

MÉTODO PARA ANÁLISE DE COMPONENTES CURRICULARES: IDENTIFICANDO INTERFACES ENTRE UM CURSO DE GRADUAÇÃO E BIM

CURRICULUM COMPONENTS ANALYSIS' METHOD: IDENTIFYING INTERFACES BETWEEN AN UNDERGRADUATE COURSE AND BIM

Érica de Sousa Checcucci

Arivaldo Leão de Amorim

Abstract

The use of intelligent 3D model processes such as Building Information Modeling (BIM) represents an interesting and promising tool to be applied extensively in academic curricular components of Civil Engineering courses. In this paper, we have explored a new analysis' method for identification of interfaces between conventional courses of Civil Engineering and BIM. Particularly, the study focuses on undergraduate course of Civil Engineering of Federal University of Sao Francisco Valley – Brazil. Studying the curriculum components four different categories were analyzed: (a) the relation between the course and BIM; (b) convenient contents of modeling to be applied in class; (c) discussion about phases of building life cycle; (d) building design and applications. It was found that the method can be used to identify when in the educational process and within disciplines, BIM can be discussed and worked. Additionally the method can highlight gaps and needs of new curriculum components in order to discuss specific aspects of modeling, contributing to the adoption of BIM in undergraduate courses of Civil Engineering and Architecture, as well as in related areas.

Keywords: BIM. Building Information Modeling. Curriculum. Civil Engineering. Architecture.

Érica de Sousa Checcucci

Universidade Federal do Vale do São
Francisco (UNIVASF), Faculdade de
Engenharia Civil, Juazeiro - BA,
erica.checcucci@univasf.edu.br

Arivaldo Leão de Amorim

Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Faculdade de Arquitetura, Salvador - BA,
alamorim@ufba.br

Introdução

Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, como é traduzido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), envolve uma modelagem computacional complexa para dar suporte a todas as fases do ciclo de vida da edificação, de forma integrada e colaborativa. Esta modelagem representa um novo paradigma no setor da Construção Civil e está em contínuo desenvolvimento, apresentando ainda diversas questões em aberto e envolvendo uma grande variedade de conceitos, processos e tecnologias, hardware e software sofisticados, dentre outros.

*BIM pode ter pelo menos 3 acepções diferentes: pode significar o modelo de informação da edificação, sendo um acrônimo de *Building Information Model*; o gerenciamento do empreendimento, desde o estudo de viabilidade do negócio, passando pelo controle e acompanhamento do edifício durante sua vida útil até a sua demolição ou requalificação (*Building Information Management*); ou a modelagem da informação da edificação – processo através do qual o modelo BIM é gerado e mantido ao longo do ciclo de vida do empreendimento (*Building Information Modeling*).*

How to cite this article:

CHECCUCCI, Erica de Sousa; AMORIM, Arivaldo Leão de. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2014

Este artigo inicia abordando os principais aspectos que devem ser considerados quando se deseja inserir esta modelagem nos cursos de graduação, apresentando as duas estratégias mais utilizadas por instituições de ensino para trabalhar o paradigma BIM.

Em seguida, apresenta um método que foi desenvolvido com o objetivo de identificar as interfaces existentes entre BIM e o currículo de cursos de graduação em Engenharia Civil¹, de forma a identificar em que momentos da formação do estudante e em que componentes curriculares BIM pode ser discutido e trabalhado.

Na sequência, expõe uma pesquisa exploratória na matriz curricular do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), que buscou discutir e avaliar de forma consistente o método proposto.

Finalmente, verificou-se que o método permite não apenas identificar as disciplinas que tem interface com o tema, como também ressaltar necessidades de criação de novos componentes curriculares para discutir determinados conteúdos relacionados com a modelagem, podendo ser uma importante ferramenta para o auxílio ao planejamento da inserção de BIM em cursos de graduação já existentes, sejam de Engenharia Civil ou de Arquitetura.

Ensino-aprendizagem de BIM e sua adoção em cursos de graduação

A partir dos relatos de diferentes pesquisadores, é possível estabelecer a evolução das discussões sobre BIM no Brasil. Os primeiros artigos encontrados que possuem alguma relação com o tema tratam de questões sobre a modelagem paramétrica, o trabalho colaborativo, vantagens da modelagem sobre o desenho e a construção multidisciplinar de modelos 4D (VINCENT, 2004; 2006; ANDRADE, 2007; FLORIO, 2007; RUSCHEL; GUIMARÃES FILHO, 2008). Já nos últimos anos, foram publicadas experiências de ensino-aprendizagem de BIM que discutem a sua adoção em instituições de ensino, as dificuldades encontradas, programas BIM utilizados, vantagens percebidas, dentre outros (RUSCHEL et al., 2011; MENEZES et al., 2012; CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2013; ROMCY; CARDOSO; MIRANDA, 2013).

No entanto, percebe-se que a adoção do BIM no país ainda é pontual e discreta, como atestam Checcucci, Pereira e Amorim (2011) e Ruschel, Andrade e Moraes (2013). A Integração de diferentes conteúdos e disciplinas e a necessidade de colaboração dos diversos professores são duas das grandes dificuldades a serem

superadas para se adotar o paradigma BIM nos processos de ensino-aprendizagem. Outros desafios podem ser citados, como: a necessidade de máquinas e programas sofisticados e atualizados; ausência da bibliografia em língua portuguesa; falta de um número suficiente de docentes com conhecimento amplo sobre o tema; falta de espaço na matriz curricular dos cursos de graduação para inserir um tema tão vasto e complexo como o BIM; o custo associado à rápida obsolescência da tecnologia, dentre outros.

Nos Estados Unidos, segundo Becerik-Gerber, Gerber e Ku (2011), a maioria dos cursos de arquitetura e engenharia civil iniciou a oferta de alguma disciplina que aborda o paradigma BIM entre os anos de 2006 e 2009. Entretanto, até esse momento não há um consenso sobre a melhor forma ou momento de se trabalhar BIM, existindo diversas experiências já realizadas de adoção da modelagem em disciplinas específicas sobre o tema, sejam obrigatórias ou optativas, cobrindo uma ampla gama de situações, como: cursos de extensão; ateliês de projeto (disciplinares ou multidisciplinares); no desenvolvimento de trabalhos finais de graduação; no emprego da modelagem em diversos componentes curriculares simultaneamente, dentre outras possibilidades, como relatam Rebolj, Menzel e Dinevski (2008); Sacks e Barack (2010); Barison e Santos (2010; 2010b; 2011; 2011b); Wong; Wong; Nadeem (2011) e Becerik-Gerber, Gerber e Ku (2011).

