

Potencial de integração do BIM na simplificação da avaliação de sustentabilidade através do SBTTool^{PT}-H

J. P. Carvalho, MEng

Universidade do Minho, CTAC
id7314@alunos.uminho.pt

L. Bragança, Phd

Universidade do Minho, CTAC
braganca@civil.uminho.pt

R. Mateus, Phd

Universidade do Minho, CTAC
ricardomateus@civil.uminho.pt

RESUMO

Atualmente a indústria da Arquitetura Engenharia e Construção (AEC) é responsável por inúmeros impactos negativos no ambiente. De maneira a reduzir esses impactos, cada vez mais se tem assistido a um aumento na procura por edifícios sustentáveis, sendo esta já uma preocupação das autoridades europeias e da sociedade em geral. Atualmente, existem várias metodologias que permitem avaliar o nível de sustentabilidade dos edifícios e que possibilitam obter informação acerca do modo como as equipas de projeto o podem otimizar. Face à recente implementação, procura e potencialidades do Building Information Modelling (BIM) na indústria da AEC, surge a oportunidade das metodologias de avaliação da sustentabilidade adotarem e beneficiarem das funcionalidades BIM. Os benefícios que o BIM oferece à sustentabilidade do edificado já são conhecidos e comprovados, mas ainda não está claramente estabelecido um método que possibilite os fluxos de informação entre o BIM e a avaliação da sustentabilidade dos edifícios, no sentido de tornar os processos de avaliação e otimização do nível de sustentabilidade dos edifícios mais expeditos. Este artigo analisa a forma de como os parâmetros da metodologia de avaliação de sustentabilidade SBTTool^{PT}-H podem ser diretamente ou parcialmente obtidos com recurso a ferramentas e/ou plataformas BIM. Dessa análise é verificada a aplicabilidade do BIM na presente metodologia e sugerida uma proposta de aplicação a um caso real, que inclui indicações sobre o método BIM mais adequado para avaliar cada parâmetro, os detalhes necessários do modelo e a sequência de tarefas a executar em contexto real.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas têm-se assistido a um aumento da preocupação no que diz respeito ao impacto das edificações no ambiente. A relação entre os problemas ambientais e o setor da construção já foi provada e aceite pela comunidade científica (Araújo, Bragança et al. 2013). Correntemente, o setor da construção é ainda responsável por elevados impactos negativos para o ambiente na Europa, como 40% da energia total consumida, 36% de emissões de CO₂ e 25% dos resíduos gerados anualmente. Perante estes impactos, as autoridades e a sociedade em geral tem revelado particular interesse na procura por melhores condições de habitabilidade e edifícios mais sustentáveis, explorando construções mais compatíveis com o ambiente natural de forma a reduzir esses mesmos impactos (Araújo, Bragança et al. 2013).

Perante as preocupações relatadas, diversas entidades desenvolveram metodologias de avaliação de sustentabilidade, com vista à implementação e divulgação de medidas sustentáveis em projetos de

construção, à avaliação e monitorização do desempenho dos mesmos e à recolha de informação que auxilie a tomada de decisão dos projetistas nas diferentes fases de um projeto (Mateus and Bragança 2011, Araújo, Bragança et al. 2013).

Durante as últimas duas décadas, várias metodologias de avaliação de sustentabilidade foram criadas um pouco por todo o mundo por iniciativa de companhias privadas e autoridades públicas (Mateus and Bragança 2011, Castanheira and Bragança 2014, Raffee, Hassan et al. 2015). Visto que cada região ou país tem as suas próprias características geográficas e culturais, a existência de várias metodologias já era expectável, dado que estas têm de se adaptar à região em que serão aplicadas (Raffee, Hassan et al. 2015, Kamaruzzaman, Salleh et al. 2016).

