

BIM para Gestão de Resíduos da Construção Civil: Experiências práticas

BIM for waste management in civil construction: practical experiences

Verônica Martins Gnecco

veronicamgnecco@gmail.com

Leticia Mattana

leticia.mattana@ufsc.br

Resumo

A indústria da construção civil destaca-se como um setor com altas taxas de geração de resíduos. Uma das alternativas para solucionar este problema é o investimento em inovações tecnológicas. Atualmente, discute-se sobre a adoção de BIM, o qual pode contribuir com a solução do problema. Este artigo tem como objetivo investigar a contribuição do processo BIM para a gestão de resíduos nas etapas de projeto e gestão de obras de uma edificação. A metodologia adotada compreende a realização de entrevistas sobre as etapas projetual e construtiva da edificação do CRAS de Biguaçu/SC, com foco na gestão de resíduos através do uso de BIM. As entrevistas foram realizadas com profissionais envolvidos neste caso de estudo. Como principais resultados, os entrevistados concordam que BIM poderia auxiliar na gestão dos resíduos de obras, porém foram imprecisos ao relatar como ocorreria essa colaboração, sobretudo na etapa de execução do caso de estudo.

Palavras-chave: BIM; Gestão de resíduos; Construção civil.

Abstract

The construction industry stands out as a sector with high rates of waste generation. One of the alternatives to solve this problem is the investment in technological innovations. Currently, there is a discussion about the adoption of BIM, which can contribute to the solution of these problems. This article aims to investigate the contribution of the BIM process to waste management in the design and management stages of a building. The methodology adopted includes interviews about the design and construction stages of the CRAS building in Biguaçu / SC, focusing on waste management through the use of BIM. The interviews were conducted with professionals involved in this case study. As the main results, the interviewees agreed that BIM could assist in the management of waste of construction sites, but were inaccurate when reporting how such collaboration would occur, especially in the stage of execution of the case study.

Keywords: BIM; Waste management; Construction industry.

1. Introdução

A sustentabilidade define-se como “o princípio que assegura que nossas ações hoje não limitem o alcance das dimensões econômica, social e ambiental no futuro” (ELKINGTON, 1998 *apud* LIBRELOTTO, 2005, p. 3). Com essa afirmação, fica evidente a importância do trabalho em conjunto das diversas dimensões da sustentabilidade, a exemplo da ambiental, social e econômica, para o equilíbrio da sociedade e do meio que esta vive.

Na dimensão ambiental, o setor da construção civil consome cerca de 75% de todos os recursos naturais, além de 40% de todo o resíduo produzido pela atividade humana (LAURIANO, 2013). O progresso demanda, certamente, a alteração do ambiente, porém a alteração consciente e gradual, aplicando técnicas construtivas mais eficientes e limpas que podem garantir o equilíbrio entre o homem e o meio.

No que diz respeito à dimensão social e à econômica da sustentabilidade, a construção civil representa 6,2% do Produto Interno Bruto do Brasil, gerando 2,6 bilhões de vagas de emprego, 24% do total do país (FIGUEREDO, 2017). O investimento em construção civil impacta, além disso, na resolução de outro obstáculo social do país, o déficit habitacional, com programas como o “Minha Casa, Minha Vida” (DRUM, 2010).

A construção civil tem destaque por impactar em praticamente todas as dimensões da sustentabilidade, merecendo, portanto, um estudo mais aprofundado acerca da otimização de suas potencialidades, processos e coordenação. Mesmo com sua importância, a construção civil destaca-se por ser um dos maiores geradores de impactos ao meio ambiente, pelo elevado consumo de recursos naturais não renováveis e pela geração de resíduos quase sempre com destinação inadequada (GONÇALVES, 2015).

Carminatti Junior (2012) pontua que a alta geração de resíduos é, claramente, um dos produtos da ineficiência do uso racional dos materiais, técnicas e componentes na execução de obras. Assim, faz-se necessário a busca por alternativas para a otimização do uso dos recursos, do ponto de vista econômico e sustentável, além da escolha de materiais ecoeficientes, adaptáveis em cada modelo construtivo, ao invés do uso cultural do concreto armado.

Outras razões apontadas são a pouca importância dada para a capacitação dos empregados, que gera um baixo índice de produtividade e alta rotatividade. Assim, os resultados também não são satisfatórios, com elevado índice de patologias, resultando em retrabalho e desperdício (MUTTI, 1995). Ainda, Picchi (1993) indica que o desperdício em obra, seja ele de tempo ou material, é originado por erros de planejamento, suprimento, treinamento, ferramentas adequadas, dentre outros. Destaca-se que, mesmo com as afirmações dos autores Mutti (1995) e Picchi (1993) no final do século XX, o atraso e a ineficiência do setor ainda persistem nos dias de hoje.