É importante que cada curso ou instituição busque inserir BIM nos seus processos de ensino-aprendizagem a partir do seu contexto particular, considerando os recursos que possui e os objetivos traçados, e ainda, que se estabeleça o planejamento para esta adoção, com etapas e prazos bem definidos. Checcucci (2014) aponta algumas questões que devem ser consideradas, como: as dificuldades que podem existir (falta de professores e infraestrutura, por exemplo); a definição do nível de formação em BIM que o curso deseja promover (básico, intermediário ou avançado); o foco da modelagem BIM que se pretende trabalhar (por exemplo, em determinada etapa do ciclo de vida da edificação, ou buscando formar um profissional específico dentro da cadeia de trabalho BIM); a estratégia de organização do currículo; o método de ensino-aprendizagem que será adotado; as atividades e as avaliações que serão propostas, dentre outras.

Em relação à organização curricular, duas formas podem ser identificadas como as mais adotadas: a criação de uma ou mais disciplinas específicas sobre o tema, ou a utilização de BIM em disciplinas já existentes, integrado a conteúdos usualmente trabalhados nos cursos.

A forma de adoção pontual de BIM demanda a criação de disciplinas específicas sobre o tema, provavelmente

aumentando a carga-horária de alunos e professores, além de restringir o tempo e o conteúdo BIM a ser trabalhado às novas disciplinas criadas. Em um curso de formação generalista, como a graduação em Engenharia Civil ou em Arquitetura, dificilmente poderão ser criadas mais do que duas disciplinas para tratar do tema, e isto significa uma abordagem introdutória sobre a modelagem.

Já a adoção integrada da modelagem em diferentes momentos da formação do aluno, e em diversos componentes curriculares, apresenta como principal desvantagem a necessidade de que um maior número de professores tenha uma ampla compreensão sobre o tema e sejam capazes de desenvolver o trabalho integrado, de forma a evitar que a aprendizagem seja fragmentada e pouco significativa. No entanto, esta abordagem traz como vantagem a possibilidade dos estudantes trabalharem BIM em diferentes enfoques e aplicações, com professores de diversas áreas e em vários momentos de sua formação, possibilitando desta forma uma aprendizagem mais robusta.

Para auxiliar nesta adoção integrada de BIM, foi desenvolvido um método de análise dos componentes curriculares que são ofertados por um curso de graduação, de forma a identificar aqueles que têm mais afinidade com o tema. A próxima seção apresenta e discute este método.

Método de análise de componentes curriculares de cursos de graduação: identificando interfaces com BIM

É possível montar um plano de adoção de BIM num curso de graduação a partir dos componentes curriculares que são regularmente ofertados pelo curso. Para isto, é necessário mapear a matriz curricular existente buscando identificar em que disciplinas os conteúdos desejados podem ser trabalhados e desenvolvidas as competências necessárias.

O procedimento adotado é a pesquisa documental, mais especificamente a análise documental e categorial das ementas do curso, que serão avaliadas e classificadas de acordo com 4 categorias diferentes:

- (a) a primeira verifica a relação entre o componente curricular e BIM, e o classifica da seguinte forma: (1) não existe interface com o tema; (2) pode haver interface, a depender do foco que o professor dê para a disciplina; e, (3) existe uma interface clara com o paradigma BIM;
- (b) a segunda categoria avalia se os seguintes conteúdos da modelagem podem ser trabalhados na disciplina: (1) ciclo de vida da edificação; (2) colaboração; (3)

interoperabilidade; (4) coordenação do processo de modelagem; (5) modelagem geométrica tridimensional; (6) parametrização; (7) orientação a objetos; (8) semântica do modelo; (9) visualização do modelo; (10) simulação e análise numéricas;

- (c) a terceira categoria identifica que etapas do ciclo de vida da edificação podem ser discutidas: (1) estudo de viabilidade; (2) projeção; (3) planejamento da construção; (4) construção; (5) uso, que envolve a operação e a manutenção, e (6) demolição ou requalificação; finalmente,
- (d) a última categoria se aprofunda na etapa de projeto, assinalando se as seguintes disciplinas de projeto tem interface com o componente curricular: (1) arquitetura; (2) estrutura; (3) elétrica; (4) hidráulica; (5) ar condicionado, e (6) outras disciplinas.

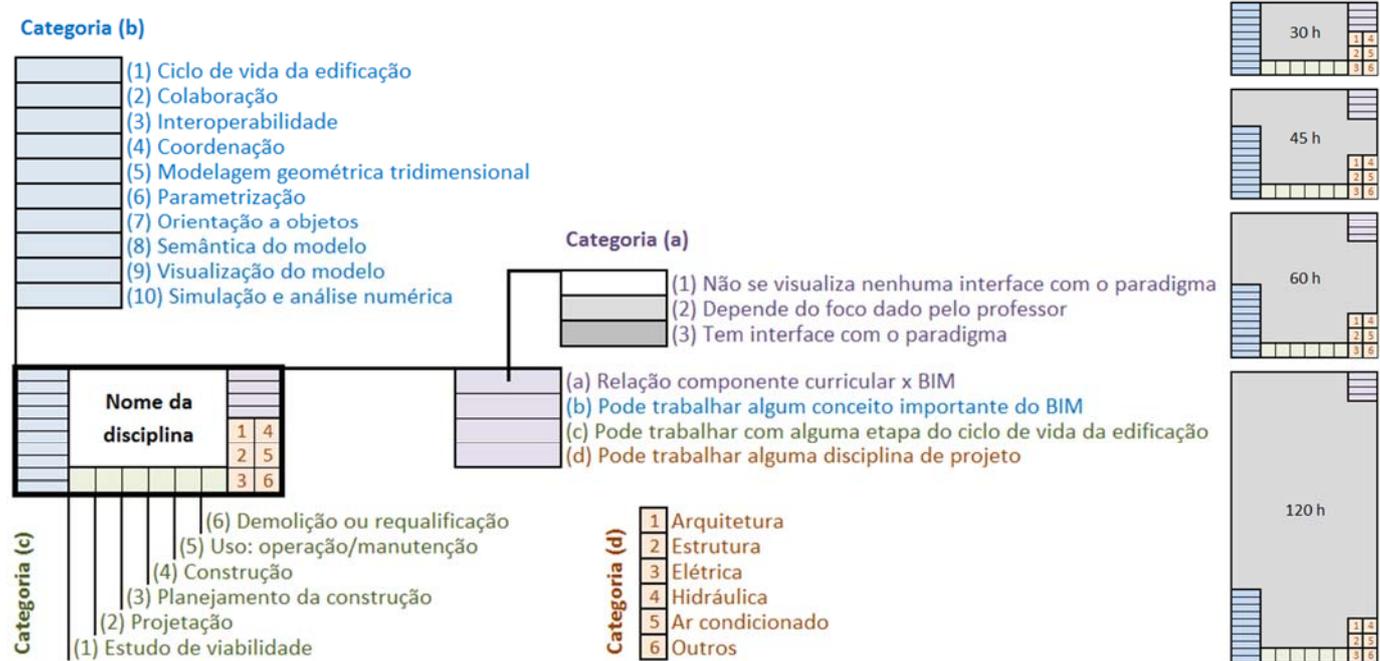
Na categoria (a), na opção (2) “pode haver interface, a depender do foco que o professor dê para a disciplina” são classificados os componentes nos quais, analisando a ementa, verifica-se que não existe uma interface explícita com o paradigma, porém alguns conceitos podem ser introduzidos e trabalhados. Como exemplo, podem ser citadas as disciplinas “Metodologia da Pesquisa” e “Comunicação e Expressão” do curso de Engenharia Civil da UNIVASF, nas quais podem ser apresentados e discutidos alguns textos que tratam de BIM para que os alunos possam ir se familiarizando com alguns conceitos e terminologia utilizados, ainda que eles não sejam o foco das disciplinas.