A primeira metodologia conhecida, a BREEAM – Building Research Establishment Environment Assessment Methodology, data de 1990 e foi desenvolvida pelo BRE no Reino Unido. Juntamente com o SBTool e a LEED, forneceram uma base para a criação de novas abordagens pelo mundo (Mateus and Bragança 2011, Araújo, Bragança et al. 2013, Castanheira and Bragança 2014, Raffee, Hassan et al. 2015, Kamaruzzaman, Salleh et al. 2016). Geralmente, estes métodos são caracterizados por avaliarem um número de características do edifício e agregarem os resultados obtidos num único valor que sintetiza o nível global de sustentabilidade. A utilização destes métodos permite que os projetos demonstrem os seus benefícios ambientais, económicos e sociais para a comunidade local (Castanheira and Bragança 2014).

Perante a necessidade da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção responder ao aumento da procura por edifícios mais sustentáveis, diversos processos e tecnologias têm sido desenvolvidas com vista à redução das necessidades energéticas, dos custos dos projetos, dos tempos de execução, das emissões de CO₂, dos resíduos produzidos, etc. (Motawa and Carter 2013, Solla, Ismail et al. 2016) Entre eles, destaca-se a metodologia Building Information Modelling (BIM) que consiste num conjunto de políticas, processos e tecnologias que criam uma metodologia de trabalho capaz de gerir um projeto num formato digital durante todo o ciclo de vida de uma construção (Lino, Azenha et al. 2012, Azenha 2014). A sua utilização permite que equipas de projeto comuniquem e colaborem melhor, verifiquem incompatibilidades, reduzam tempos e minimizem custos.

Relativamente às suas aplicações para desenvolver edifícios mais sustentáveis, o BIM permite que os projetistas realizem análises de desempenho energético, identificar padrões solares, estimar produção de energia renovável, prever os consumos de água, gerir eficientemente os resíduos, entre outras medidas sustentáveis (Motawa and Carter 2013). Estas informações fornecem aos projetistas uma base sólida para que estes possam selecionar as melhores soluções a implementar num determinado projeto.

De acordo com Azhar, Brown et al. (Azhar, Brown et al. 2010), a fase de projeto e pré-execução são as mais críticas no que toca às tomadas de decisão que influenciam a sustentabilidade do edifício. Esta constatação também é partilhada por Raffee (Raffee, Hassan et al. 2015), que afirma que a avaliação da sustentabilidade de um edifício se deve realizar o mais cedo possível, de forma a permitir aos projetistas tomar decisões e melhorar a sustentabilidade do edifício.

Perante isto, e visto que as principais potencialidades que o BIM oferece são mais notórias durante a fase de projeto, torna-se clara a influencia que pode ter na sustentabilidade de um projeto. Segundo vários autores (Wong and Kuan 2014, Wong and Zhou 2015, Solla, Ismail et al. 2016), a possibilidade de sobrepor informações multidisciplinares dentro de um único modelo BIM, cria a oportunidade para introduzir medidas sustentáveis e realizar análises de desempenho energético ao longo do projeto, desde a fase de projeto, até à operação, reparação, manutenção e demolição. Segundo os mesmos autores, a utilização do BIM ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício terá um enorme impacto na eficiência e no desempenho de um projeto de construção. Azhar e Brown (Azhar and Brown 2009) afirmam que a utilização do BIM com o propósito de construir edifícios mais sustentáveis, permite poupanças de 20% no custo total do projeto ao longo do seu ciclo de vida.

Apesar de todos os benefícios, atualmente ainda não está claramente definido e explicado como é que o BIM pode ser integrado nas metodologias de avaliação de sustentabilidade. Alguns autores (Azhar,

Carlton et al. 2011, Raffee, Hassan et al. 2015, Kamaruzzaman, Salleh et al. 2016) apontam como possíveis razões, a escassez de plataformas e ferramentas capazes de avaliar a sustentabilidade do edificado. Estes sugerem que alguns programas informáticos deverão ser melhorados e atualizados de forma a abrangerem mais parâmetros e aspetos relacionados com princípios de sustentabilidade.

