



EIXO TEMÁTICO:

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ambiente e Sustentabilidade | <input type="checkbox"/> Crítica, Documentação e Reflexão | <input type="checkbox"/> Espaço Público e Cidadania |
| <input type="checkbox"/> Habitação e Direito à Cidade | <input type="checkbox"/> Infraestrutura e Mobilidade | <input checked="" type="checkbox"/> Novos processos e novas tecnologias |
| <input type="checkbox"/> Patrimônio, Cultura e Identidade | | |

BIM: Processo e Integração no Ateliê de Projeto Arquitetônico

BIM: Process and Architectural Design Studio Integration

NOME, Carlos Alejandro (1);
QUEIROZ, Natália (2)

(1) Professor Doutor, UFPB – PPGAU. Brasil; email: carlos.nome@gmail.com

(2) Arquiteta, UFPE – Pós Graduação. Brasil; email: nataliaqueiroz.arq@gmail.com



BIM: Processos e Integração no Ateliê de Projeto Arquitetônico

BIM: Processes and Architectural Design Studio Integration

RESUMO

O presente trabalho discutirá estratégias de ensino testadas em duas Universidades Federais do Nordeste brasileiro bem como a fundamentação destas estratégias através de pesquisas recentes desenvolvidas nestas instituições. Dois estudos serão discutidos. Primeiro um estudo de caso sobre a implementação de BIM no Departamento de Projetos de uma das Instituições em questão e suas repercussões na definição do escopo e estratégia de ensino do curso de Desenho Auxiliado por Computador 2 da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O Segundo trabalho, parte de um estudo de caso sobre intersecções entre produtos referente a análise de sustentabilidade e processos de projeto apoiados em modelos BIM, bem como as suas repercussões em um ateliê de projeto arquitetônico na Universidade Federal da Paraíba. São apresentados resultados práticos e recomendações para implementação destas questões no ensino de arquitetura e urbanismo de forma ampla.

PALAVRAS-CHAVE: BIM, integração, programação arquitetônica, projeto arquitetônico, sustentabilidade

ABSTRACT

The paper will discuss teaching strategies tested in Federal Universities in the Northeastern region of Brazil. The research, conducted in two institutions, that lead to the development of these strategies are also discussed. Two case studies will be presented. First, a case study on the BIM implementation process on the Planning Department of one of these institutions and its repercussions on the scope and teaching strategies of the Computer Aided Design 2 course at the Federal University of Rio Grande do Norte. The second case study explores the intersections between graphic products pertaining to sustainability and energy efficiency analysis and BIM based design processes, as well as its repercussions on an undergraduate architectural design studio. Practical results and recommendations for implementation in architectural education are presented.

KEY-WORDS: BIM, integration, architectural programming, architectural design, sustainability

RESUMEN

El artículo discutirá estrategias de enseñanza puestas a prueba en Universidades Federales del Nordeste Brasileiro. Las investigaciones, conducidas en dos instituciones, que resultó en el desarrollo de estas estrategias también son discutidas. Dos estudios de caso son presentados. Primero, un estudio de caso sobre el proceso de implementación de BIM en el Departamento de Proyectos de de una de las instituciones en cuestión y sus repercusiones en la definición de campo de aplicación y estrategias de enseñanza del curso Diseño Asistido por Computador 2 de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte. La segunda investigación explora las intersecciones entre productos referentes a análisis de sustentabilidad y procesos de proyecto apoyados en modelos BIM, bien como sus repercusiones en un taller de proyecto arquitectónico en la Universidad Federal da Paraíba. Son presentados resultados prácticos y recomendaciones para implementación en la enseñanza de arquitectura y urbanismo.

PALABRAS-CLAVE: Directrices, sumisión, artículo, modelo



1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho discutirá estratégias de ensino testadas em duas Universidade Federais do Nordeste brasileiro bem como a fundamentação destas estratégias através de pesquisas recentes desenvolvidas nestas instituições. Dois estudos serão discutidos. Primeiro um estudo de caso sobre a implementação de BIM no Departamento de Projetos Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e suas repercussões na definição do escopo e estratégia de ensino do curso de Desenho Auxiliado por Computador 2 (DAC 2) da UFRN. O Segundo trabalho, parte um estudo de caso sobre intersecções entre produtos referente a análise de sustentabilidade e processos de projeto apoiados em modelos BIM, bem como as suas repercussões em um ateliê de projeto arquitetônico na Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Primeiramente um estudo de caso que discute como os diferentes níveis de configuração que foram necessários para implementação de BIM no Departamento de Projetos da Superintendência de Infraestrutura da UFRN desdobram-se no ensino de tecnologias BIM no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRN. Inicialmente apresenta-se o processo de implementação adotado e seus resultados. Os desdobramentos para o ensino de arquitetura são apresentados na forma das transformações em conteúdo propostas de integração com ateliê de projeto. Entende-se que BIM ainda não é uma tecnologia sedimentada nos ateliês e requer atenção especial tanto por parte de docentes quanto de discentes. Para tanto foram definidos paralelos com a prática profissional da arquitetura de forma a potencializar o papel das configurações técnicas, construtivas e analíticas em modelos contemporâneos de ensino.

Em seguida apresenta-se um segundo estudo cujo objetivo foi a caracterização de processos e identificação de estágios de modelagem compatíveis com questões de sustentabilidade. A aplicação do processo descrito está em andamento do Ateliê de Projeto de Edificações 4 do Departamento de Arquitetura da UFPB. Foi considerada a combinação de quatro conceitos: primeiro, os critérios preestabelecidos como aspectos integrais ao programa arquitetônico; segundo, os processos de análise como reflexão na ação em termos de ciclos explícitos e contínuos de proposição, análise e síntese; terceiro, o uso de simulação como mecanismo para oferecer evidências à tomada de decisões durante o processo projetual; e por fim, níveis de modelagem como amparo para a definição do escopo de desenvolvimento para distintas etapas do processo de projeto.