Os resultados da análise devem ser registrados em caixas individuais para cada disciplina, segundo o modelo de representação do conhecimento apresentado na Figura 1. Nesta proposta, as análises referentes às 4 categorias são assinaladas no canto superior direito da caixa e os desdobramentos das categorias (b), (c), e (d) são registrados ao redor do nome da disciplina.

O registro é feito utilizando uma gradação de cores, que vai corresponder ao resultado da análise da categoria (a): se não houver relação do componente curricular com BIM, o local de registro fica branco; se houver uma possível relação, o local é assinalado com um tom claro e, se houver uma forte relação, com um tom escuro.

Se há interface, a área correspondente é pintada. Desta forma, por exemplo, é possível saber que determinada disciplina tem interface explícita com o paradigma BIM (categoria *a*, pintada no tom escuro); pode discutir sobre o ciclo de vida da edificação, e a orientação a objetos (categoria *b*, itens 1 e 7; pode trabalhar com a etapa de projeção (categoria *c*, item 2); e com o projeto arquitetônico (categoria *d*, item 1).

Figura 1. Sistema de representação utilizado para registrar as análises das ementas das disciplinas com caixas de tamanhos diferentes de acordo com a carga horária da disciplina



Fonte: adaptado de Checcucci (2014)

Este método foi utilizado para analisar todos os componentes curriculares do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). A seção a seguir fala brevemente sobre o curso analisado para, em seguida, discutir a aplicação do método proposto.

O curso de graduação em Engenharia Civil da UNIVASF e a aplicação do método

O Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIVASF é organizado em 10 semestres e suas disciplinas são distribuídas em 3 núcleos de conteúdos, e 1 núcleo de atividades (UNIVASF, Colegiado de Engenharia Civil, 2012):

- 1) O Núcleo de Conteúdos Básicos fornece a base necessária para que o estudante possa desenvolver seu aprendizado e é composto por disciplinas das áreas de Matemática, Comunicação, Expressão Gráfica, Física, Mecânica dos Sólidos, dentre outras.
- 2) O Núcleo de Conteúdos Profissionais Essenciais fornece a identidade do profissional, trabalhando as atribuições, deveres e responsabilidades do engenheiro civil, em disciplinas das áreas de conhecimento da construção civil, geotecnia, hidráulica, hidrologia, sistemas estruturais, transporte e logística, dentre outras.

- 3) O Núcleo de Conteúdos Profissionais Específicos é responsável pelo aprofundamento dos conteúdos do núcleo anterior e atende, quando couber, às peculiaridades locais e regionais. Ele é composto pelas disciplinas eletivas, optativas e pelo Núcleo Temático – um componente curricular com 120 horas de carga horária, que agrega ensino, pesquisa e extensão e faz parte do programa de todos os cursos da UNIVASF.
- 4) O Núcleo de Atividades busca aproximar o aluno da prática profissional e é composto pelo Trabalho de Conclusão do Curso (TCC1 e TCC2) e o Estágio Obrigatório.

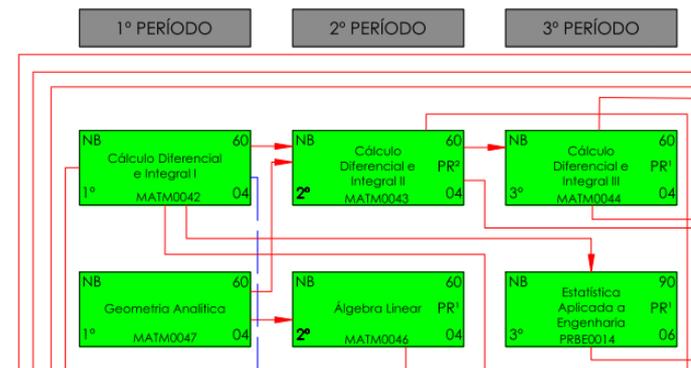
A matriz curricular do curso é representada por um conjunto de caixas distribuídas nos 10 períodos, cada uma delas indicando uma disciplina diferente e possuindo uma cor, a depender do núcleo ao qual pertence. A Figura 2 mostra algumas disciplinas do Núcleo de Conteúdos Básicos em um trecho ampliado da matriz.

Antes de iniciar a análise, a matriz foi refeita, representando cada disciplina no seu período correspondente, com uma cor e tamanho próprio, que identificam o núcleo ao qual pertence e a sua carga horária – disciplinas com maior carga horária são representadas através de caixas maiores (Figura 3).

Finalmente, cada disciplina foi analisada. A Figura 4 exemplifica o resultado obtido para duas disciplinas –

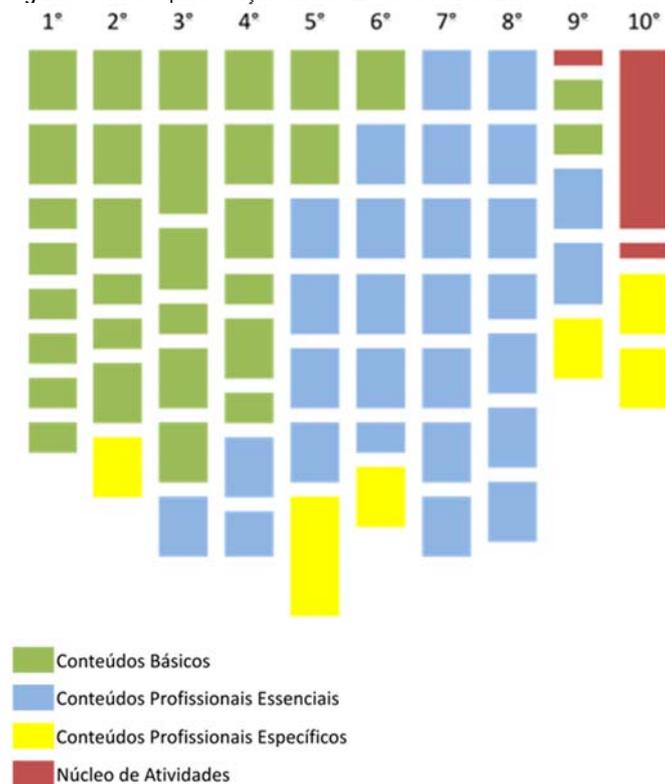
uma do Núcleo de Conteúdos Básicos e outra do Profissional Essencial.