Por fim, a característica pouco mecanizada e altamente artesanal do setor, com uma evolução vagarosa quando comparada a outros campos da engenharia, demonstra o quanto ainda há espaço para aperfeiçoamento, como a especialização voltada à otimização de processos será requerida num futuro próximo.

Atualmente, destaca-se a contribuição do uso de BIM (*Building Information Modelling*) para a construção civil. A otimização dos processos da construção civil fica facilitada com o uso de BIM, pois este novo processo possibilita um pensamento integrado do ciclo de vida de uma edificação, desde as etapas de concepção do projeto, até a manutenção, operação e demolição da mesma, sendo sua implementação de grande importância para

auxiliar na quantificação de algumas dimensões da sustentabilidade no setor da construção civil (EASTMAN et al., 2014).

Juntando essas informações à dificuldade de gestão e quantificação dos resíduos, imagina-se que o uso de BIM pode auxiliar na melhoria da eficiência do processo em todas as etapas do projeto e obra, refletindo em resultados mais acurados que podem garantir a sustentabilidade de uma edificação. Tal processo colabora não só para a rentabilidade das empresas, pela minimização de desperdícios e de gastos extras, mas também para o meio ambiente, com a destinação correta dos resíduos da construção, e com a sociedade, incluindo os funcionários no processo construtivo e inserindo a noção de gerenciamento sustentável no canteiro de obras. Este artigo tem como objetivo investigar a contribuição do processo BIM para a gestão de resíduos nas etapas de projeto e gestão de obras de uma edificação pública escolhida como caso de estudo.

2. Referencial teórico

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma breve revisão de literatura sobre os principais temas relacionados a este trabalho: BIM e a geração de resíduos.

2.1. BIM - Definição e Principais Conceitos

Segundo Eardie et al. (2013, p. 1), *Buiding Information Modeling* é, de maneira simplificada:

...o sistema para gerar, armazenar, gerir e compartilhar as informações do processo de construção, de uma forma interoperável e reutilizável, com o uso de um modelo gerado por computador, que estimule as fases de planejamento, projeto, construção e operação de um empreendimento.

O processo BIM reproduz a transição do setor, sendo “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção” (EASTMAN et al., 2014, p. 13). Dessa forma, um modelo em BIM engloba diversas informações sobre o sistema analisado, seja sua representação espacial, suas definições de conteúdo, de capacidades ou na medição de suas quantidades e dimensões. Ainda segundo Eastman et al. (2014), por meio do BIM, é possível representar e planejar todo o ciclo de vida de um empreendimento, o que altera as perspectivas para o setor. Os projetos podem ser otimizados, compatibilizados e o retrabalho, atualmente recorrente na transição entre projeto e execução, minimizado.

Alguns conceitos são críticos ao funcionamento do processo BIM, como a questão da interoperabilidade, que refere-se à troca de informações entre as diversas ferramentas e etapas do ciclo de vida de uma edificação (HOWELL e BATCHELER, 2004). Khemlani (2004), define interoperabilidade como a integração de vários modelos-base em um único fluxo de trabalho, para a indústria da construção, destacando a importância da comunicação entre *softwares* para o funcionamento.

Para Bernstein, Young e Jones (2007), o efeito da falta de interoperabilidade BIM afeta aproximadamente 3% dos custos de projetos além de US\$ 138 bilhões de prejuízo para o mercado global. Além disso, pode-se supor que esses valores são maiores hoje, devido a disseminação de *softwares* antes restritos a classes mais privilegiadas de projetistas, prejuízo que provém notadamente da percepção do BIM não como uma fonte de

informações úteis para o projeto e ciclo de vida da edificação, mas do entendimento de BIM como uma ferramenta da fase de projeto (MANZIONE, 2013).

Outro conceito amplamente adotado quando trata-se do assunto BIM é o de LOD (*Level of Development*) ou Nível de Detalhamento, que descreve o quanto um modelo é desenvolvido, por cinco níveis de plenitude, segundo o AIA (2008). O LOD deve, ainda, ser progressivo em um modelo e cumulativo (BLOOMBERG; BURNEY; RESNICK, 2019), progredindo do LOD 100 até 500, ou do nível com menos informações acerca do modelo em direção a aquele com maior detalhamento.