No entanto, alguns autores (p.e. Azhar, Carlton et al. 2011) já deram alguns passos nessa matéria, com o desenvolvimento e validação de uma estrutura conceptual que estabelece a ligação entre o LEED e o BIM. Os resultados mostram que os parâmetros analisados podem ser diretamente ou indiretamente avaliados com resultados provenientes de programas informáticos BIM. O mesmo estudo conclui também que este processo tem a capacidade de simplificar a certificação LEED, ao mesmo tempo que economiza custos, tempo e outros recursos. No entanto, este estudo apenas foi aplicado a 17 créditos LEED e 2 pré-requisitos. O presente estudo encontra-se focado no método de avaliação da sustentabilidade SBTool^{PT}-H, que resulta da aplicação da metodologia SBTool internacional ao caso específico de Portugal. Este método foi desenvolvido pela Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade no Ambiente Construído (iiSBE) e é considerado um dos métodos mais abrangentes na caracterização da sustentabilidade do meio construído (Kamaruzzaman, Salleh et al. 2016). Este pode ser adaptado a diferentes países (p.e. Canada e Portugal) dada a sua flexibilidade de ser ajustado às características e condições de cada região, o que permite também realizar comparações entre edifícios de diferentes locais (Mateus and Bragança 2011, Kamaruzzaman, Salleh et al. 2016). No SBTool, existe uma lista de indicadores com diferentes ponderações de acordo com as regulamentações e práticas nacionais. A cada indicador é atribuída uma pontuação, que resulta da comparação do edifício analisado com dois *benchmarks*: prática convencional e melhor prática. No final, após ponderação de todos os indicadores, é atribuída uma classificação final ao edifício (Mateus and Bragança 2009, Mateus and Bragança 2011).

De acordo com as potencialidades referidas e propostas de aplicação existentes, é consistente afirmar que o BIM se pode tornar uma ferramenta essencial para alcançar edifícios mais sustentáveis, atuando efetivamente nas três principais dimensões da construção sustentável: Ambiente, Sociedade e Economia.

METODOLOGIA

De maneira a avaliar a aplicabilidade da metodologia, plataformas e ferramentas BIM na metodologia de avaliação de sustentabilidade SBTool^{PT}-H, é necessária realizar uma análise detalhada de cada parâmetro da metodologia. O objetivo é recolher informação sobre como cada parâmetro pode ser diretamente ou parcialmente avaliado com recurso ao BIM. Para tal, cada parâmetro será cuidadosamente estudado e identificado um processo/ferramenta BIM que possibilite a quantificação dos parâmetros necessários para a sua avaliação.

Da referida análise será possível avaliar a aplicabilidade do BIM no SBTool^{PT}-H, apresentando-se no final uma proposta de integração entre as duas metodologias. Essa proposta terá em consideração as potencialidades e restrições do BIM e do SBTool^{PT}-H, bem como irá conter informações relativas aos detalhes necessários do modelo BIM em cada fase da avaliação da sustentabilidade, à sequência de tarefas e aos passos a adotar em contexto real para a avaliação de cada parâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma a verificar a aplicabilidade do BIM na metodologia de avaliação da sustentabilidade SBTool^{PT}-H, cada parâmetro da mesma teve de ser analisada para que fosse possível perceber como é que a utilização do BIM poderia ser útil. Seguidamente, nas Tabelas 1, 2 e 3, é apresentada uma breve explicação sobre qual o método BIM a utilizar para avaliar completamente, parcialmente ou auxiliar a avaliação de cada parâmetro de sustentabilidade. Sempre que não seja possível utilizar um método BIM para avaliar completamente e/ou diretamente um parâmetro, é sugerida uma abordagem que auxilie os projetistas a terem acesso à informação que necessitam para avaliar o referido parâmetro.