Figura 2. Trecho da matriz do curso de graduação em Engenharia Civil (UNIVASF)



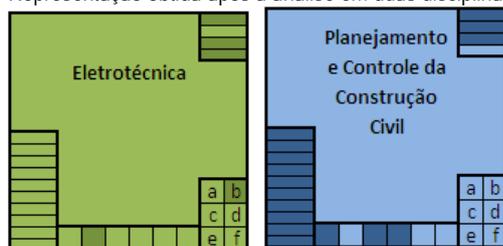
Fonte: Checcucci (2014, p. 148)

Figura 3. Nova representação da matriz – antes da análise



Fonte: Checcucci (2014, p. 149)

Figura 4. Representação obtida após a análise em duas disciplinas



Fonte: adaptado de Checcucci (2014, p. 152)

A disciplina Eletrotécnica tem a seguinte ementa: *Definições e parâmetros de circuitos. Análise de circuitos. Energia e potência. Circuitos polifásicos. Medições dos principais parâmetros elétricos. Circuitos magnéticos.* Análise: a depender do foco dado pelo professor, pode existir uma relação entre a disciplina e BIM ao serem discutidas questões relativas à modelagem do projeto elétrico da edificação.

Esta análise gerou a seguinte representação: cor verde claro (núcleo básico / categoria a, opção 2). São preenchidos os espaços relativos à categoria (a); à categoria (c) – é possível discutir uma etapa do ciclo de vida da edificação – projeto; e à categoria (d/3) – projeto elétrico.

A disciplina Planejamento e Controle da Construção tem a seguinte ementa: *Certificação e controle de qualidade. Noções de planejamento. Metodologia de planejamento de um empreendimento. Planejamento da construção em PERT-CPM. Cronograma físico. Cronograma físico-financeiro.* Análise: existe uma forte relação com a modelagem: podem ser discutidos todos os conceitos identificados na categoria (b) e três fases do ciclo de vida da edificação (o estudo de viabilidade, o planejamento da construção e a construção).

Representação: cor azul escura (núcleo profissional essencial / categoria a, opção 3). São preenchidos os espaços relativos à categoria (a); a categoria (b) – todos os conceitos; e a categoria (c) com as 3 fases do ciclo de vida identificadas.

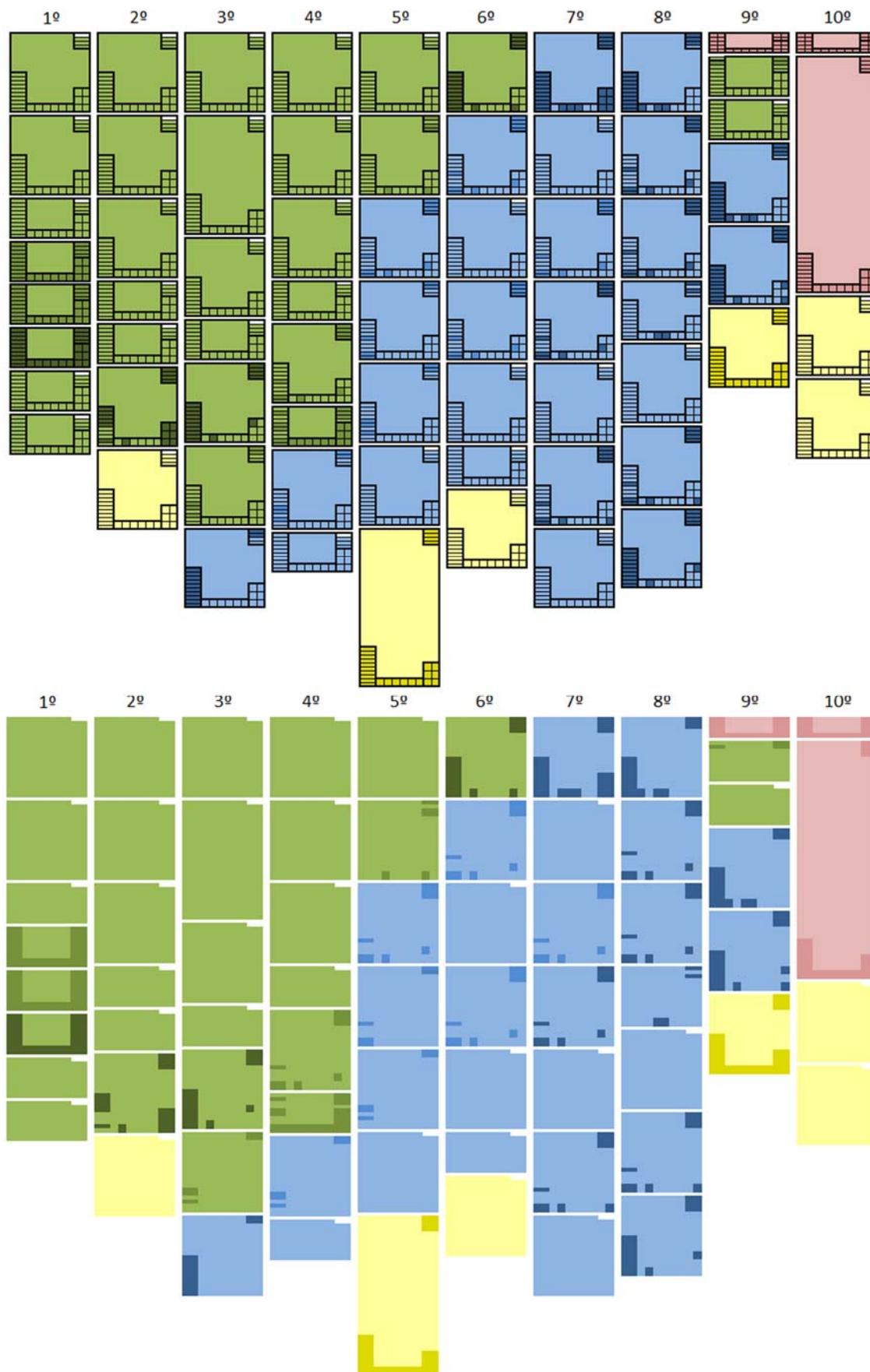
Após a verificação de todos os componentes curriculares, a matriz do curso foi representada segundo o sistema proposto, de duas formas diferentes: com as linhas de separação entre itens, para facilitar a análise individual da avaliação feita, e sem estas linhas, para tornar a representação do conjunto mais agradável visualmente, como mostrado na Figura 5.

