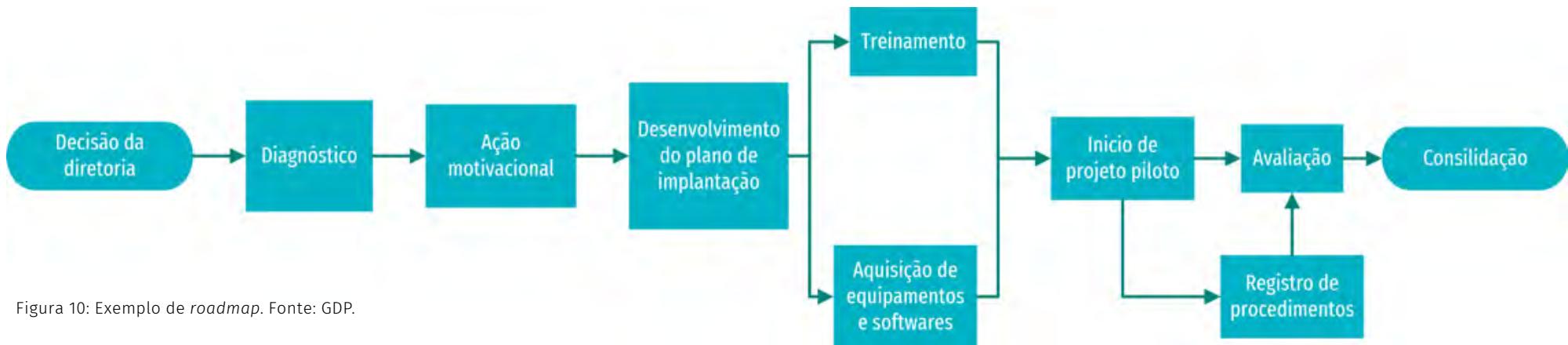


Figura 10: Exemplo de *roadmap*. Fonte: GDP.

Tabela 6: Exemplo de tabela de recursos tecnológicos necessários.

Item	Descritivo do quadro atual	Recursos necessários
Aplicativos de projeto	Descrever o que existe e a utilização atual.	Adquirir <i>X</i> licenças do aplicativo <i>Y</i> .
Sistemas de armazenamento de arquivos		Adquirir servidor.
Sistemas de controle e distribuição de arquivos internos		Adquirir sistema dedicado (<i>w</i>).
Sistemas de controle e distribuição de arquivos para público externo.		Assinar sistema conjunto para <i>backup</i> de arquivos.
Rede interna (cabeamento, roteadores, <i>switches</i> , <i>wifi</i> , sistemas de segurança, <i>firewall</i> etc.)		Rede necessita apenas de ajustes pontuais, troca de <i>switches</i> .
Sistema de <i>backup</i> interno		Adquirir sistema para <i>backup</i> em rede.
Sistema de <i>backup</i> externo		Já dispomos de HD portátil, assinar sistema para controle com <i>backup</i> na nuvem para os arquivos em serviço.
Sistema de comunicação e coordenação		Assinar sistema de coordenação BCF.
Servidor	Descrever processador, velocidade, capacidade de RAM e placas de rede.	Fazer <i>upgrade</i> de discos e de placas de rede.
Microcomputadores	Processador, memórias RAM, discos (SSD ou HD), placas de vídeo, placas de rede, qualidade e tipo de mouse.	Adquirir novos micros, sendo <i>X</i> para processamento de projeto e <i>Y</i> para processamento de imagens.

Fonte: GDP.

4.2 RECURSOS, METAS E PRAZOS PARA O PROCESSO DE INOVAÇÃO

Para atingir a meta desejada é preciso alocar recursos, definir metas mensuráveis e prazos. Para isto, podemos listar os pontos necessários, atualizando as tabelas do diagnóstico com os recursos necessários para atender à visão desejada, como exemplificado na Tabela 6. Este procedimento deve se repetir pelas quatro áreas de diagnóstico segundo os quatro fundamentos do BIM (pessoas, processos, tecnologia e procedimentos). A partir deste quadro geral será possível detalhar as ações no Plano de Implantação BIM.

Esta Tabela 6 deve ser acrescida dos valores previstos para cada ação e o conjunto de ações será organizado no tempo, em um cronograma físico-financeiro, como exemplificado na Figura 11.