Tabela 1. Avaliação dos parâmetros da Dimensão Ambiental do SBTool^{PT}-H

Categoria	Parâmetro	Potencial de utilização BIM	NIU
<p style="text-align: center;">Ambiental</p> <p style="text-align: center;">C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior</p> <p style="text-align: center;">C2 – Uso do solo e biodiversidade</p>	P1 - Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida do edifício por m ³	Atualmente existem programas de Avaliação de Ciclo Vida (ACV) que possibilitam a extração automática de informações contidas num modelo BIM. Assim, é evitada a duplicação de trabalhos e minimizada a hipótese de existirem erros. Além disso, a utilização do BIM permite que a ACV possa abranger todas as fases do ciclo de vida de um edifício. No entanto ainda existem algumas limitações, como problemas de interoperabilidade e a parca consideração da energia despendida em transportes. (Possível Programa a Utilizar - PPU: ATHENA Impact Estimator)	✓
	P2 - Percentagem utilizado do índice de utilização líquido disponível	Utilização de mapas de quantidades para obter as áreas necessárias ao cálculo do Índice de Utilização líquido do edifício. A identificação do Índice de utilização líquido máximo permitido pelo PDM local requer interferência do utilizador. (PPU: Revit)	✓
	P3 - Índice de impermeabilização	Para a determinação deste parâmetro, é necessário definir sub-regiões da área de implementação do modelo BIM e atribuir a propriedade “impermeabilização” às referidas regiões. Seguidamente é possível obter um mapa de quantidades topográficas por sub-região com as áreas impermeabilizadas discriminadas. (PPU: Revit)	
	P4 - Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada	Processo semelhante ao parâmetro anterior. A área de implementação é facilmente obtida através de um modelo BIM. Relativamente às áreas previamente contaminadas ou edificadas, estas devem ser definidas como sub-regiões da área de implementação e dotadas de uma propriedade específica para que ao extrair os mapas de quantidades, estas apareçam discriminadas. (PPU: Revit)	
	P5 - Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	Definir sub-regiões e identificar como “áreas verdes” para obter a área verde total do edifício através de mapas topográficos. Criação de famílias/classes denominadas “espécies autóctones” e obtenção de mapas de quantidades por famílias/classes. (PPU: Revit)	
	P6 - Percentagem de área em planta com refletância igual ou superior a 60%	À semelhança de parâmetros anteriores, devem ser definidas sub-regiões na área de implementação e dotar as mesmas com as suas características, “área verde” e “área com refletância \geq 60%”. Seguidamente, extrair as quantidades topográficas. (PPU: Revit)	

NIU – Necessidade de interferência do utilizador – Entende-se por NIU quando é necessário que o utilizador recolha informação externa ao modelo BIM, como por exemplo, informações de normas, legislação, preço de recursos, entre outros.

Tabela 1. Avaliação dos parâmetros da Dimensão Ambiental do SBTool^{PT}-H (continuação)

Categoria	Parâmetro	Potencial de utilização BIM	NIU
C3 – Energia	P7 - Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	Realização de análises de desempenho térmico através de ferramentas BIM específicas que tenham por base o Regulamento dos Edifícios de Habitação (necessário detalhar o modelo com as informações requeridas à simulação do desempenho energético). O valor máximo para as necessidades globais de energia primária provem de normas nacionais, pelo que requer a interferência do utilizador. (PPU: CYPE e CYPETHERM REH)	✓
	P8 - Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	Atualmente é possível estimar a quantidade de energia renovável produzida localmente no edifício através de ferramentas BIM específicas. Contudo, estas ferramentas ainda só possibilitam a utilizam de um reduzido leque de opções de produção de energia, maioritariamente provenientes de energia solar, como o potencial de produção fotovoltaico e solar térmico. (PPU: DesignBuilder, Green Building Studio)	
Ambiental	P9 - Percentagem em custo de materiais utilizados	As ferramentas de análise BIM para orçamentação permitem obter toda a informação necessária à avaliação deste parâmetro. Devem ser extraídas as quantidades de materiais através de mapas de quantidades com respetivos custos atribuídos. Seguidamente o utilizador deve identificar quais desses materiais é que estão a ser reutilizados e obter a percentagem em custo de materiais reutilizados face ao custo total da obra. (PPU: Revit, Vico)	
	P10 - Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício	Através da extração de mapas de quantidades é possível obter a quantidade de materiais utilizados e através das suas características (densidade e volume) obter o peso (em kg) desse mesmo material. Informação relativamente à percentagem de conteúdo reciclado de cada material, apesar do modelo poder conter informação sobre as percentagens, à semelhança do peso, terá de ser calculado pelo utilizador. Uma outra forma, é a criação de uma base de dados de objetos que contém toda a informação sobre os objetos com conteúdo reciclado. (PPU: Revit)	✓
	P11 - Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados	Para avaliação deste parâmetro é apenas necessária a quantificação de todos os produtos de madeira ou base orgânica do projeto. Os objetos devem estar dotados dessa informação, para que, ao extrair mapas de quantidades seja possível filtrar os resultados por “tipo de material”. Com um processo semelhante, os produtos devem também conter informação se são ou não certificados, de forma a que estes se encontrem discriminados dos restantes. À semelhança do parâmetro anterior, é ainda possível criar uma base de dados em que os objetos já têm esta informação. (PPU: Revit)	