A partir da representação completa da matriz, posteriormente foram separados apenas aqueles componentes nos quais se identificou alguma relação com a modelagem da informação da edificação (categoria a, opções 2 e 3), mostrados na Figura 6.

Em seguida, foram também destacados apenas os componentes identificados como tendo uma interface explícita com o BIM (categoria a, opção 3, representados com cor escura) – Figura 7.

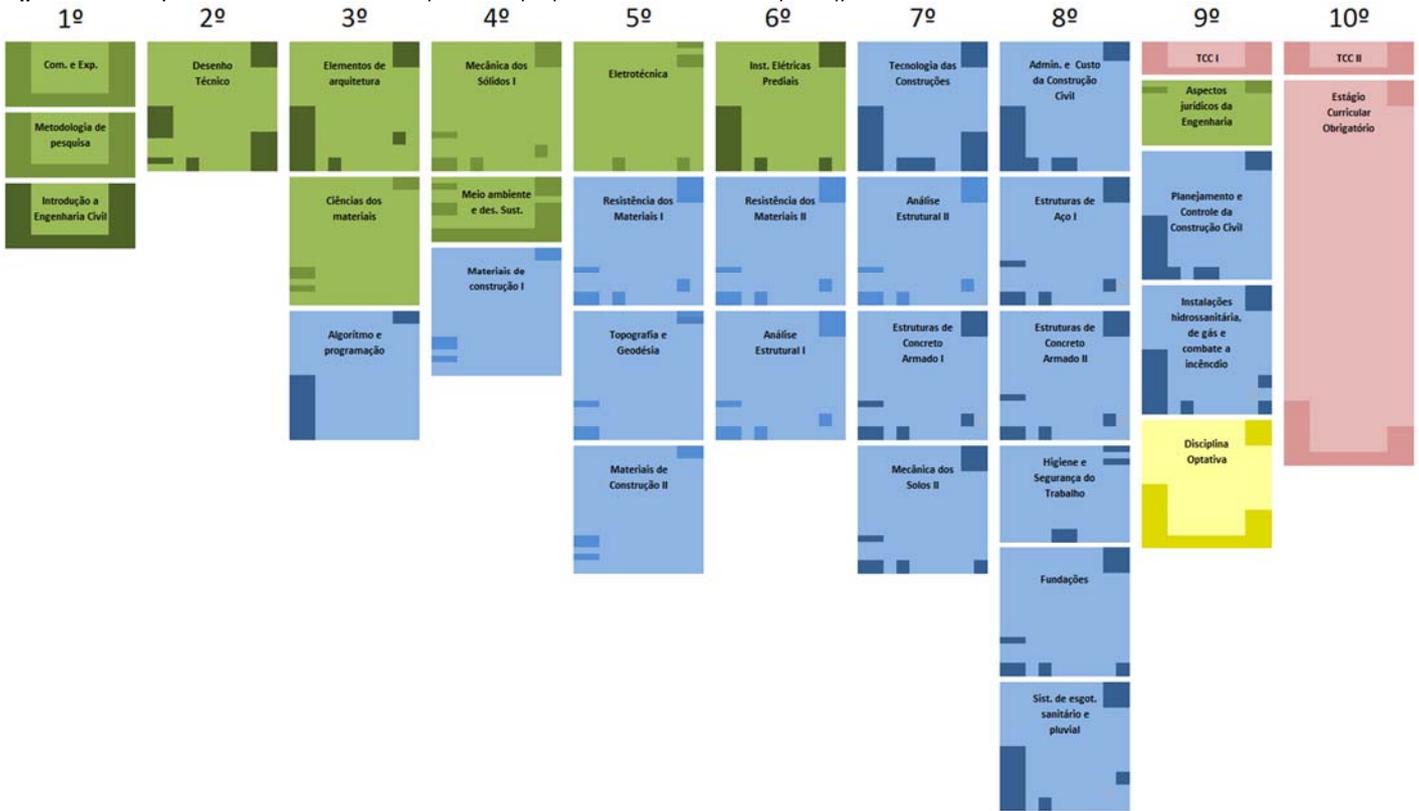
A partir destas análises e diferentes representações, foi possível identificar quais disciplinas tem interface com o paradigma BIM; em que momentos do curso o tema pode melhor ser discutido e trabalhado; e se existe necessidade de criação de outros componentes curriculares para trabalhar determinadas questões relativas à modelagem.

Figura 5. Interface entre o paradigma BIM e a matriz curricular do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIVASF



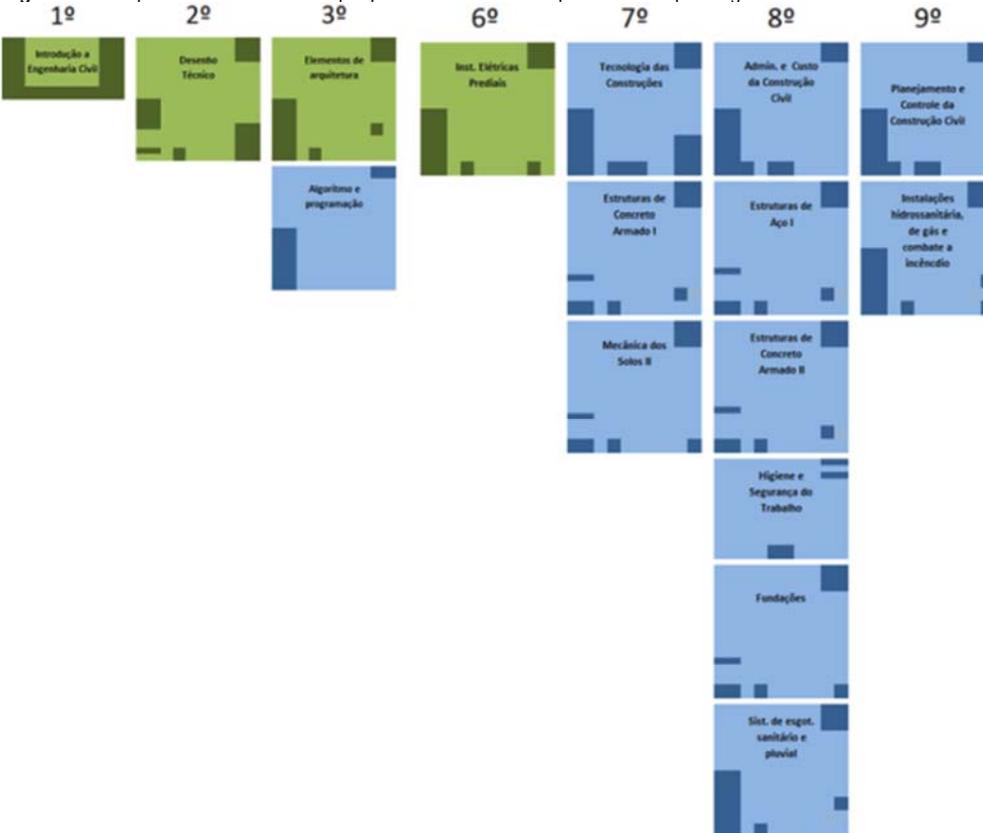
Fonte: Checucci (2014, p. 153)