Dito isso, tem-se ainda o conceito de *nD Modeling*, que subdivide o modelo BIM em dimensões, sendo um modelo digital que contém informações sobre a construção, gestão, operação e manutenção de uma dada obra (GRAPHISOFT, 2003). O 3D seria o modelo tridimensional, com informações atualizáveis com a evolução do projeto (TJELL, 2010). O 4D trata do planejamento de obra, analisado, simulado e compartilhado visualmente, para chegar na solução ótima (BAPTISTA, 2015). Para Sakamori (2015), 5D agrega as funcionalidades da quarta dimensão com o gerenciamento de custos, adequando a orçamentação do empreendimento em cada nova fase. Otuh (2016) define a sexta dimensão do BIM como a área abrangendo a sustentabilidade, com análises térmicas, avaliação ambiental, análise do ciclo de vida e, como neste trabalho, análise e gestão dos resíduos de obra. Por fim, o 7D trata da gestão das instalações de obra ou o *facilities management* (MASOTTI, 2014).

2.2.A Indústria da Construção Civil e a Geração de Resíduos

O setor da construção civil tem grande importância na economia, dado o consumo de insumos, equipamentos, serviços e a geração de empregos para a parte da população com um nível de escolaridade mais baixo (MARTINS e CRUZ, 2016). Entretanto, o meio ambiente e o equilíbrio sustentável das cidades é abalado com o volume de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) gerados, que segundo Barros e Hochleitner (2017) representam de 26% até 57% do total de Resíduos Sólidos Urbanos. Algumas razões para esses valores são a processo produtivo artesanal do setor, reduzida busca por inovação e as dificuldades e ineficiência no controle e gerenciamento de obras (FAZINGA, 2012).

Os Resíduos da Construção são definidos como aqueles provenientes das sobras do processo construtivo, seja de construções novas ou de reformas, reparos, demolições ou da preparação de terrenos (BLUMENSCHNEIN, 2007). Para o controle e destinação dos resíduos, pode-se abordar a gestão e o gerenciamento. Nagalli (2014) diferencia gestão e gerenciamento de resíduos estabelecendo que, o primeiro, coordena a atuação dos agentes, através de um planejamento adequado para o manejo dos rejeitos da construção civil e, o último, tem enfoque em procedimentos práticos no manejo dos resíduos, citando as técnicas de prevenção quantitativa e qualitativa.

O gerenciamento dos resíduos sólidos ganhou destaque com a aprovação da Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), em que a implantação dos Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil tornou-se obrigatória para o poder público local. No âmbito de redução dos resíduos sólidos, pode-se citar o uso de pré-fabricados, projetos adequados à realidade do canteiro e técnicas condizentes com o conhecimento dos empregados, segundo a pesquisa realizada por Cheng, Won e Das

(2015). Koskela (1992) cita o *Lean Construction* como uma maneira de aumentar a produtividade e a qualidade em obras, diminuindo assim a quantidade de resíduos em obra.

2.3.O uso de BIM para Gestão de Resíduos

Os principais usos de BIM para auxílio na redução dos resíduos em obras são demonstrados em algumas pesquisas. Primeiramente, a fase inicial de planejamento de obra pode receber informações úteis para a visualização da situação do canteiro e melhor compreensão do projeto, evitando atividades, compras de material e operações desnecessárias (WON e CHENG, 2017). BIM encaixa-se também na metodologia *Lean*, pela aplicação de novos métodos para controle da produção e planejamento com mais exatidão e continuidade (CHENG; WON; DAS, 2015).

A partir disso, o BIM auxilia na elevação da qualidade e na exatidão dos projetos, com a redução de erros e mudanças no processo construtivo, diminuindo significativamente o volume de resíduos (CHENG; WON; DAS, 2015). A comunicação entre os agentes de projetos é facilitada e a coordenação de projetos otimizada. BIM oferece, portanto, um ambiente mais barato, assertivo e elucidativo para as tomadas de decisão na fase de projeto (LIU et al, 2011). Pode-se ainda usar o BIM para previsão do volume de resíduos que será inevitavelmente gerado e propor uma destinação adequada (CHENG; WON; DAS, 2015).

3. Metodologia

Neste capítulo são apresentados o método e os procedimentos adotados nesta pesquisa com o objetivo de investigar a contribuição do processo BIM para a gestão de resíduos de uma edificação, nas etapas de projeto e gestão de obras. Para isso, seguiu-se uma metodologia baseada na revisão da literatura sobre o assunto e na aplicação de entrevistas para investigar o processo BIM de um caso de estudo, caracterizando uma pesquisa qualitativa. As entrevistas podem ser acessadas na íntegra no Trabalho de Conclusão de Curso de Gnecco (2018). A Figura 1 apresenta o método de pesquisa adotado.