2 DESENVOLVIMENTO - CASO 1 – IMPLEMENTAÇÃO E ENSINO

Os resultados descrevem os obstáculos encontrados durante o processo de implementação, benefícios alcançados, e mudanças em processos internos. A existência de distintos níveis de configuração associados a cada uma das etapas é entendida como premissa do trabalho. Tratam-se de três tipos específicos de configurações: 1. configurações de caráter técnico; 2. configurações de caráter construtivo; 3. e finalmente configurações analíticas. A associação adequada destas configurações às etapas de implementação e lançamento permite um melhor entendimento do esforço, e custo resultante para que estas sejam consideradas bem sucedidas.

MÉTODOS

Adotou-se uma estratégia de métodos mistos, sendo estudo de caso o método primário. Os métodos secundários envolveram grupos focais e quase-experimentos (GROAT, 2002).

Os grupos focais concentraram-se na etapa de planejamento. Quatro seções com sete profissionais ativos em diferentes aspectos da produção da instituição selecionada participaram na realização dos grupos focais. As seções duraram 3 horas e foram digitalmente documentada em áudio e imagens. Os dados obtidos informaram os pesquisadores a respeito do entendimento sobre tecnologias contemporâneas relevantes à prática da arquitetura, engenharia e construção; benefícios e barreiras potenciais à adoção de tecnologias BIM; percepções internas a respeito dos atuais processos e fluxos de trabalho; percepções internas a respeito da produção, produtividade, parâmetros de controle e infraestrutura. Dados dos grupos focais foram analisados por meio de análise formal de conteúdo (MORGAN, 1998; KRUEGER, 2000). Convergência temática foi adotada como critério de significância (KRIPPENDORFF 2004).

Resultados dos grupos focais foram utilizados para informar o desenvolvimento do quase experimento em termos de parâmetros de produção, potenciais dados quantificáveis e parâmetros de comparação para análises posteriores.

O quase experimento foi desenvolvido para a fase Piloto. Este foi utilizado para obter dados quantitativos a respeito de: custos de implementação; níveis de interação entre profissionais durante a fase de Preparação. Dados do quase experimento foram analisados por meio de estatística básica e relatórios quantitativos contrastados com parâmetros comparativos previamente identificados (OTT, 2001).

IMPLEMENTAÇÃO

O estudo parte da premissa que é necessário diferenciar implementação, do lançamento de tecnologias BIM. Ambos, implementação e lançamento são elementos estruturais para o processo de transição de CAD para BIM. Implementação refere-se a esforços em planejamento, treinamento, e preparação necessárias a transição. Lançamento refere-se à validação e aplicação do esforço de implementação. O estudo concentrou-se na implementação.

O método de implementação adotado no estudo consistiu de 4 fases: planejamento, treinamento e preparação e piloto. A fase de planejamento foi organizada baseada na metodologia de programação arquitetônica "Problem Seeking" (PEÑA, 2001). Foram declarados fatos sobre cenário da empresa, estabelecidos objetivos, determinadas necessidades operacionais e por fim identificados conceitos aplicáveis ao processo de implementação. Foram programadas 120 horas para todo o processo de implementação.

A estrutura do "índice de informação" proposto por Peña (2001) auxiliou os participantes do grupo focal a entender o processo de planejamento e serviu como mecanismo autoregulador para desvios de discussões relevantes. Os cartões de análise foram de grande valor para eliciar participação durante os grupos focais. Foram obtidas informações a respeito de recursos humanos, escopo de trabalhos, fluxos de trabalhos, processos, parâmetros de controle, parâmetros de produção e finalmente de infraestrutura.

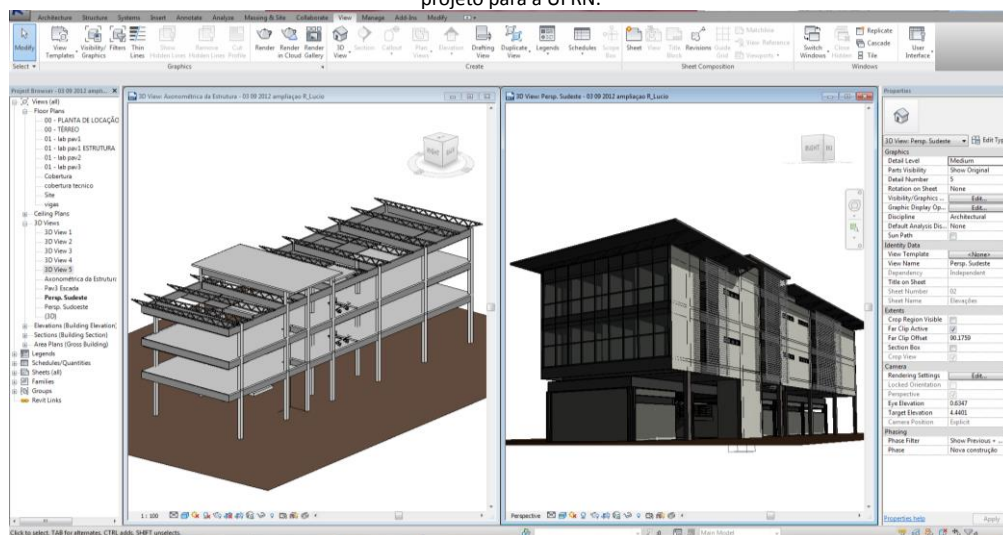
Treinamento e preparação consistiu de duas etapas. Primeiro, o treinamento dos profissionais selecionados por meio de um workshop formatado em 20 horas. /neste foram apresentados

conceitos fundamentais sobre BIM e realizado treinamento prático com ferramentas BIM. A fase de preparação consistiu no desenvolvimento de arquivos modelos para atender às necessidades específicas estabelecidas na fase de planejamento.