Para redução dos custos de implantação nos pequenos escritórios é comum usar estratégias em que o custo de homem/hora não seja computado no investimento. Assim, é mais conveniente oferecer treinamentos fora do horário de expediente e fora do ambiente do escritório. No caso de escritórios onde todos são sócios, um modelo bastante comum neste segmento de projetos é eles abrirem mão de remuneração destas horas, que serão consideradas um investimento na empresa.

Exemplo de Cronograma físico-financeiro															
Treinamentos	nº de pessoas	custo/pessoa	hT	Meses											
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Básico na operação de aplicativos de projeto	5	R\$ 700,00	48	1/3	1/3	1/3									
Avançado na operação de aplicativos de projeto	2	R\$ 1.200,00	48				1/3	1/3	1/3						
Modelagem de componentes e gestão de famílias	2	R\$ 1.200,00	32				1/3	1/3	1/3						
Seminário motivacional	5	R\$ 160,00	4	1			1								1
Custo mensal				R\$ 1.966,67	R\$ 1.166,67	R\$ 116.667,00	R\$ 2.400,00	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00	R\$ -	R\$ 800,00				
Custo total		R\$ 10.700,00													

Figura 11: Exemplo de Cronograma físico-financeiro. Fonte: GDP.

4.3 VISÃO GERAL DO PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM

O cronograma consolida a proposta de implantação BIM, cujo exemplo de visão resumida está ilustrado na Figura 12. Há diversas ações complementares e interdependentes, ainda que seu detalhamento possa variar conforme cada organização e seus interesses particulares.

Neste diagrama, está incluída uma ação de operação assistida, quando um grupo de consultores especializados acompanha a equipe interna para dar atendimento

a dúvidas e colabora na avaliação de andamento da implantação. É nesta etapa que deve ser efetuada a difusão dos processos BIM pelo restante da organização, através da ampliação dos treinamentos e de ações de desenvolvimento de cultura de processo BIM.

Este é um ponto de destaque no processo de implantação, sendo composto por ações que consolidam a visão do processo de projeto BIM. Isto inclui seminários internos para discussão coletiva do andamento, definir um

responsável por pesquisa e difusão de novos recursos e ferramentas, bem como o incentivo a participações em congressos técnicos. A participação da alta direção nos seminários de avaliação de andamento é importante, pois demonstra o grau de interesse da organização no tema. Em organizações de maior porte, deve ser considerado um programa de incentivos ao desenvolvimento individual, por bonificações ou reconhecimento formal por contribuições de melhoria de processo ou por ganhos de produtividade.