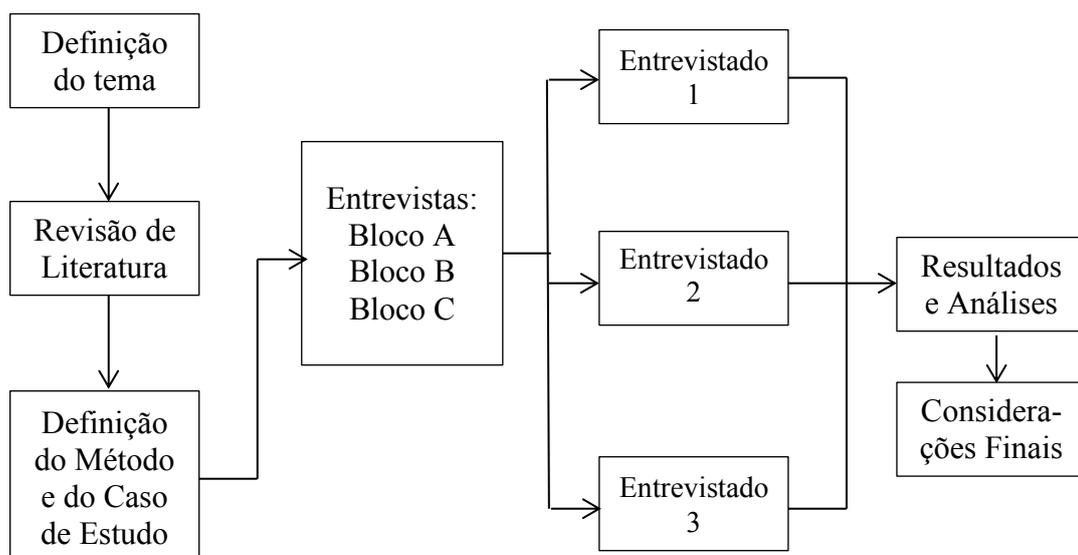


Figura 1 – Método de pesquisa adotado. Fonte: elaboração própria

Após a escolha do tema (BIM para gestão de resíduos da construção civil), foram buscadas referências bibliográficas relativas ao assunto para o embasamento da pesquisa, através de uma revisão de literatura de forma narrativa/exploratória em trabalhos acadêmicos, artigos e livros, selecionados de forma aleatória via Google Acadêmico.

Na sequência, foi definido o método adotado para realizar a pesquisa proposta. A edificação escolhida como caso de estudo é o CRAS (Centro de Referência para Assistência Social) do município de Biguaçu/SC. Essa edificação tem como objetivo proporcionar atendimento para a população em vulnerabilidade social, e é um projeto do Governo do Estado replicado em diversas cidades catarinenses, que possui 171,66 m² de área construída e teve todos seus projetos modelados em BIM no período de 2016 a 2018.

A escolha ocorreu por dois motivos: (1) porque é um projeto padrão de uma edificação pública do Estado de Santa Catarina, facilitando na obtenção do projeto para a pesquisa, e (2) porque o modelo foi elaborado na plataforma BIM e encontrava-se em fase de execução no período de realização deste trabalho. Também, destaca-se que a escolha do projeto do CRAS já havia sido objeto de estudo de Mattana (2017) na 5ª dimensão BIM - orçamentação, e que neste trabalho recebe uma abordagem diferente na 6ª dimensão BIM, a da sustentabilidade, mais especificamente na gestão de resíduos.

Como a pesquisa trata da percepção dos envolvidos no projeto sobre o processo BIM, estes deveriam estar disponíveis e dispostos a colaborar com a pesquisa acadêmica. Foram realizadas entrevistas com os envolvidos no processo BIM desta edificação no período de Agosto a Outubro de 2018, objetivando a obtenção de resultados qualitativos acerca do tema, com foco na gestão de resíduos. Quanto às entrevistas, participaram três profissionais envolvidos com o CRAS de Biguaçu (Quadro 1). As entrevistas foram agendadas previamente, e foram realizadas via Skype com todos os envolvidos nesta pesquisa.

As entrevistas têm um caráter qualitativo na investigação, com o objetivo de mostrar o envolvimento das diferentes partes com o projeto, o canteiro de obras e com a gestão de resíduos através do uso de BIM e de suas características comportamentais (RICHARDSON, 1985).