Necessidades em termos de documentação de cada uma das áreas de trabalho foram adotadas como parâmetros para o desenvolvimento do arquivo modelo. Uma vez estabelecidos os parâmetros, foi dado início à produção dos diferentes arquivos modelos e arquivos de suporte.

A fase piloto foi desenvolvida com três propósitos em mente. Primeiro, servir como pré teste do arquivo modelo em termos de representação gráfica, padrão de documentação e requerimentos de integração conforme identificados previamente. Segundo, o piloto ofereceu aos profissionais selecionados uma oportunidade adicional de treinamento prático focando em processos específicos. Finalmente o piloto serviu para documentar os processos e fluxos de trabalhos que emergiram da adoção de tecnologias BIM bem como alterações aos arquivos modelo que emergiram do pré teste e seguiram o conceito de Integração Produtiva com resultados positivos (Figura 1).

Figura 1: Aplicação do arquivo modelo e integração de projeto arquitetônico e lançamento estrutural no desenvolvimento de projeto para a UFRN.



RESULTADOS

Benefícios iniciais encontrados na fase de implementação devem-se a mudanças necessárias nos processos internos para absorver o potencial das ferramentas e não necessariamente da tecnologia BIM em si. Na instituição estudada todos os projetos, arquitetônico e complementares eram executados sob a mesma estrutura operacional. Isto foi reconhecido como uma oportunidade de integração de processos projetuais. Isto permitiu a exploração de uma plataforma de trabalho unificada e definição de processos integrados para todas as disciplinas envolvidas. O esforço inicial de planejamento caracterizou mudança de fluxos de trabalho e processos internos.

Conceitos de prática integradas serviram de guia para a proposição de reestruturação bem como para as definições de escopos de trabalho. Dos grupos focais resultou a caracterização operacional do departamento. Isto expôs ineficiências que demandavam atenção imediata bem como, a necessidade de metas de transformação a curto, médio e longo prazos.

Foi definido que elementos de modelagem compartilhados entre a equipe de projeto integrado seriam considerados produtos internos. Já a documentação gráfica e escrita como plantas e memoriais passam a ser produtos de consumo externo. Esta divisão permitiu a estruturação de processos diferenciados de configuração técnica (foco em representação e documentação) e de configuração construtiva (foco em sistemas e elementos construtivos). Os resultados também indicaram que benefícios esperados a curto prazo caracterizam-se como decorrentes da aceleração da produção interna da instituição. Esta aceleração interna da produção é descrita como BIM-A por Clayton e Johnson (2008). Sem a configuração adequada do arquivo modelo a aceleração da produção interna (EASTMAN, 2008), não é alcançada.

Verificou-se a efetividade da diferenciação entre implementação e lançamento. Uma implementação efetiva de BIM pode levar a um lançamento efetivo de BIM, que por sua vez, pode levar aos benefícios teorizados. Indivíduos envolvidos no processo de implementação necessitam de habilidades de configuração aqui definidas em dois níveis distintos: configurações técnicas e configurações construtivas. Para cada um destes níveis são necessários distintos conhecimentos de software, representação gráfica, construtividade e projeto.

O estudo afere a necessidade de diferenciação do treinamento para distintas fases de implementação. O treinamento de usuários é notoriamente diferente do treinamento para configuração técnica, configuração construtiva. Sendo que também devem ser diferenciados para os diversos papéis em uma equipe de projeto. É necessário o envolvimento de profissionais experientes no processo de configuração. Neste estudo de caso a estratégia adotada foi designar um profissional externo devidamente treinado para gerenciar o processo de configuração, enquanto consultando outros profissionais experientes nas práticas e processos internos da instituição.

DESDOBRAMENTO PARA O ENSINO CASO 1

O impacto direto deste estudo na disciplina DAC 2 foi a alteração da estrutura do curso e do conteúdo ministrado.

O curso de 60 horas oferecia conteúdo sem distinção entre potenciais usuários ou tipos de configuração. O conteúdo seguia a progressão tradicional de conteúdo de básico, intermediário a avançado. E valia-se exclusivamente de exercícios pré configurados pelo instrutor a ser seguidos pelos alunos durante as aulas em paralelo com o docente. As avaliações consistiam de provas e trabalhos extra classe. Ao fim do curso, os alunos tinham entendimento da complexidade da ferramenta e domínio parcial tanto como usuário, quanto como configurador, limitados aos exemplos dados. A disciplina era dissociada do ateliê de projeto. Neste modelo o instrutor limita-se a acompanhar o conteúdo ministrado na disciplina e aplicações nos ateliês de projeto subsequente por iniciativas individuais dos alunos.

A revisão da estrutura passou pela consideração diferenciada de usuários modeladores e usuários configuradores. A estratégia adotada foi a concentração dos conteúdos de modelagem da informação da edificação e configuração construtiva em dois módulos distintos de 20 horas. Conteúdos de configuração técnica passaram a ser oferecidos como disciplina optativa. Exercícios pré configurados foram substituídos por metas de conteúdo. Isto é, conteúdo passou a ser ministrado em ciclos curtos compostos de: conteúdo, demonstração e exercício pós demonstração. As avaliações consistiam na entrega do conjunto de exercícios feitos em sala, 1 prova e desenvolvimento de um modelo integrado ao ateliê de projeto.

O modelo integrado ao ateliê de projeto consumiu o restante das 20 horas do curso. O enfoque deste módulo foi processo e produtos necessários para fomentar questões projetuais, que incluíram: aspectos construtivos diversos, espacialização e materialidade. Nestas 20 horas finais o docente atua como consultor de modelagem. Neste papel, ele é responsável por encontrar soluções para questões de modelagem específicas a cada projeto bem como revisão dos conteúdos passados, quando necessário.