Tabela 1. Avaliação dos parâmetros da Dimensão Ambiental do SBTool^{PT}-H (continuação)

Categoria	Parâmetro	Potencial de utilização BIM	NIU
Ambiental	C4 – Materiais e resíduos sólidos	P12 - Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	Este parâmetro deve ser avaliado de forma semelhante aos anteriores. Passa por se obter as quantidades totais de ligantes utilizados e dotar os materiais de informação relativamente ao seu conteúdo cimentício. À semelhança dos anteriores, é ainda possível criar uma base de dados em que os objetos já têm esta informação. (PPU: Revit)
		P13 - Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	A informação relativamente às condições interiores pode ser obtida através da modelação do modelo de arquitetura com respetivo mobiliário. No que diz respeito às condições exteriores, alguma informação pode ser obtida caso seja modelo o bairro onde se encontra o projeto. No entanto, o utilizador irá sempre necessitar de obter informações relativas aos sistemas de recolha de resíduos no local. (Revit)
	C5 – Água	P14 - Volume anual de água consumida per capita no interior do edifício	A modelação de todos os objetos que requerem a utilização de água, permite ao utilizador ter conhecimento dos consumos e quantidades dos mesmos. Com essa informação é possível atualizar e completar a Tabela de avaliação do método SBTool ^{PT} -H. (PPU: Revit, Green Building Studio)
		P15 - Percentagem de redução do consumo de água potável	Atualmente já existem ferramentas BIM que permitem estimar as poupanças de água e de custos, resultantes da instalação de vários tipos de sistemas de reaproveitamento de águas pluviais e/ou cinzentas. (PPU: Green Building Studio)

Tabela 2. Avaliação dos parâmetros da Dimensão Social do SBTool^{PT}-H

Categoria	Parâmetro	Potencial de utilização BIM	NIU
Social C6 – Conforto e saúde dos ocupantes	P16 - Potencial de ventilação natural	As ferramentas BIM apenas podem auxiliar na obtenção das áreas dos espaços habitáveis e nas áreas de aberturas para o exterior. As restantes informações, deverão ser recolhidas ou processadas pelo utilizador. (PPU: Revit)	✓
	P17 - Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo em COV	À semelhança de outros parâmetros, através da extração de mapas de quantidades e das características inerentes aos materiais, é possível obter a massa total de materiais de acabamento utilizados no projeto. Os materiais selecionados com baixo conteúdo em COV, devem ser dotados dessa informação e extraídos de acordo com esse filtro, de maneira a estarem discriminados dos restantes. É ainda possível criar uma base de dados em que os objetos já têm esta informação. (PPU: Revit)	
	P18 - Nível de conforto térmico médio anual	As ferramentas BIM permitem a realizam de simulações energéticas dinâmicas com vista à obtenção das temperaturas operativas do edifício. Contudo, este parâmetro necessita também de informação relativa à temperatura média exterior cumulativa, que deve ser obtida através de ficheiros climáticos do local em análise. (PPU: Green Building Studio, DesignBuilder, Virtual Environment)	✓
	P19 - Média do Fator de Luz do Dia Médio	Atualmente, diversas ferramentas e plataformas BIM permitem a realização de análises de luz natural e artificial em edifícios. Contudo, para uma correta análise deste fator, a modelação das formas dos edifícios e obstruções na vizinhança do edifício são fundamentais. Todos os parâmetros, à exceção do fator de correção que traduz a sujidade do envidraçado, podem ser obtidos através de informações recolhidas do BIM. (PPU: DAYSIM, RADIANCE)	
	P20 - Nível médio de isolamento acústico	As ferramentas BIM permitem avaliar o índice de isolamento a sons de condução aérea e de percussão entre as várias divisões de um edifício e/ou com edifícios vizinhos. No entanto, a quantificação do nível de conforto acústico a ruídos de equipamentos coletivos poderá ser difícil de obter com recurso a ferramentas BIM. O utilizador deverá recolher informação relativa aos requisitos acústicos a que o edifício se encontra sujeito segundo o RRAE. (PPU: EASE)	✓