Figura 6. Subconjunto da matriz curricular: componentes que possuem interface com o paradigma BIM



Fonte: Checcucci (2014, p. 154)

Figura 7. Componentes curriculares que possuem interface explícita com o paradigma BIM



Fonte: adaptado de Checcucci (2014, p. 154)

A Tabela 1 identifica o número de disciplinas que tem uma relação possível ou explícita com BIM (todas onde o tema pode ser trabalhado – categoria *a*, opções 2 e 3); e o número de disciplinas que apresentam uma relação explícita com a modelagem (categoria *a*, opção 3), em relação a cada núcleo de conteúdos do curso. As análises também permitiram constatar que:

- 1) Desde o início do curso, ainda no Núcleo Básico, os alunos podem ter contato efetivo com o paradigma BIM em 4 (quatro) disciplinas, sendo possível trabalhar seus principais conceitos, a relação entre BIM e projeto, e mais especificamente, o projeto de arquitetura.
- 2) A disciplina *Introdução à Engenharia* pode apresentar todas as interfaces analisadas, abrangendo diversos aspectos da modelagem, ainda que sem muita profundidade devido à sua pequena carga horária e amplitude da ementa.
- 3) Identificou-se que o Núcleo Básico possui 7 (sete) disciplinas nas quais é possível introduzir algum aspecto do tema, ainda que nas suas ementas não exista uma interface explícita com a modelagem. É o caso, por exemplo, de *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*, na qual é possível discutir os temas “colaboração” e “ciclo de vida da edificação”.
- 4) No Núcleo Profissional Essencial identificou-se que quase metade dos componentes curriculares possui uma interface explícita com BIM, abrangendo diversos dos seus aspectos.
- 5) Todos os projetos analisados (arquitetura, elétrico, hidráulico, estrutural e de ar condicionado) são trabalhados, em diferentes componentes. Além destes, projetos de instalações de gás e de combate a incêndio são conteúdos da disciplina *Instalações hidrossanitária, de gás e combate a incêndio*.
- 6) Não existem disciplinas no currículo proposto que contemplem os conteúdos: “uso: operação / manutenção” e “demolição ou requalificação da edificação”. Uma relação possível foi encontrada na disciplina *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*.

A Figura 8 destaca os componentes curriculares do Núcleo Básico e Profissional Essencial que tiveram a categoria (b) assinalada (podem trabalhar algum conceito relativo ao paradigma BIM). Das 59 (cinquenta e nove) disciplinas destes núcleos, foram identificadas 28 (vinte e oito) que podem discutir algum conceito relativo ao tema, sendo que 15 delas apresentam uma interface clara com o paradigma (assinaladas com cores escuras).

Tabela 1. Número de componentes curriculares que possuem interface com o paradigma BIM em cada núcleo

Núcleos de conteúdos	Matriz Original	Relação possível ou explícita com BIM	Relação explícita com BIM
Básico	31	11	4
Profissional Essencial	28	19	12
Profissional Específico	6	2	-
Atividades	3	3	-

Fonte: adaptado de Checcucci (2014, p. 155)

Já na Figura 9, foram representados os 24 (vinte e quatro) componentes curriculares que tiveram assinaladas a categoria (c) – podem trabalhar com alguma fase do ciclo de vida da edificação. Em 16 (dezesesseis) destas disciplinas o projeto da edificação pode ser trabalhado.

Em apenas 4 (quatro) disciplinas do núcleo básico foram encontradas interfaces possíveis com as etapas de uso / manutenção, e demolição ou requalificação da edificação.

Em uma proposta de inserção do BIM no currículo, estas seriam as disciplinas já existentes onde se poderia iniciar a relação da modelagem com as etapas finais do ciclo de vida da edificação, mesmo que sem muita profundidade. Isto decorre do aluno ser iniciante no curso e as ementas das disciplinas serem muito amplas, além de não terem o foco específico no BIM.

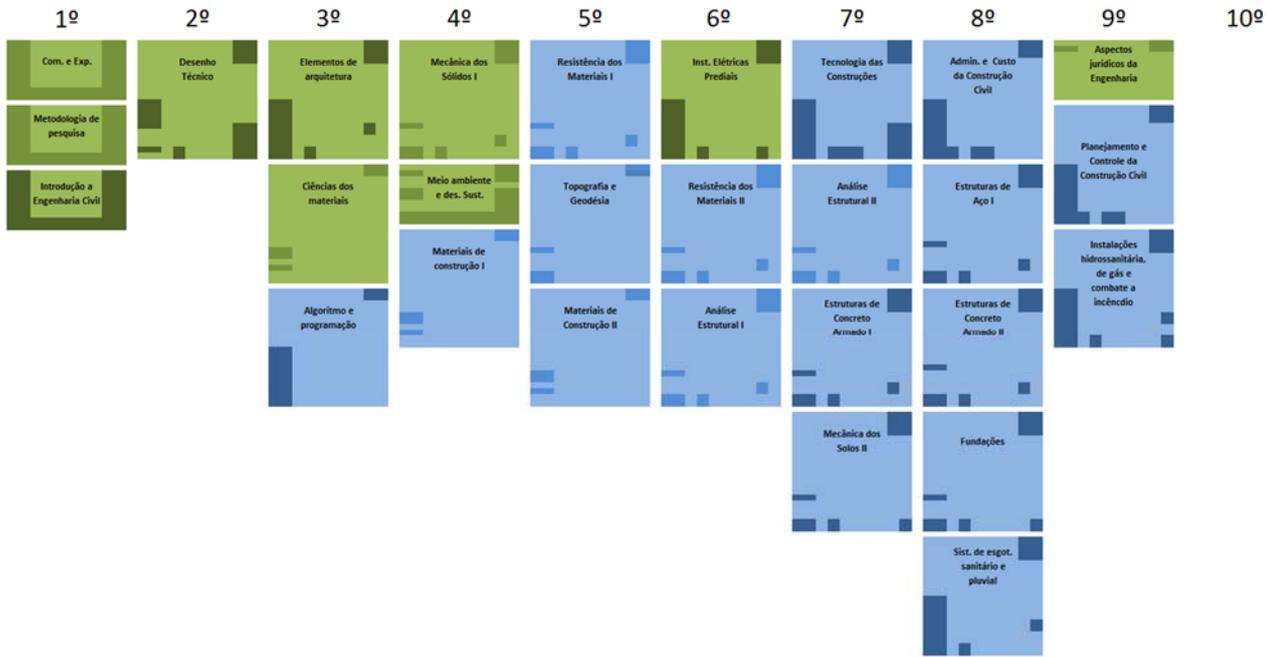
Também foram ressaltadas aquelas disciplinas nas quais podem ser discutidas outras fases do ciclo de vida da edificação, que não o projeto da edificação (Figura 10).