Para esta nova abordagem o arquivo modelo desenvolvido acima foi compartilhado com os alunos e as expectativas de representação gráfica do instrutor de projeto foram alinhadas com os resultados pré configurados. O envolvimento do professor de projeto no processo de reestruturação da disciplina foi vital para o sucesso da alteração de conteúdo. Este recebeu treinamento como usuário e foi dado enfoque especial a aspectos de visualização dos modelos.

Como resultado, os alunos ao fim do curso alcançaram entendimento da complexidade da ferramenta, como também, o entendimento do potencial da tecnologia para discussões inerentes ao processo projetual. Também foi alcançado um domínio aprofundado de modelagem e configurações construtivas. O instrutor passa a ter papel ativo em discussões projetuais e construtivas, com repercussão imediata no ateliê de projeto integrado a disciplina e ateliês de projeto subsequentes.

3 DESENVOLVIMENTO - CASO 2 – INTEGRAÇÃO E SUSTENTABILIDADE VIA PROCESSOS E PRODUTOS

O estudo de caso limita-se à incorporação dos produtos gráficos pré-selecionados e propõe o exercício de um projeto residencial como elemento exploratório e desenvolvimento de potenciais processos integrados de projeto. São considerações do estudo:

- Modelagem como elemento de simulação do potencial desempenho da edificação.
- BIM como meio de possibilitar interoperabilidade entre distintas ferramentas.
- Métodos de projeto que ofereçam suporte à integração de questões sobre o desempenho do edifício.

O estudo apoia-se em quatro conceitos fundamentais: prática reflexiva (SCHÖN, 1987), programação arquitetônica (CHERRY, 1999; PEÑA, 2001), projeto baseado em evidências (HAMILTON, 2009) e por fim nível de desenvolvimento em modelos BIM (AIA, 2008).

MÉTODO

O estudo de caso foi dividido em dois momentos e vale-se de métodos mistos de pesquisa (CRESWELL, 2003). O primeiro fundamentalmente qualitativo apoiou-se em uma revisão bibliográfica associada à seleção de produtos gráficos de interesse. A seleção diz respeito a diferentes produtos gráficos e tabulares, associados a sustentabilidade e eficiência energética que podem ser obtidos a partir de modelos BIM. Também são estruturadas questões e identificados momentos chave para o consumo dos produtos de interesse de maneira a explicitar sua integração ao processo de projeto.

O segundo momento, caracteriza-se como um experimento. Nele foi desenvolvido um projeto de residência unifamiliar em João Pessoa-PB/Brasil com programa arquitetônico previamente definido valendo-se dos produtos associados à sustentabilidade selecionados.

O objetivo do estudo foi a caracterização de um processo baseado em diferentes níveis de desenvolvimento de modelagem compatíveis com questões específicas de sustentabilidade relevantes para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Três objetivos específicos nortearam o trabalho:

- caracterizar produtos de diferentes complexidades que podem ser obtidos de forma prática a partir de modelos BIM integrados a ferramentas como Design Builder, Vasari, Solar Tool, Ecotect, e Navisworks.
- caracterizar o processo de projeto, modelagem e simulação do desempenho da edificação de forma a integrar questões a respeito de sustentabilidade.

O critério de seleção destes produtos foi seu uso em análises referente à sustentabilidade e eficiência energética de edificações, interoperáveis com modelos BIM. A interoperabilidade é vista como um dos maiores obstáculos para a implementação de processos de projeto que incorporam ferramentas BIM (CLAYTON et al., 2008; KALAY, 2006). Foi adotado como critério de seleção a interoperabilidade com modelos gerados a partir do REVIT 2014.

Em termos da definição do processo foram incorporados 4 ciclos de proposição análise e síntese ao processo de projeto de um edifício de baixa complexidade por meio do uso de ferramentas BIM. Cada ciclo vincula-se etapas do processo projetual, produtos que podem ser extraídos a partir de ferramentas complementares ao sistema principal de modelagem, bem como a níveis de desenvolvimento específicos. Foram consideradas as etapas de partido, estudo preliminar e anteprojeto. Para cada etapa de projeto foi adotado um nível de desenvolvimento de modelagem (LOD) específico.

RESULTADOS

USO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE CLIMÁTICA (LOD 100)

A primeira etapa foi estabelecimento de parâmetros de estratégias bioclimáticas eficientes. O software utilizado para caracterizar o clima de João Pessoa foi o Climate Consultant 5.4 uma ferramenta que gera diversos gráficos e recomendações projetuais a partir de um arquivo climático de referência. Produtos extraídos:

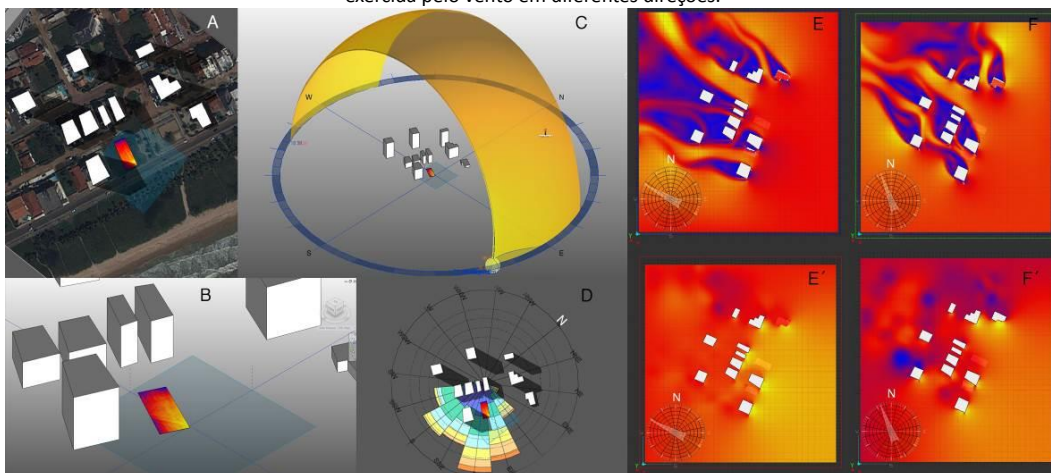
- Caracterização do clima,
- estações do ano,
- dados de radiação;
- amplitude de temperatura,
- estratégias projetuais bioclimáticas