Tabela 2. Avaliação dos parâmetros da Dimensão Social do SBTool^{PT}-H (continuação)

Categoria	Parâmetro	Potencial de utilização BIM	NIU	
Social	C7 – Acessibilidade	P21 - Índice de acessibilidade a transportes públicos	A avaliação deste parâmetro será pouco auxiliada pela utilização de ferramentas BIM. A única mais-valia que pode ser retirada, é a interligação entre a plataforma de modelação e o Google Maps de forma a obter as distancias e o tempo de percurso às paragens de transporte público. Todas as restantes informações deverão ser compiladas pelo utilizador. A localização das paragens deverá ser averiguada pelo utilizador, excetuando o caso em que todo o “bairro” se encontrar devidamente modelado (prática pouco usual e morosa).	✓
		P22 - Índice de acessibilidade a amenidades	A semelhança do parâmetro anterior, a metodologia BIM, atualmente, apenas poderá auxiliar na obtenção das distancias do edifício às respetivas amenidades. No entanto, estas terão de ser identificados pelo utilizador. A existência de um plug in que exporte as distâncias às amenidades para uma folha de calculo, pode permitir a atribuição automática dos respetivos créditos.	✓
	C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	P23 - Disponibilidade e conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	O modelo BIM poderá conter informações úteis para a avaliação deste parâmetro, nomeadamente, as medidas sustentáveis adotadas, indicações de utilização e manutenção de equipamentos, informações sobre a gestão de resíduos, detalhes dos equipamentos instalados, informações de emergência, entre outros. Contudo, atualmente, essa informação deve ser recolhida pelo utilizador e transposta para a metodologia de avaliação. Adicionalmente, o utilizador necessita ainda de obter outras informações como localização de locais de interesse, ciclovias, estacionamento de automóveis, entre outros.	✓

Tabela 3. Avaliação dos parâmetros da Dimensão Económica do SBTool^{PT}-H

Categoria	Parâmetro	Potencial de utilização BIM	NIU	
Económica	C9 – Custos de ciclo de vida	P24 - Valor do custo do investimento inicial por m ² de área útil	A metodologia BIM, atualmente, permite estimar os custos totais da obra, auxiliando assim a estimativa do preço de venda ao público. O utilizador deve ter acesso ao Inquérito à Avaliação Bancária na Habitação para obter o custo de investimento que corresponde à pratica convencional e à melhor prática do local em análise.	✓
		P25 - Valor anual dos custos de utilização por m ² de área útil	A utilização de metodologias BIM, permite obter de forma automatizada a energia elétrica necessária à utilização do edifício e as necessidades de água potável. É ainda possível estimar a produção de águas residuais e de resíduos sólidos urbanos em função do número de ocupantes. O utilizador deve recolher os custos locais de energia, abastecimento de água e recolha de resíduos sólidos urbanos.	✓

Além da avaliação propriamente dita dos parâmetros do SBTool^{PT}-H, é necessário perceber qual a fase mais adequada à avaliação de cada um de maneira a obter resultados mais precisos. É certo que, após a conclusão do modelo para a realização do projeto, é possível usufruir de praticamente todas as mais valias que o BIM pode oferecer. Contudo, de forma a melhorar o desempenho do edifício nas várias vertentes que serão analisadas, quanto mais parâmetros forem avaliados, mais possibilidades os projetistas têm de otimizar a sustentabilidade do edifício. Com a integração de métodos BIM, desde as

etapas mais preliminares de projeto, os projetistas podem usufruir de uma ferramenta que os auxilia na tomada de decisão sobre a integração e comparação de resultados entre diferentes cenários de projeto, sem um custo acrescido e num curto espaço de tempo.