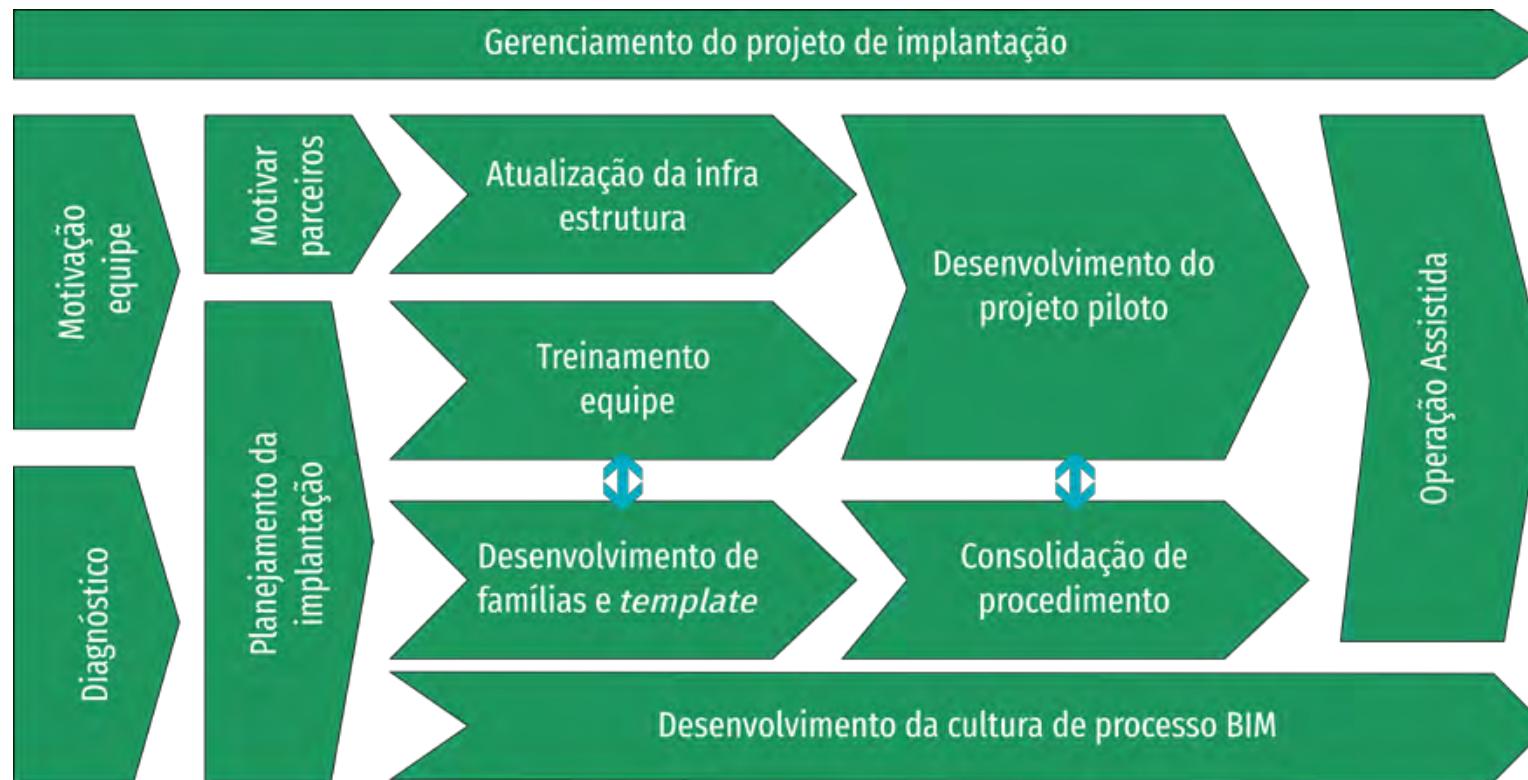


Figura 12: Resumo do Plano de implantação BIM. Fonte: GDP.

5 GERENCIAMENTO DO PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM

5.1 MONITORAMENTO: INDICADORES E RESPONSÁVEIS

Como qualquer ação de longo prazo, indicadores de desenvolvimento precisam ser estabelecidos. E no caso da implantação do BIM, eles devem refletir as metas e a avaliação de desempenho da organização.

Os indicadores mais relevantes são o de produtividade, expresso em geral pelas horas técnicas por m² de projeto e o de rentabilidade, representado pelo faturamento/mês/posto de trabalho. No controle de horas, é importante discernir a tipologia e as etapas de projeto, pois este indicador varia muito conforme a complexidade e a fase. Os empreendimentos devem ser classificados por tipo e porte, de modo que seja possível uma análise consistente destes valores, o que a médio e longo prazo vai permitir obter bases para estimativas de custos antecipadas.

Existem diversos softwares voltados ao controle de horas técnicas, desde relativamente simples e gratuitos até os que efetuam controles de acesso aos arquivos. A escolha deve ser cuidadosa, pois uma eventual transição pode significar perda de dados. O mais importante nesta avaliação é a possibilidade de respeitar uma classificação de projetos, etapas e, eventualmente, atividades coerentes com a necessidade da organização.

O processamento e análise destes indicadores devem ser designados a um responsável, encarregado também de efetuar a apresentação dos resultados para toda a equipe nas reuniões de avaliação. Nestas devem ser comparados os resultados obtidos com os pretendidos e analisadas as causas dos possíveis desvios.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Sistemas de gestão da qualidade** – Requisitos. ABNT NBR ISO 9001:2015, 2015.

----- **Sistemas de gestão da qualidade** – Fundamentos e vocabulário. ABNT NBR ISO 9000:2015, 2015.

DIÁLOGOS SETORIAIS PARA BIM – **BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPEIA**. Brasília/DF, 2015.

Disponível em <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>. Acesso em 09/03/2017.

HAMER, A. **BIM Un-Caged – A structured Approach To Data Building Information Management (BIM)**. Amazon Digital Services LLC, 2017.

MACGRAW-HILL. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets**. 2014.

Disponível em https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf. Acesso em 06/06/2017.

NBS **International BIM Report** – 2013.

Disponível em https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/nbs-international-bim-report_2013.pdf. Acesso em 09/03/2017.

NBS **International BIM Report** – 2016.

Disponível em <https://www.thenbs.com/>. Acesso em 09/03/2017.

NBS **National BIM Report** – 2016. **Government Construction Strategy** (GCS).