A segunda etapa foram os primeiros estudos de modelagem, realizados no Autodesk Vasari. O software adota pré-configurações geradas através de um banco de dados on-line no momento em que o usuário localiza o terreno. A modelagem do entorno imediato colaborou com a

avaliação do impacto da vizinhança no futuro edifício, e vice e versa (Figura 2). Os produtos extraídos a partir da modelagem do entorno foram:

- A análise da orientação do terreno, e trajetória solar. Para estudos sobre orientação, eficiência da forma do partido arquitetônico e elementos de sombreamento.
- A análise de incidência de radiação na superfície do terreno. Para estudos sobre sombreamento do entorno no terreno, zoneamento do projeto e definição de prescrições paisagísticas.
- A geração da rosa dos ventos Estudo da direção e frequência dos ventos, posicionamento de aberturas de entrada e saída de ar, identificação de ventos indesejáveis.
- A simulação no túnel de vento (CFD). Estudo da influência do entorno na ventilação no terreno, estabelecimento de estratégias de ventilação do edifício.

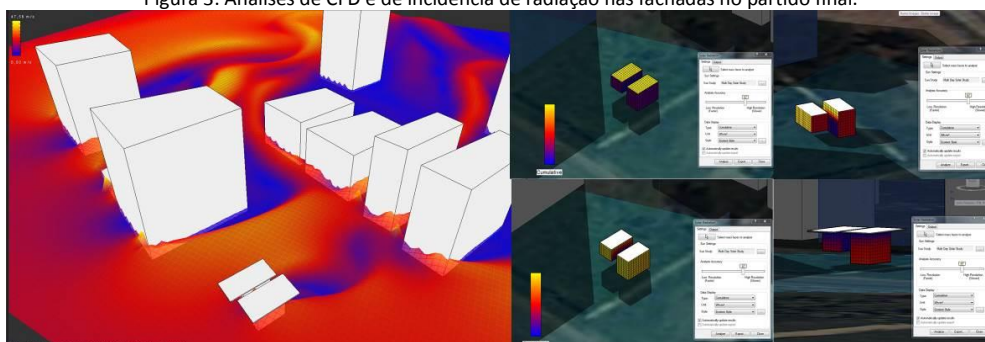
Figura 2: Análises no Vasari. "A" e "B" mostram a incidência de radiação solar no terreno. "C" mostra o trajeto do sol e orientação do terreno. D mostra a rosa dos ventos inserido no contexto. "E" e "F" mostram estudos de CFD de velocidade do ar e pressão exercida pelo vento em diferentes direções.



ESTUDOS DE MASSA (LOD 200)

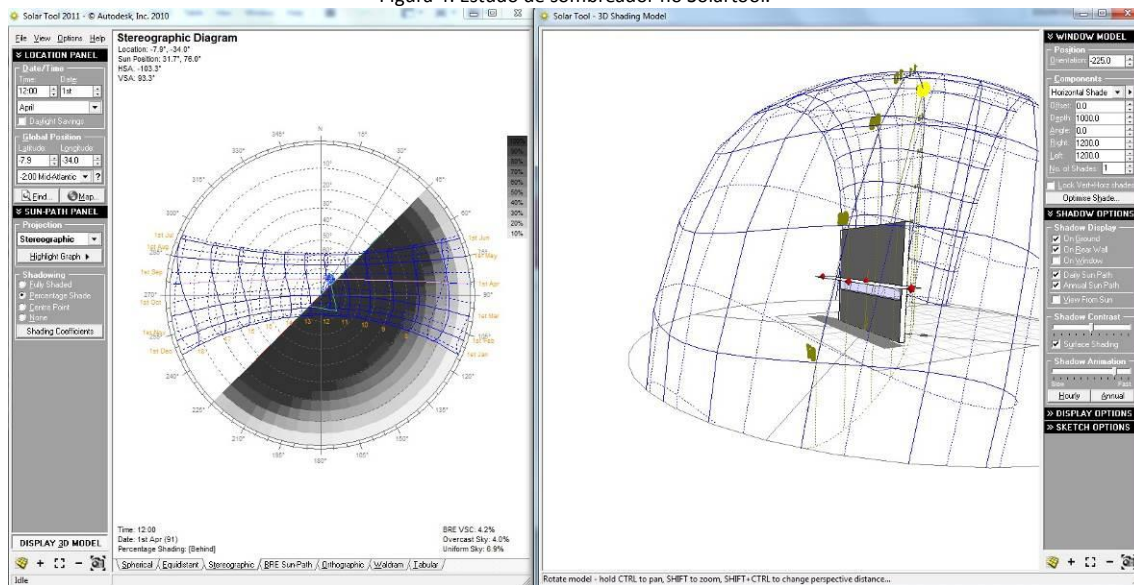
Os primeiros estudos de massa e partido também foram executados no Autodesk Vasari. A partir de ciclos com interação de propostas de massa, com análises de ventilação, estudos para otimizar ventilação cruzada e estudos de incidência de radiação nas fachadas, foi estabelecido o partido do projeto arquitetônico. Sua evolução se deu conforme mostra a Figura 3.

Figura 3: Análises de CFD e de incidência de radiação nas fachadas no partido final.



Em seguida utilizou-se o software Solartool para estabelecer os elementos de sombreamento de superfícies envidraçadas. As máscaras de sombra são geradas automaticamente enquanto se estabelece parâmetros na modelagem. O tempo de processamento é inexpressivo (Figura 4).