Assim sendo, a Figura 1, apresenta esquematicamente a fase em que os vários parâmetros da metodologia SBTool^{PT}-H devem ser avaliados de acordo com a sequência de um projeto realizado através de um modelo BIM.

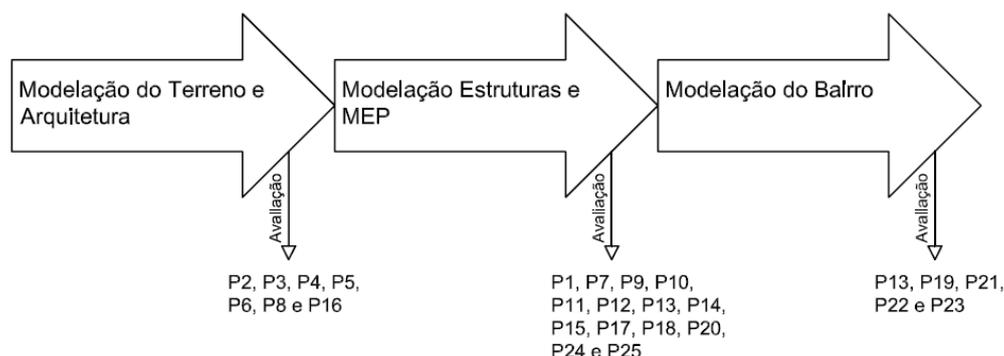


Figura 1. Avaliação dos parâmetros do SBTool^{PT}-H ao longo da realização do modelo BIM

Da análise da Figura 1, é possível constatar que 80% dos parâmetros do SBTool^{PT}-H podem ser avaliados direta ou indiretamente com o recurso ferramentas BIM, numa fase relativamente inicial do projeto. Contudo, é importante referir que face à necessidade de realizar uma avaliação completa antes da execução do projeto, alguns parâmetros são apenas estimados tendo em conta o tipo de utilização do edifício e o número expectável de ocupantes (por exemplo, nos parâmetros que envolvem análises de desempenho energético e de consumo de água). Só desta maneira se torna possível a realização de alterações ao projeto sem custos significativos.

No que diz respeito à modelação do bairro, é uma prática pouco comum em projetos de pequena dimensão. O facto pode ser justificado por ser um processo, usualmente, bastante moroso e que requer um conhecimento aprofundado do bairro. Ainda assim, recorrendo à integração BIM/GIS e a uma plataforma de modelação é possível introduzir as formas das construções na vizinhança e ainda definir a sua tipologia genérica.

É ainda de referir que os parâmetros que podem ser avaliados logo após a conclusão do modelo de arquitetura, requerem um nível de desenvolvimento (LOD) relativamente baixo (LOD 100 a LOD 200). A modelação das formas das edificações e a distribuição dos diferentes tipos de espaço (espaços verdes, espaços impermeáveis, entre outros) é suficiente para realizar uma análise preliminar do nível de sustentabilidade. Desta maneira, os projetistas têm a possibilidade de otimizar estes parâmetros antes de proceder à fase de modelação seguinte. Relativamente ao nível de desenvolvimento necessário à avaliação dos restantes parâmetros, é certo que quanto mais detalhe o modelo apresentar, mais realistas e concisas serão as análises e as quantidades extraídas. No entanto, no caso da avaliação da sustentabilidade, um modelo com um nível de desenvolvimento médio (LOD 300 / LOD 350) é suficiente para que os projetistas possam comparar, seleccionar e introduzir medidas que permitam otimizar o nível de sustentabilidade do edifício.

CONCLUSÕES

A integração de metodologias BIM, com o objetivo de apoiar a implementação de princípios de sustentabilidade no edificado, pode revelar-se essencial para a otimização do desempenho e redução dos potenciais impactes ambientais dos edifícios no futuro. Torna-se assim importante idealizar formas para que seja possível integrar e automatizar os processos de avaliação da sustentabilidade enquadrados num contexto BIM, para que as equipas de projeto consigam, de uma forma simples e célere, identificar e comparar diferentes medidas sustentáveis numa fase inicial do projeto.