Entrevistado	Formação	Cargo
Entrevistado 1	Engenheiro de produção Civil e de Materiais, Especialista em Direito Ambiental e Urbanismo	Coordenador de Projetos Especiais da SPG/SC
Entrevistado 2	Arquiteta e Urbanista	Responsável pela fiscalização do cumprimento das exigências do contrato de licitação no Governo do Estado de SC
Entrevistado 3	Engenheiro Civil	Responsável da empresa vencedora da licitação para execução da obra do CRAS de Biguaçu/SC, além de outras obras do CRAS pelo Estado de SC

Quadro 1 – Características dos entrevistados. Fonte: elaboração própria.

Outro ponto importante para esclarecimento é que as entrevistas foram feitas em Blocos de interesse e serão assim abordados no capítulo de resultados. No Quadro 2 é explicado cada Bloco e uma breve descrição sobre cada um.

Bloco	Descrição
A	Conhecimento da etapa de projeto BIM
B	Conhecimento da etapa de gestão de obras BIM
C	Conhecimento sobre a gestão de resíduos de obras

Quadro 2 – Descrição dos blocos das entrevistas. Fonte: elaboração própria.

A obtenção dos resultados gerais ocorreu através de dados qualitativos, representados pelas observações realizadas nas entrevistas com os principais envolvidos no processo construtivo do empreendimento. Os resultados serão expostos no próximo capítulo do presente trabalho.

4. Resultados das Entrevistas

Bloco A – Conhecimento da etapa de projeto BIM

Nesta etapa, os entrevistados foram questionados sobre o uso de BIM na edificação do CRAS na etapa de modelagem dos projetos (arquitetônico e complementares). Segundo o entrevistado 1, a modelagem do CRAS em *software* BIM levou mais de 1 ano, mesmo sendo um projeto de aproximadamente 170m², contou com a cooperação técnica de empresas da cidade de Florianópolis/SC e teve que passar por adequações de Normas conforme as atualizações ocorriam durante o projeto. Este entrevistado destacou que uma das etapas mais relevantes com o uso de BIM no processo de projeto é a colaboração entre equipes e a comunicação entre os agentes do projeto.

“Sobre os benefícios [do BIM], primeiramente a integração, por que você consegue ter uma equipe mais unida, com maior troca de informação, uma interação no desenvolvimento do projeto e um compartilhamento de conhecimento, não só tarefas. (...) O CAD e a internet acabaram criando um afastamento dessas equipes, cada um ficou no seu ambiente. E agora nós resgatamos a interação, mesmo usando a internet e os computadores, mas obrigando, pelo fato de virtualizar a realidade, de utilizar informações das outras áreas.” (Entrevistado 1)

O projeto da edificação do CRAS era desenvolvido anteriormente em CAD (Computer-Aided Design), fato que possibilitou a comparação dos benefícios obtidos ao realizar a migração para um modelo BIM, conforme a entrevistada 2 relata.

“A modelagem ocorreu com base na experiência de contratos, que foram licitados anteriormente pelo processo convencional e, pela implantação de BIM no Estado, decidimos então fazer a modelagem em BIM desse projeto, podendo fazer esse comparativo.” (Entrevistada 2)

Apesar disso, o Entrevistado 3, responsável pela gestão da obra do CRAS, relatou dificuldade de comunicação com a equipe de projeto, fator que reduziu a experiência que o BIM poderia ter proporcionado à execução. Questionado sobre a diferença do projeto modelado em BIM para o projeto CAD na etapa de execução, ele informa que:

“... o projeto era o mesmo e não senti diferença nenhuma.”

“Minha crítica maior é a maneira que chegou para nós, que não foi o BIM, foi um projeto planejado, sem nos fornecer qualquer detalhe que pudesse ser usado. (...) Biguaçu, por exemplo, recebeu o relatório, apontando que tínhamos feito errado as tubulações elétricas. Porém em nenhum momento nos foi dito que as tomadas deveriam ser descidas verticalmente, uma não ligava na outra, uma vez que o modelo BIM não nos foi fornecido.” (Entrevistado 3)

A partir da interpretação destas entrevistas, percebe-se que a modelagem BIM colaborativa foi bem desenvolvida na etapa projetual do CRAS, porém, no canteiro de obras houve pouca colaboração entre as equipes envolvidas.

Bloco B – Conhecimento da etapa de gestão de obras BIM

Nesta etapa, os entrevistados foram questionados sobre o uso de BIM na execução da obra e a colaboração entre as equipes envolvidas. Em diversas partes das entrevistas realizadas, assim como nas situações observadas no canteiro de obras, percebeu-se que, principalmente no tocante à gestão de resíduos, a etapa de execução era crucial para o bom andamento do projeto. O entrevistado 1 relatou que o projeto do CRAS acabou sendo um projeto piloto em BIM para o Governo do Estado, gerando situações que serviram para aprendizado da própria equipe.