Figura 4: Estudo de sombreador no Solartool.



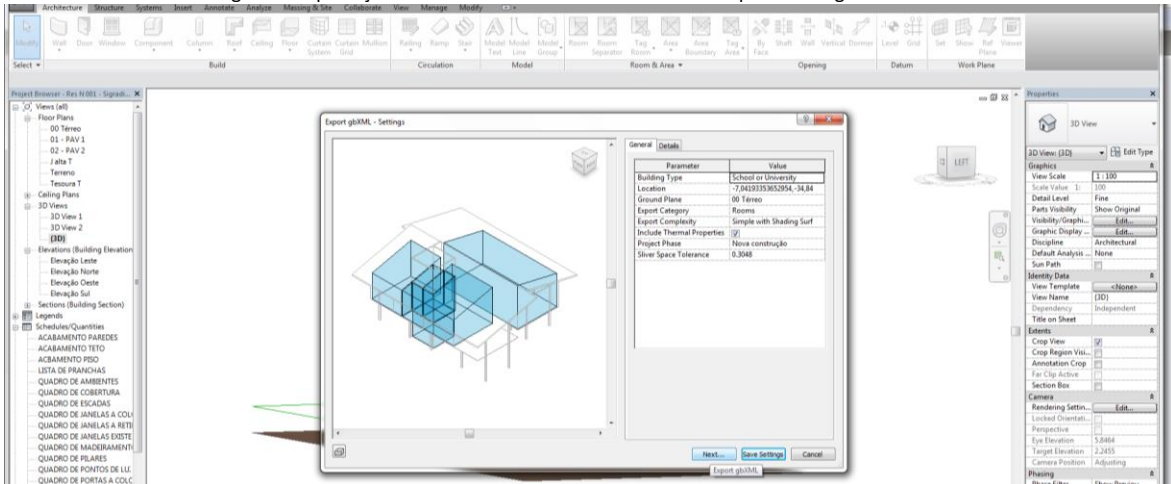
SIMULAÇÃO COMPLEXA – DESIGN BUILDER (LOD 300)

Esta etapa só é recomendada para especialistas com conhecimento adequado de simulação de desempenho térmico-energético. O arquivo originado no Vasari foi migrado para o Revit para dar início ao detalhamento do projeto. A partir do modelo BIM é possível extrair o arquivo de simulação, ou seja, não houve uma etapa de modelagem no DesignBuilder. Apenas caracterização e aferição de resultados. Isto possibilita um grande ganho de tempo se comparado ao processo tradicional. A integração entre o Revit e o Design Builder foi possível com a geração do arquivo GBXML pelo REVIT (Figura 5) (GBXML.org, 2013).

O modelo teve o sistema construtivo detalhado e a geometria, algumas simplificações devido às limitações do software. Adotou-se uma rotina comum para todo o modelo com tempo de ocupação de 24 horas por dia. Todos os ambientes foram simulados sem condicionamento artificial, e o número de trocas de ar horárias por ventilação natural foi calculada pelo software.

Para análise dos resultados, foram considerados a média das temperaturas operativas internas horárias para cada mês que foram comparados às temperaturas da zona de conforto para condições sem movimento de ar e com movimento de ar. Também analisou-se o comportamento térmico dos diferentes elementos do projeto.

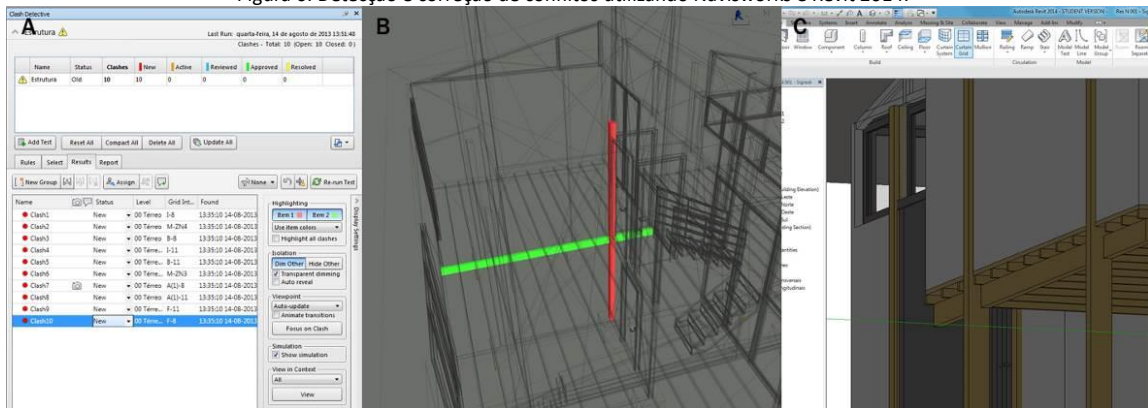
Figura 5: Exportação do modelo GBXML com zonas térmicas para o Design Builder.