Já em relação ao núcleo profissional específico, as disciplinas eletivas, por sua própria natureza não possuem interface com o paradigma BIM. As disciplinas optativas e os núcleos temáticos podem ter interface, a depender dos seus objetivos. A criação de uma disciplina optativa e/ou de um núcleo temático específico sobre o pode ser uma forma de aprofundar a discussão do BIM.

O Núcleo de Atividades, que envolve 2 disciplinas de orientação do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) e o Estágio Supervisionado, podem ter relação com o tema, dependendo do foco dado pelo aluno a estas atividades, e a oportunidade da empresa concedente do estágio estar interessada em BIM.

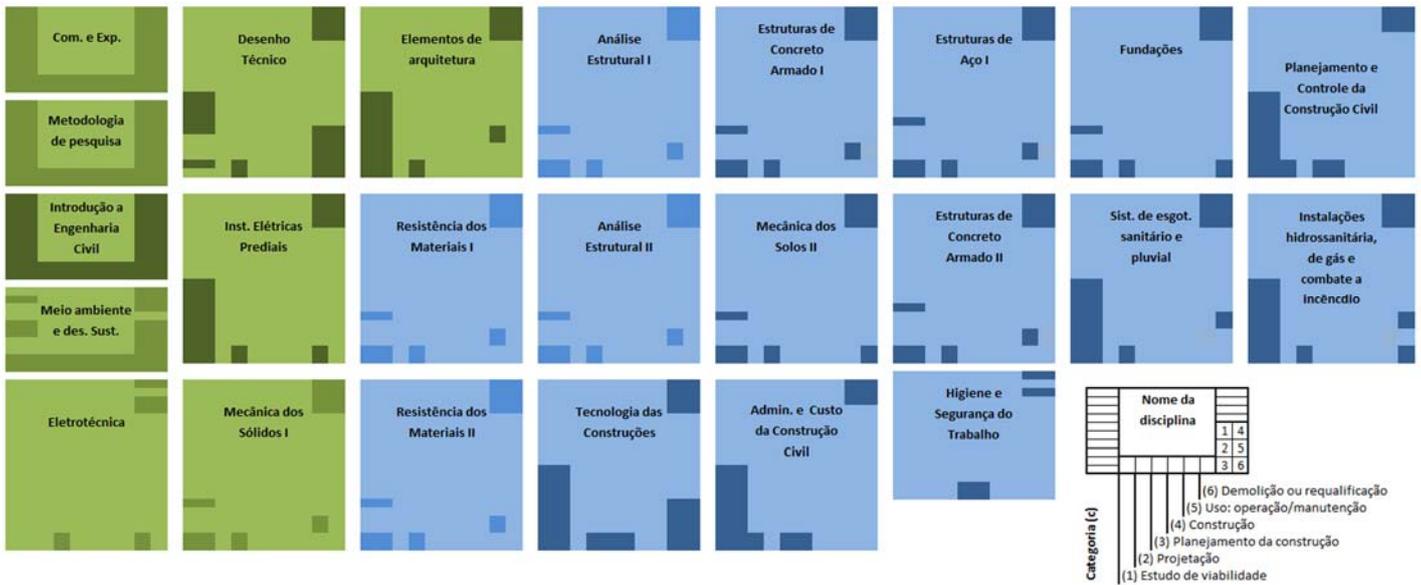
Os assuntos do Núcleo de Atividades e do Núcleo Profissional Específico são de livre escolha do estudante, que pode, mesmo tendo possibilidade de se aprofundar no paradigma BIM, não se interessar em seguir este caminho formativo.

Figura 8. Disciplinas que possuem alguma interface com BIM – Núcleos Básico e Profissional Essencial



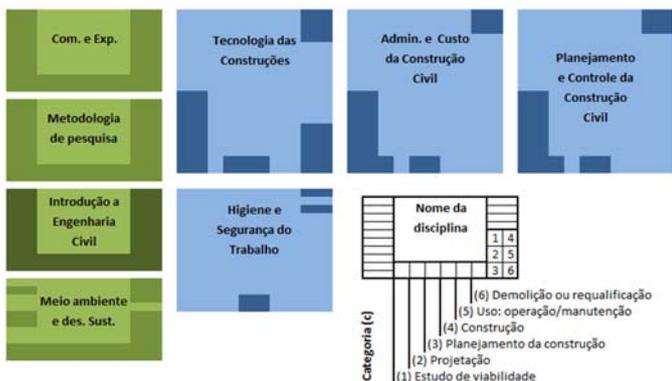
Fonte: Checcucci (2014, p. 157)

Figura 9. Disciplinas que podem trabalhar algum conteúdo relacionado às fases do ciclo de vida da edificação – Categoria (c)



Fonte: Checcucci (2014, p. 157)

Figura 10. Disciplinas que podem trabalhar com outras fases do ciclo de vida da edificação, que não o projeto – Categoria (c)



Fonte: Checcucci (2014, p. 158)

Considerações finais

Este texto apresenta um método para analisar currículos de cursos de graduação e verificar sua interface com o paradigma BIM. Apesar de ter sido utilizado para avaliar um curso de graduação em Engenharia Civil, acredita-se que este método pode ser utilizado para analisar a matriz curricular de outros cursos, como os de Arquitetura e áreas afins.

O método e a sua proposta de implementação não excluem a possibilidade de criação de componentes específicos para discutir a modelagem da informação da construção, mas parte da premissa de que a discussão do paradigma em diferentes momentos da formação do aluno torna-se mais abrangente e efetiva, e permite que sejam trabalhados diferentes aspectos do BIM, com diferentes professores / especialistas, possibilitando ao estudante uma formação mais integrada e completa.

No entanto, fica evidente que nem todos os aspectos relativos ao paradigma BIM poderão ser discutidos em um único percurso formativo da graduação, seja ele em Engenharia Civil ou Arquitetura.

A avaliação da matriz curricular de um curso já existente pode facilitar a inserção do tema na formação do aluno, sem necessariamente demandar uma alteração no currículo existente. Este pode ser um dos primeiros passos para introduzir BIM no curso.

Deve-se considerar, entretanto, que outras questões deverão ser mudadas, em relação aos processos de ensino-aprendizagem usualmente adotados nas graduações em Arquitetura, Engenharia Civil, e áreas afins, como o desenvolvimento da autonomia do estudante, sua capacidade para trabalhar em equipes, liderar, sua pró-atividade, dentre outras competências necessárias a um profissional que utiliza o BIM.