“Provavelmente para aquele tipo de obra e para aquele tipo de empresa, isso [BIM] não é comum, estamos todos aprendendo, como eu falei. Então, tivemos que repensar tudo isso: qual era o nível que nós podíamos cobrar das empresas.” (Entrevistado 1)

A entrevistada 2 destacou a percepção de melhorias na execução da obra do CRAS de Biguaçu/SC em comparação com outras obras do CRAS do Estado que não adotaram BIM:

“...na parte de dados, a informação é mais abrangente, temos muito detalhamento, melhoria da compatibilização dos projetos, alguns problemas foram solucionados.” (Entrevistada 2)

Uma ferramenta que teve a tentativa de implantação na obra do CRAS, que não funcionou na maneira esperada foi o BIMX, um aplicativo para celular, no qual poderiam ser acessados os projetos em tempo real, com visualizações 3D, plantas baixas e perspectivas do projeto. A seguir o relato de cada uma das partes envolvida no processo de projeto do CRAS de Biguaçu.

“Para a obra em si, nós os ensinamos a usarem o BIMX, que é o app da GRAPHISOFT, para eles poderem ter um conteúdo num formato diferente, mais interativo, para que a obra nascesse com mais clareza, com menos erros de execução.” (Entrevistado 1)

“Tem o BIMX, que usamos ao visitar a obra. Ali temos acesso ao modelo, o que facilita o acompanhamento da obra. Mas no meu dia-a-dia não [uso o BIMx], só quando visito a obra. (...) Os fiscais acabam não utilizando as ferramentas BIM para a fiscalização efetivamente, por que hoje temos um sistema no Estado, que é o Sistema de Acompanhamento de Obras, onde eu tenho que lançar tudo nele: o que foi executado etc. O nosso sonho seria fazer uma integração do modelo BIM com esse sistema (...) a ferramenta BIM não está sendo utilizada da maneira que nós imaginamos.” (Entrevistada 2)

“Já ouvi falar, mas nunca cheguei a usar. Nas obras geralmente uso os projetos em PDF no meu celular, porque mesmo eu não estando na obra, muitas vezes me ligam questionando alguma coisa, aí eu posso acessar o projeto e tirar as dúvidas. Então, ando com os projetos sempre comigo.” (Entrevistado 3)

Percebe-se que o entrevistado 3, responsável pela execução da obra do CRAS de Biguaçu, não sabia das funcionalidades do aplicativo e não foi adequadamente instruído para a utilização, mesmo com o relato contrário do entrevistado 1. Nota-se, portanto, certo desalinhamento entre as partes. Da mesma forma, os fiscais do governo não estavam familiarizados com a ferramenta, conforme relatado pela entrevistada 2.

Bloco C – Conhecimento da etapa de gestão de resíduos de obras

Nesta etapa, os entrevistados foram questionados sobre a contribuição do processo BIM na gestão de resíduos da obra do CRAS de Biguaçu/SC. Todos os entrevistados foram unânimes em dizer que o BIM poderia auxiliar na gestão de resíduos em obras, apesar de

não saber identificar muito bem como isso ocorreria. Percebe-se que, para a redução das perdas no canteiro, todas as etapas do processo construtivo se complementam, seja na troca de informações, na etapa de projetos ou na construção de um modelo mais eficiente e com o menor número de conflitos.

Os entrevistados relataram como em uma obra, usando BIM ou não, é importante ter uma visão diferenciada para a gestão dos resíduos, principalmente na etapa de execução.

“... não faz muito sentido, tendo o modelo [BIM], não antecipar tudo, anteriormente ao momento da obra. Dessa forma, conseguiríamos uma melhor gestão dos resíduos, porque eu antecipei o que eu preciso na obra. Só acredito que vai existir uma boa gestão de resíduos caso trabalhássemos com *Lean Construction*, a produção enxuta, do modelo Toyota. Por que nós só usaríamos o material de fato necessário, tendo um melhor controle dessa entrada e saída de matérias, assim como o uso deles.” (Entrevistado 1)

“Acho que sim [pode melhorar com o uso de BIM], por que você pode planejar melhor a obra e as possíveis interferências em cada uma delas, de forma a gerar menos resíduos. Mas acredito que o ideal seria um software de acompanhamento de obras em BIM, não só os projetos, para fazer melhor o gerenciamento da execução.” (Entrevistado 2)

Uma questão citada nas entrevistas foi que o fator comportamental pode influenciar muito mais na gestão dos resíduos em obras do que o advento de um *software* ou ferramenta. Quando não há a perspectiva de mudança cultural ou de hábitos para a construção de técnicas que tornem o processo com menos conflitos, dificilmente serão percebidas mudanças na prática.