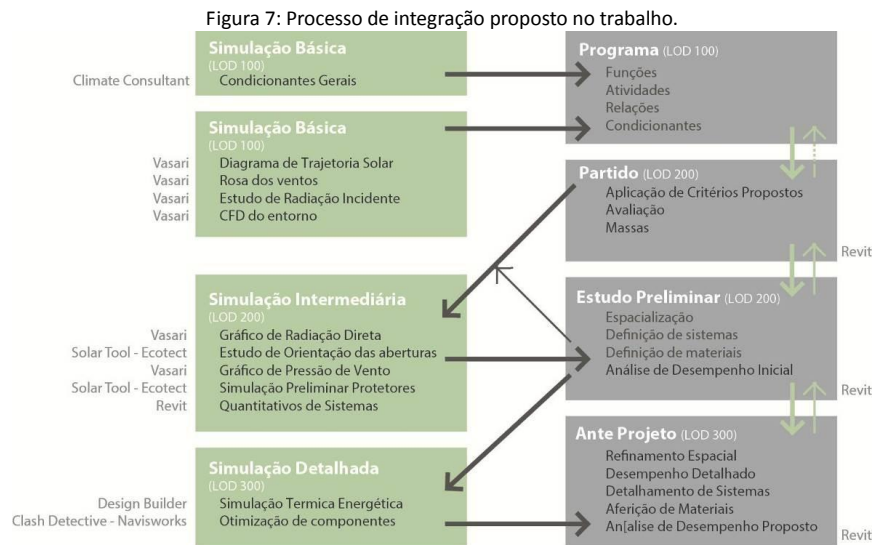
COMPATIBILIZAÇÃO DE SISTEMAS (LOD 300)

A compatibilização de sistemas foi efetuada com o NavisWork 2014 através da ferramenta Clash Detective. Como produto, foi extraído um relatório de conflito entre peças estruturais no projeto. Os conflitos identificados foram corrigidos otimizando o sistema por meio de um detalhamento de encaixe estrutural realizado no REVIT. Após a correção do modelo na ferramenta de modelagem o relatório da ferramenta de compatibilização refletiu as alterações indicando os conflitos como corrigidos (Figura 6).

Figura 6: Detecção e correção de conflitos utilizando Navisworks e Revit 2014.



Conforme apresentado, o estudo de caso identifica os diferentes estágios de modelagem compatíveis com questões específicas de sustentabilidade relevantes para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico. O processo resultante é descrito em termos de produtos selecionados, mecanismos de análise, indicações de aplicações e forma de consumo no projeto na Figura 7.



DESDOBRAMENTO PARA O ENSINO CASO 2

A partir dos produtos específicos do estudo de caso foi possível integrar discussões relativas à sustentabilidade e eficiência energética ao desenvolvimento do projeto no ateliê a partir de um processo unificado. O processo foi aplicado com sucesso na disciplina de Projeto Arquitetônico 4 do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPB. Para tal foi considerado as etapas de programação arquitetônica (LOD 100) a Estudo Preliminar (LOD 200). Entendeu-se que o treinamento necessário para simulações complexas e compatibilização (LOD 300) fugia ao escopo da disciplina e não foram incluídos.

Após as etapas analíticas iniciais de simulação para a programação arquitetônica (Figura 8) os alunos também realizaram os estudos de massa e partido Autodesk Vasari. A partir de ciclos iterativos de proposição, análise e síntese cada aluno aproximou-se respostas formais que atendiam as considerações de sustentabilidade e eficiência energética foco da disciplina (Figura 9).

Figura 8: Rosa dos Ventos para João Pessoa obtida para a disciplina de Projeto Arquitetônico 4.

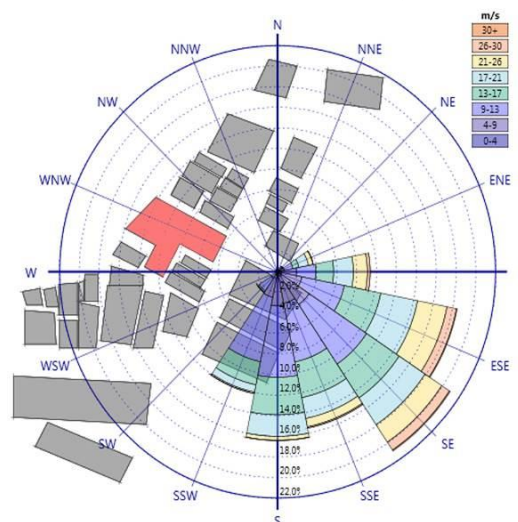
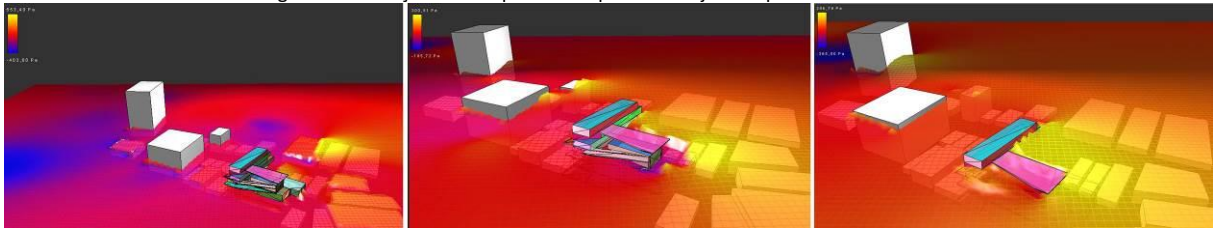


Figura 9: Simulação de CFD para a disciplina de Projeto Arquitetônico 4.



A etapa de desenvolvimento dos detalhes também valeu-se de ferramentas de modelagem tridimensional e simulação do desempenho da geometria dos elementos geradores de sombra. Esta etapa de desenvolvimento valeu-se das orientações das paredes do edifício definidas no partido. Usou-se o software Solartool para desenvolver os elementos de sombreamento de superfícies envidraçadas dada a possibilidade de agilidade de resposta (Figura 10). Uma vez aferido o desempenho dos elementos geradores de sombra foi possível transpor os parâmetros para o desenvolvimento do detalhamento destes componentes (Figura 11).

Figura 10: Simulação de Elementos geradores de sombra usando o Solartool na disciplina de Projeto Arquitetônico 4.