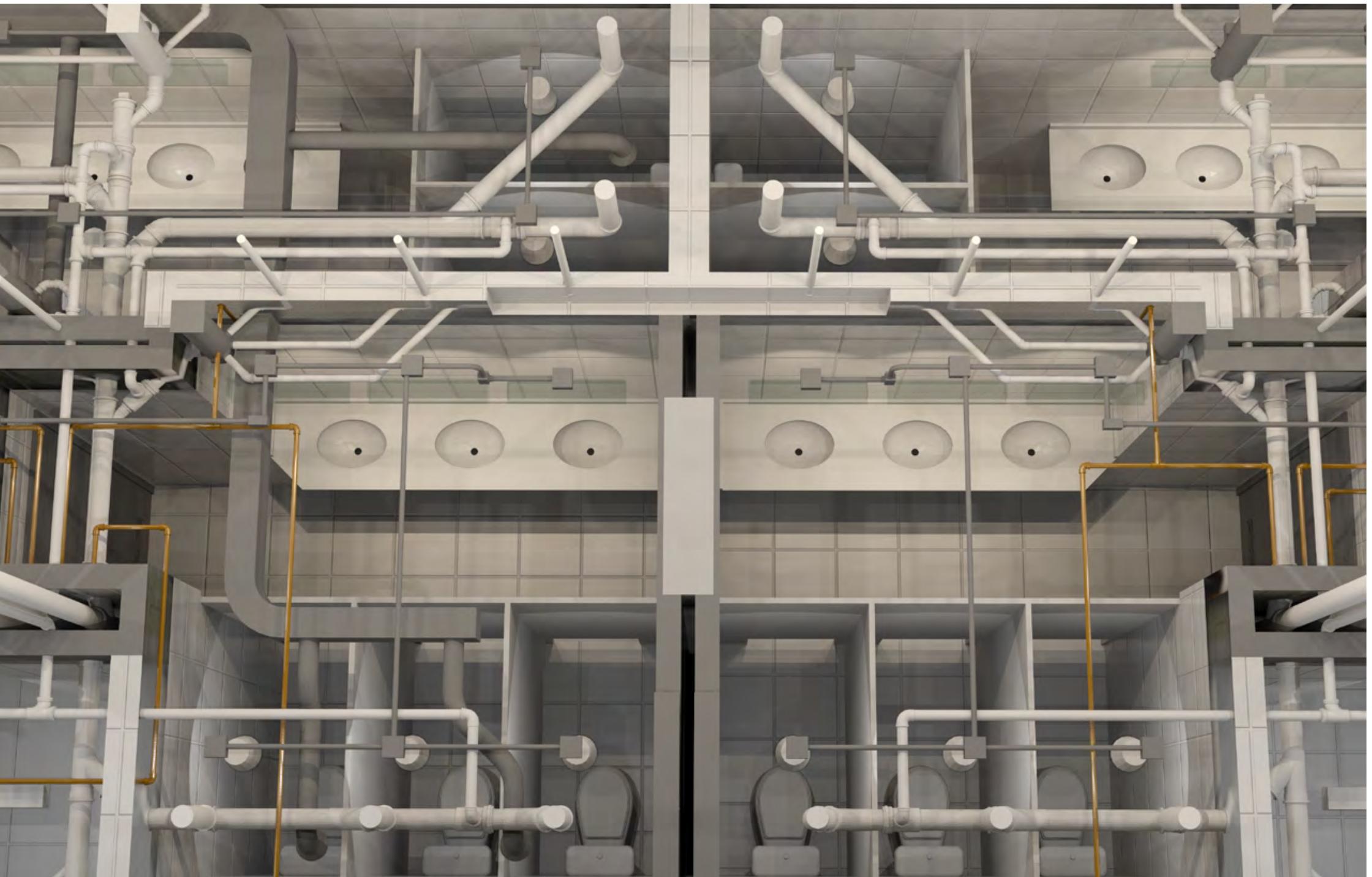
Disponível em <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2016>. Acesso em 09/03/2017.

OECD. **Manuel de Oslo** – Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 1997. Tradução da FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos.

Disponível em <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>. Acesso em 03/03/2017.

SECOVI. **Manuais de Escopo**. 2017. Disponível em <http://manuaisdeescopo.com.br/>. Acesso em 09/03/2017.

SCHEER, D. **The death of drawing: architecture in the age of simulation**. New York: Routledge, 2014.



GUIA 6

A Implantação de Processos BIM

Por que implantar o BIM. Diretrizes para implantação de processo de projeto BIM em organizações públicas e privadas. Diagnóstico, estratégia para o processo de inovação, planejamento e gerenciamento da mudança.