“A questão da gestão de resíduos ineficiente talvez seja muito mais comportamental do que o próprio modelo. O BIM é um facilitador, mas o que realmente vai melhorar a gestão de resíduos é comportamento.” (Entrevistado 1)

“Nessa obra em específico eu acredito que não faz diferença, pois estão levando a obra como se fosse uma convencional. Outras obras que visitei estavam bem organizadas, o que também vai depender da política da empresa.” (Entrevistado 2)

“Acho que pode colaborar sim, desde que o profissional que for utilizar o BIM seja uma pessoa habilitada e com conhecimento para executar. Teria que ter uma visão bem diferenciada da execução.” (Entrevistado 3)

Algumas medidas tomadas em projeto colaboram também para a redução das interferências e erros em obra, diminuindo conseqüentemente o volume de resíduos. O engenheiro responsável pela execução da obra fez diversas críticas ao projeto, cuja interpretação pode ter sido dificultada pelo material disponibilizado para execução, gerando problemas de entendimento de projeto.

Na verdade, os projetos são fornecidos para nós em PDF, não em ArchiCAD ou qualquer outro formato BIM. Nem mesmo em AutoCAD nos foi fornecido, só temos acesso em PDF.” (Entrevistado 3)

Dessa forma, aconteceram diversas situações no canteiro de quebra de elementos de alvenaria ou até estruturais por erros de projeto ou interpretação de projeto, assim como retrabalho. Pode-se dizer, portanto, que em várias situações o processo BIM poderia ter ajudado a reduzir a incidência das perdas em obra, não sendo, entretanto, conhecida e utilizada neste caso de estudo.

Pelas entrevistas realizadas nos Blocos A, B e C, percebe-se que BIM foi utilizado nas etapas de projeto da edificação, porém, contatou-se que o nível de adoção na etapa de execução da obra foi bastante limitado, refletindo na contribuição à gestão dos resíduos no canteiro de obras, objetivo deste trabalho.

5. Considerações finais

Através das respostas fornecidas pelos entrevistados, percebeu-se que, sendo o CRAS uma das primeiras obras em BIM licitadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, o processo de implementação dessa metodologia gerou certo estranhamento e ainda é precoce na empresa responsável pela execução dos serviços deste caso estudado. Essa resistência à inclusão de novas técnicas pode ocorrer por limitação de conhecimento ou ferramentas, ou por falta de interesse em alterar os procedimentos já utilizados. Nesse tocante, uma das principais dificuldades era a comunicação ineficiente entre os envolvidos no processo de projeto, para que se alcançasse os resultados esperados. Erros de interpretação de projeto na obra por arquivos incompletos, falta de sintonia nas fases de projeto-obra e habilidades técnicas insuficientes por parte da equipe de execução impossibilitaram a realização de atividades de maneira colaborativa na obra.

Mesmo que a metodologia BIM possa efetivamente colaborar para a gestão de obras e dos resíduos no canteiro, a sua aplicação é dificultada pela situação atual da indústria da construção civil brasileira, com profissionais pouco qualificados e/ou familiarizados com as inovações. O desperdício, como relatado, é historicamente alto e, pelo observado na pesquisa, acontece em sua maior parte por razões comportamentais e culturais.

Em um contexto em que a maior parte das obras da construção civil tem gestão dos resíduos deficiente, o uso de BIM como estratégia para redução das perdas mostrou-se pouco satisfatório neste caso de estudo, merecendo ser melhor explorado. A implantação do sistema ainda é incipiente e recente na maior parte das empresas, que acabam não conhecendo toda a potencialidade dos processos e ferramentas. Todos os entrevistados concordaram que o BIM poderia auxiliar na gestão dos resíduos em obra, porém foram imprecisos ao relatar como ocorreria essa colaboração. A obra em questão foi executada de maneira convencional, mesmo tendo todos os projetos modelados em BIM. Como conclusão desta pesquisa, sugere-se que a colaboração entre equipes seja objeto de estudos futuros, para a melhoria constante dos processos, conceito-chave para o funcionamento da metodologia BIM aplicada em todas as etapas do empreendimento.