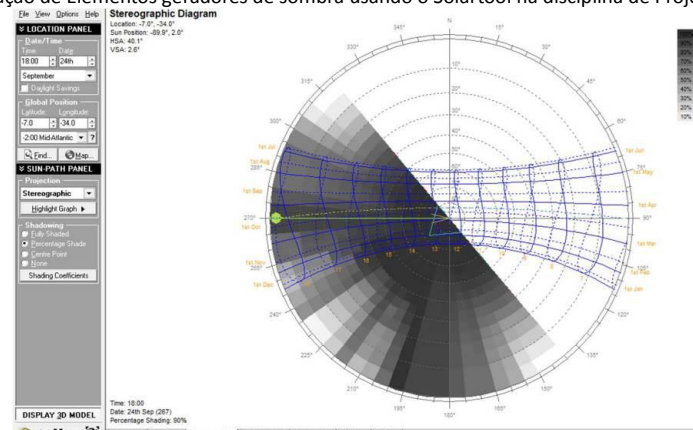
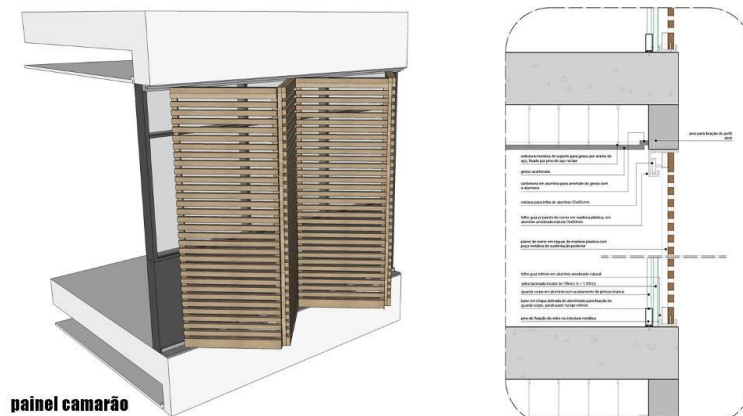


Figura 11: Exemplo de detalhamento resultante.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desdobramentos em termos práticos foram unanimemente reconhecidos pelos alunos como de grande valor para a prática profissional da arquitetura. No primeiro caso, a integração DAC 2 com o ateliê de Projeto 4 permitiu uma compreensão ampla do impacto da tecnologia BIM e processos integrados na prática profissional de Arquitetos e Urbanistas. No segundo caso, a aplicação do processo desenvolvido em pesquisa na disciplina Projeto Arquitetônico 4 permitiu a incorporação sistemática de discussões relativas à sustentabilidade e eficiência energética.

Emergiram questionamentos quanto aos processos individuais de projeção dos participantes e instrutores. Consequentemente foi necessário discutir abertamente aspectos de pedagogia, integração, tecnologias, ferramentas, e produtos. Entre elas destaca-se o impacto do conceito de nível de desenvolvimento em diferentes etapas de projeto arquitetônico.

A adaptação dos estudos de caso para uso em meios acadêmicos tem servido como suporte para o desenvolvimento de componentes curriculares focados em projetos integrados. E continuam alimentar mudanças no ensino nestas instituições, tanto na graduação quanto na pós graduação. Especificamente na UFPB será lançada uma disciplina optativa chamada Tópicos Especiais 3D que unificará as questões abordadas neste artigo de forma integrada ao ateliê de Projeto Arquitetônico 4.

REFERÊNCIAS

- AIA-CC. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide* AIA-CaliforniaCouncil (Ed.)
- AIA – THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. National Documents Committee.DocumentE202 – Building Information Modeling Protocol Exhibit. Washington, DC, 2008.
- BODDY, S., Rezglu, Y., Cooper, G., & Wetherill, M. (2007). Computer integrated construction: A review and proposals for future direction. *Advances in Engineering Software*, 38(10), 677-687. doi: 10.1016/j.advensoft.2006.10.007
- CHERRY, E. (1999). *Programming for design : from theory to practice*. New York: John Wiley.
- CLAYTON, M. J., Johnson, R. E., Vanegas, J., Nome, C. A., Ozener, O. O., & Culp, C. E. (2008). *Downstream of Design: Lifespan Costs and Benefits of Building Information Modeling*. College Station: Texas A&M University.
- CRESWELL, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed method approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- EASTMAN, C. M. (2008). *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- GBXML.org. (2013). About gbXML. Open Green Building XML Schema: a building information modeling solution for our green world. <http://www.gbxml.org/aboutgbxml.php>
- HAMILTON, D. K., & Watkins, D. H. (2009). *Evidence-based design for multiple building types*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, Inc.
- KALAY, Y. E. (2006). The impact of information technology on design methods, products and practices. *Design Studies*, 27(3), 357-380.
- KEELER, M. (2009). *Fundamentals of integrated design for sustainable building*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- KRIPPENDORFF, K. (2004). *Content analysis : an introduction to its methodology*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- KRUEGER, R. A. and M. A. Casey (2000). *Focus groups: a practical guide for applied research*. Thousand Oaks, CA, Sage Publications.



- MORGAN, D. L., R. A. Krueger, et al. (1998). Focus group kit. Thousand Oaks, Calif., SAGE Publications.
- OTT, L. and M. Longnecker (2001). An introduction to statistical methods and data analysis. Australia ; Pacific Grove, CA, Duxbury.
- PEÑA, W., & Parshall, S. (2001). Problem seeking : an architectural programming primer (4th ed.). New York: Wiley.
- SANOFF, H. (1977). Methods of architectural programming. Stroudsburg, Pa.: Dowden, Hutchinson & Ross.
- SCHÖN, D. A. (1987). Educating the reflective practitioner : toward a new design for teaching and learning in the professions (1st ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- VENÂNCIO, R. (2012). Modos projetuais de simulação: Uso de ferramentas de simulação térmica no processo projetual de arquitetura. (Doutorado), UFRN, Natal.
- YIN, R. K. (2003a). Applications of case study research. Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
- YIN, R. K. (2003b). Case study research: design and methods. Thousand Oaks, CA, Sage Publications.