No caso do SBTool^{PT}-H, ainda não existe uma ferramenta BIM que integre este método de avaliação, mas grande parte das informações que resultam da aplicação de métodos e ferramentas BIM

permitem a avaliação de grande parte dos parâmetros da metodologia SBTool^{PT}-H de uma forma automática e célere. De acordo com o estudo realizado, constata-se a importância de dotar o modelo e respetivos objetos com determinadas informações essenciais à correta filtragem da extração de quantidades, tanto de áreas como de materiais. A utilização da função “extração de quantidades”, revelou ser um dos principais aspetos para a simplificação da avaliação de sustentabilidade, dado que muitas das informações para a avaliação dos parâmetros podem ser obtidas através desta função. Mais uma vez, é de realçar a necessidade de caracterizar corretamente os materiais e as regiões de forma a conseguir extraí-las com os devidos filtros. Caso contrário, será difícil para o utilizador identificar as informações que necessita.

No que diz respeito à fase em que deve ser realizada a avaliação da sustentabilidade, é essencial que esta seja feita durante o projeto para que os projetistas tenham a possibilidade de realizar alterações que otimizem o desempenho do edifício. No entanto, diferentes parâmetros devem ser avaliados em fases do projeto distintas, de acordo com a informação necessária à sua avaliação, para que estes apresentem resultados mais precisos e fiáveis.

A integração do BIM na metodologia de avaliação da sustentabilidade SBTool^{PT}-H pode ainda ser otimizada em questões de tempo e fiabilidade com a criação de uma API que permita a extração automática da informação necessária ao SBTool^{PT}-H para uma folha de cálculo. Contudo, para a criação desta aplicação é necessário o conhecimento aprofundado de técnicas de programação e de modelação.

REFERÊNCIAS

- Araújo, C., L. Bragança and M. G. d. Almeida (2013). "Sustainable construction key indicators." Portugal SB13-Contribution of Sustainable Building to Meet EU 20-20-20 Targets: 505-512.
- Azenha, M., J. C. Lino, B. Caires (2014). Introdução ao BIM - Slides de apoio às aulas teóricas do MIEC da UM.
- Azhar, S. and J. Brown (2009). "BIM for sustainability analyses." *International Journal of Construction Education and Research* 5(4): 276-292.
- Azhar, S., J. Brown and A. Sattineni (2010). A case study of building performance analyses using building information modeling. *Proceedings of the 27th international symposium on automation and robotics in construction (ISARC-27)*, Bratislava, Slovakia.
- Azhar, S., W. A. Carlton, D. Olsen and I. Ahmad (2011). "Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis." *Automation in construction* 20(2): 217-224.
- Castanheira, G. and L. Bragança (2014). "The Evolution of the Sustainability Assessment Tool: From Buildings to the Built Environment." *The Scientific World Journal* 2014.
- Kamaruzzaman, S. N., H. Salleh, E. C. W. Lou, R. Edwards and P. F. Wong (2016). Assessment schemes for sustainability design through BIM: Lessons learnt. *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences.
- Lino, J. C., M. Azenha and P. Lourenço (2012). "Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas." *BE2012-Encontro Nacional Betão Estrutural*.
- Mateus, R. and L. Bragança (2009). "Guia de avaliação SBTool PT-H." Associação iiSBE Portugal.
- Mateus, R. and L. Bragança (2011). "Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBTool PT-H." *Building and Environment* 46(10): 1962-1971.
- Motawa, I. and K. Carter (2013). "Sustainable BIM-based evaluation of buildings." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 74: 419-428.
- Raffee, S. M., Z. Hassan and M. S. A. Karim (2015). Enhancement of Sustainability Assessment of Building Projects using Building Information Modelling (BIM). *3rd National Graduate Conference (NatGrad2015)*.
- Solla, M., L. H. Ismail and R. Yunus (2016). "Investigation on the potential of integrating BIM into green building assessment tools." *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 11(4): 2412-2418.
- Wong, J. K.-W. and K.-L. Kuan (2014). "Implementing 'BEAM Plus' for BIM-based sustainability analysis." *Automation in construction* 44: 163-175.
- Wong, J. K. W. and J. Zhou (2015). "Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review." *Automation in Construction* 57: 156-165.