Referências

- AIA, D. E. **Building Information Modeling Protocol Exhibit**: The American Institute of Architects: 9p. p. 2008.
- BAPTISTA, A. R. R. T. G. **Utilização de ferramentas BIM no planejamento de trabalhos de construção – estudo de caso**. 2015. 83p (Dissertação de mestrado). Faculdade de engenharia – Dep. de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto.
- BARROS, B. P.; HOCHLEITNER, H. D. **Criação de um plug-in aliado a tecnologia BIM para quantificação de resíduos de construção em uma habitação unifamiliar**. 2017. 78 pp. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- BERNSTEIN, H. M.; YOUNG, N. W. Jr.; JONES, S. A. **Interoperability in the Construction Industry**, McGraw Hill Construction, p. 36, 2007.
- BLUMENSCHNEIN, R. N. Manual Técnico: **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília: SEBRAE/DF, 2007. 48p

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n° 307**, de 05 de julho de 2002. Dispõe sobre gestão de Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2002.

CARMINATTI JUNIOR, R. **Análise do ciclo de vida energético de projeto de habitação de interesse social concebido em Light Steel Framing**. 2012. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CHENG, J. C. P.; WON, J.; DAS, M. Construction and demolition waste management using BIM technology. In: CONF. OF THE INT'L. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 23., 2015, Perth. **Proceedings...** . Perth: Iglc, 2015.

DRUM, C. L. **Déficit habitacional e impactos econômicos do programa minha casa minha vida no Rio Grande Do Sul**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

EARDIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. BIM Implementation Throughout the UK Construction Project Lifecycle: an Analysis. **Automation in Construction**, Elsevier, n. 36, p. 145-151, 2013.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 1ª Ed. Porto Alegre: Bookman. 2014 483 p.

FAZINGA, W. R. **Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado**. 2012. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Eng. de Edif. e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2012.

FIGUERÊDO, P. **Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil.html>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

GNECCO, Veronica. **BIM para Gestão de Resíduos da Construção Civil: Estudo de Caso na Obra do CRAS do Município de Biguaçu**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2018.

GONÇALVES, D. B. A Gestão de resíduos da construção da Construção Civil no Município de Sorocaba-SP. **Reec**, Goiânia, v. 11, n. 2, p.15-26, dez. 2015.

GRAPHISOFT, **The Graphisoft Virtual Building: Bridging the Building Information Model from Concept into Reality**. Graphisoft Whitepaper, 2003.

HOWELL, I; BATCHELER, B. Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations. **Newforma white paper**,, 2004.

KHEMLANI, L. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood**. 2004.

KOSKELA, L. **Application of new production philosophy to construction**. 75 p. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. University of Stanford. Technical Report n° 72, August, 1992.

LAURIANO, L. A. **Como anda a gestão da sustentabilidade no setor da construção?** Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2013. 49 p.

LIBRELOTTO, L. I. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA): Aplicação no setor de**

edificações. 2005. 371 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LIU, Z.; OSMANI, M.; PETER, D.; BALDWIN, A. N. The Potential Use of BIM To Aid Construction Waste Minimization. In: CIB, 26., 2011, Sophia Antipolis. **Proceedings...** . Sophia Antipolis: Cib, 2011. p. 78 - 102.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM.** 2013. 325 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINS, E. M.; CRUZ, V. F.. **Definição de Trocas de Informação da Construção conforme o PSU - BIM Project Execution Planning Guide:** Discussão e Adaptação. 2016.60f. Monografia(Engenharia Civil), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MASOTTI, L. F. C. **Análise da Implementação e do Impacto do BIM no Brasil.** 2014, 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Dep. de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MATTANA, L. **Contribuição para o Ensino de Orçamento com Uso de BIM no Levantamento de Quantitativos.** 2017. 279 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MUTTI, C. **Treinamento de Mão de Obra na Construção Civil: Um Estudo de Caso.** 1995 (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** São Paulo: Oficina de Textos. 2014.

BLOOMBERG, M. R.; BURNEY, D. J.; RESNICK, D.. **BIM Guidelines.** Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.

OTUH, N. F. **BIM Based Energy/Sustainability Analysis for Educational Buildings:** A Case of Study. 2016. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construction Engineering, Hamk, Visamäki, 2016.

PICCHI, F. A. **Sistemas da Qualidade: Uso em Empresas de Construção de Edifícios.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. São Paulo, SP. 1993, 462p

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e técnicas.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 1985.

SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM) – Processo de orçamentação com estudos sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil.** 2015. 180 (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil – PPGECC, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TJELL, J. **Building Information Modeling (BIM) in Design:** Detailing with Focus on Interior Wall Systems. 2010. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Civil and Environmental Engineering, Technical University of Denmark, Berkeley, 2010.

WON, J.; CHENG, J. Identifying potential opportunities of building information modeling for construction and demolition waste management and minimization. **Automation In Construction**, Online, v. 79, p.3-18, jul. 2017.