Em relação à análise realizada na matriz do curso da UNIVASF, constatou-se que o método adotado permitiu que fosse ressaltada a interface que o curso tem com o tema, identificando diversas disciplinas que podem trabalhar conteúdos relativos ao BIM. Descobriu-se que já nos primeiros semestres, ainda nas disciplinas básicas a modelagem da informação da construção pode ser introduzida, sendo que questões relativas à etapa de projeto da edificação podem ser aprofundadas nas disciplinas de *Desenho Técnico* e de *Elementos de Arquitetura*.

Questões relacionando BIM e outras etapas do ciclo de vida da edificação podem ser inseridas em diversos componentes curriculares deste curso, mas identificou-se a ausência de disciplinas que abordem especificamente as etapas de uso/manutenção, e demolição ou requalificação. Em relação às disciplinas de projeto, percebe-se que o curso abrange todas aquelas investigadas na categoria (d), e ainda outros tipos de projetos, como instalação de gás e combate a incêndio.

Na matriz analisada identificam-se duas possibilidades de aprofundamento do tema: em disciplina optativa e no Núcleo Temático, que podem ser criados com objetivo de trabalhar o paradigma BIM.

Sugere-se que a aplicação do método de análise proposto seja realizada por uma equipe multidisciplinar, de preferência por professores do curso que está sendo avaliado e que ministram as disciplinas no referido curso. Acredita-se que um profissional que tenha conhecimentos sólidos e abrangentes sobre o BIM pode assessorar a equipe, apontando possibilidades e formas de inserção do tema no percurso formativo de aluno.

O método formulado, além de evidenciar relações entre a matriz curricular e o paradigma BIM, permite que sejam identificadas lacunas e necessidades de criar componentes específicos para discutir determinados temas relacionados ao paradigma – foi o caso da percepção da ausência de conteúdo ou que falta espaço, na matriz avaliada, para se trabalhar as últimas etapas do ciclo de vida da edificação.

O método proposto também pode ser aplicado a cursos novos, permitindo analisar o projeto de forma a auxiliar a formulação de um curso com maior interface com BIM desde sua origem, se este for o objetivo desejado.

Finalmente, percebe-se que existe ainda um longo caminho para a efetiva adoção e consolidação da modelagem da informação da construção nos cursos relacionados ao setor da Construção Civil. No entanto, acredita-se que é possível que cada curso dê os primeiros passos para sua atualização, com vistas a introduzir o paradigma BIM, em um processo que certamente deverá ocorrer de forma incremental e em diferentes etapas.

Agradecimentos

Os autores registram seus agradecimentos à UNIVASF e a FAPESB, pelo apoio ao projeto de doutorado do primeiro autor; ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao segundo autor; à CAPES, pelo apoio ao projeto da Rede BIM-Brasil e à FINEP, pelo apoio do projeto Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à construção de Habitações de Interesse Social.

Notas

- (1) O método apresentado foi desenvolvido durante o doutoramento do primeiro autor e originalmente apresentado no III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto Construído e VI Encontro de Tecnologia de Informação na Construção, SBPQ/TIC 2013 (CHECCUCCI; AMORIM, 2013). Este trabalho é uma versão atualizada e ampliada do artigo original.

Referências

- ANDRADE, M. L. V. X. Computação gráfica tridimensional e ensino de arquitetura: uma experiência pedagógica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 7., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. 1 CD-ROM.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 2010b, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2010. Disponível em: <<http://www.engineering.nottingham.ac.uk/iccbe/proceedings/pdf/pf289.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2013.
- _____. Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 27., 2010b, Cairo. **Proceedings...** Cairo: Blacksburg, VA, Virginia Tech, 2010. p. 1-10. Disponível em: <<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2010-83.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2013.
- _____. Tendências atuais para o ensino de BIM. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador, Brasil. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011. 1 CD-ROM.
- _____. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011b. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/218/244>>. Acesso em: 13 maio 2013.
- BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D. J.; KU, K. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 16, p. 411-432, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/24>>. Acesso em: 14 fev. 2013.
- CHECCUCCI, E. S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto**. 235 f. il. 2014. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L. Identificando interfaces entre BIM e a matriz curricular de cursos de engenharia civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013. 1 CD-ROM.
- CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ensino de arquitetura. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 17., 2013b, Valparaíso, Chile. **Anais...** Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2013. 1 CD-ROM.
- FLORIO, W. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007. 1 CD-ROM.
- MENEZES, A. M.; VIANA, M. L. S.; PEREIRA JUNIOR, M. L.; PALHARES, S. R. Impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais...** Belém: ABENGE, 2012. 1 CD-ROM.

REBOLJ, D.; MENZEL, K.; DINEVSKI, D. A virtual classroom for information technology in construction. **Computer Applications in Engineering Education**. v. 16, n. 2, p. 105-114, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.20129/pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2013.

ROMCY, N. M. S.; CARDOSO, D. R.; MIRANDA, N. M. BIM e Ensino: experiência acadêmica realizada na Universidade Federal do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas, Brasil. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013. 1 CD-ROM.

RUSCHEL, R. C.; GUIMARÃES FILHO, A. B. Iniciando em CAD 4D. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2008. 1 CD-ROM.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; SALES, A. A.; MORAIS, M. O ensino de BIM: exemplos de implantação em cursos de engenharia e arquitetura. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador, Brasil. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011. 1 CD-ROM.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/36881/25905>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

SACKS, R.; BARAK, R. Teaching Building Information Modeling as an integral part of freshman year civil engineering education. **Journal of professional issues in engineering education and practice**. ASCE, v. 136, n. 1, p. 30-38, Jan. 2010. Disponível em: <<http://www.ascelibrary.org>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO (UNIVASF). Colegiado de Engenharia Civil. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil. 2. ed. Petrolina: UNIVASF, 2012.

VINCENT, C. C. Projeto arquitetônico e computação gráfica: processos, métodos e ensino. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 8., 2004, São Leopoldo. **Anais ...** São Leopoldo: SIGRADI, 2008, p. 89-90. Disponível em: <<http://followscience.com/content/525081/projeto-arquitetonico-e-computacao-grafica-processos-metodos-e-ensino>>. Acesso em: 13 set. 2013.

_____. Ensino de projeto: digital ou manual? In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 10., 2006, Santiago do Chile. **Anais...** Santiago do Chile: Universidad de Chile, 2006. 1 CD-ROM.

WONG, K.; WONG, K.; NADEEM, A. Building information modeling for tertiary construction education in Hong Kong. **Journal of Information Technology in Construction (ITCon)**. v. 16, p. 467-476, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/27>>. Acesso em: 14 fev. 2013.