

Interoperabilidade: Um desafio para o Processo de Modelagem Parametrizada de Detalhes Arquitetônicos e sua Materialização

Interoperability: A challenge for the Parameterized Modeling Process of Architectural details and its materialization

■ Etiene do Amaral Arcari
Brasil
etiene@earq.com

■ Roque Costacurta Junior
UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina
roque.costacurta@gmail.com

■ Alice Theresinha Cybis Pereira
Brasil
acybis@gmail.com

■ Isadora Mansano
UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina
mansano.isa@gmail.com

Abstract

This article describes and analyzes experiments conducted during the development of the master's work entitled "Parameterized Modeling of Accessibility Design Details: Work Flow In order to have reusability, interoperability and materialization". Such experiments intended to investigate and verify the potential of interoperability between different architecture software. It was verified the possibility of materialization and reuse of models, where the details worked with a new guise through the context of developing and creating a project in which it was inserted. The difficulties of accessing, sharing and editing data and information were evaluated. The results obtained allowed to identify features and limitations related to the models and their formats.

Keywords: Detalhamento de Projeto, Parametrização, Interoperabilidade, Reutilização, Materialização

Introdução

Atualmente o processo de projeto arquitetônico vem sofrendo diversas transformações advindas da utilização de ferramentas aliadas à tecnologia. Contudo, a atualização da grade curricular nos cursos de arquitetura ainda não parece acompanhar a velocidade destas evoluções. "Há exigência, e este é um dos maiores desafios, de maior integração, colaboração e interdisciplinaridade por parte dos professores." (DELATORRE, 2014, p.11)

A grande quantidade de informações necessárias para a execução de um projeto trouxe à tona a necessidade de atualização do processo de projeto em relação à transmissão de informações. Não se trata apenas da representação de geometrias em 2 ou 3D, mas de um processo construtivo onde a informação está interligada com o modelo através de parâmetros.

ANDRADE e RUSCHEL (2009) entendem que a ideia que sustenta o uso do Building Information Modeling (BIM), na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), se apóia nos conceitos de parametrização, interoperabilidade e na colaboração entre os diversos profissionais deste setor.

Mesmo que toda a mudança de paradigma passe por um

processo intenso e demorado de aprovação, a modelagem paramétrica tridimensional é uma tendência que já se transformou em realidade para algumas IEs (Instituições de Ensino). Contudo, as possíveis mudanças advindas da parametrização devem acontecer acompanhadas por novos conceitos e atividades, considerando que as atualizações no modo de projetar são também o resultado da necessidade de um projeto mais claro, mais detalhado, que disponha de maior número de informações passíveis de alterações e que todos estes elementos possam ser compartilhados com os personagens que atuam no projeto.

SEDREZ e MENEZES (2013) afirmam que o detalhe em arquitetura se torna uma atividade presente em todas as etapas do processo de projeto quando se usam processos generativos e paramétricos. Os autores acreditam que o ambiente computacional torna ágil a análise do edifício e ao mesmo tempo fornece parâmetros para o ajuste da proposta.

Analisando as considerações, entende-se que o detalhe hoje cumpre mais do que uma simples função estética, ele abrange uma significação crescente de conceitos, materiais, elementos construtivos e componentes funcionais. A partir do momento em que o detalhe passa a cumprir papel fundamental para a construtibilidade do projeto, sua

legibilidade e clareza nas informações tornam-se ferramentas essenciais tanto para processo projetual quanto para a materialização, compartilhamento e reutilização de todas as informações, modelos e ideias de projeto.

Constatada tal importância, o detalhamento foi escolhido como objeto de análise e experimentação dentro do processo de desenvolvimento do trabalho de mestrado intitulado “Modelagem Parametrizada De Detalhes do Projeto De Acessibilidade: Fluxo De Trabalho Visando Reutilização, Interoperabilidade e Materialização”. O presente artigo trata de algumas atividades realizadas durante o trabalho de mestrado, as quais precisaram voltar-se com maior atenção para o tema “Interoperabilidade” diante dos desafios apresentados a nível prático.

Visando verificar o potencial de interoperabilidade, o artigo identifica as funcionalidades e limitações vinculadas aos modelos (detalhes) durante a tentativa de comunicação entre diferentes formatos e softwares voltados para a AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), assim como investiga a possibilidade de materialização e reutilização dos modelos.

Considerando que trata-se de um fluxo de trabalho amplo e abrangente, a introdução deste artigo segue com uma pequena revisão acerca dos principais conceitos utilizados ao longo das atividades com ele relacionadas.

Detalhamento de Projeto

O processo de detalhamento do projeto arquitetônico pode ser considerado um conjunto de atividades dinâmicas e minuciosas. O dinamismo é parte integrante deste processo a partir do momento que, ao especificar minuciosamente um modelo ou componente, sua compreensão fica mais clara e inteligível, possibilitando a otimização e muitas vezes alterações no projeto.

ARCARI (2013) entende que, apesar da importância da representação do detalhamento, o ensino acadêmico muitas vezes não atinge o nível de explanação necessária para que o projeto complete sua trajetória e então se torne um objeto concebido.

A arquitetura contemporânea junto da tecnologia digital vem modificando significativamente a maneira de projetar. Os novos processos de projeto através de parametrização e fabricação digital potencializaram a produção arquitetônica, modificando a maneira de criar, construir e até mesmo de compartilhar as informações de projeto.

Um dos principais objetivos da utilização de softwares e ferramentas digitais no desenvolvimento de projetos é a viabilização tanto do projeto quanto da fabricação e construção. O nível de controle e conhecimento sobre o projeto visando a fabricação digital apresenta-se tão alto, que o entendimento do modelo projetado só parece ser possível através do conhecimento e detalhamento minucioso de suas partes integrantes.

É através deste cenário que o detalhamento do projeto em Arquitetura volta a atuar com nova roupagem, sendo um dos principais personagens nos processos de projeto que

fazem uso das atuais tecnologias através da parametrização e compartilhamento de dados.

Na tentativa de fazer um levantamento sobre a produção bibliográfica Celani (2013a) abriu a chamada para a revista PARC (Pesquisa em Arquitetura e Construção) da Unicamp, que recebeu o nome de “O Novo Detalhe Arquitetônico”. A organizadora relatou que “a chamada se estendeu por vários meses, e não foi nada fácil localizar pesquisadores que já tivessem algum material produzido sobre este assunto tão novo. Nossos pareceristas realizaram um trabalho criterioso para garantir que este número não fugisse do assunto proposto.” (CELANI, 2013a p.II)

Arcari (2013) afirma que o mercado de livros técnicos dispõe de alguma bibliografia sobre detalhamento arquitetônico, resultado da escassa produção na área, porém, tais iniciativas ainda não suprimiram a atual deficiência. A autora realizou um levantamento bibliográfico sobre a teoria do detalhamento, encontrando nomes como Vittorio Gregotti com publicações datadas de 1995 e mais recentemente Edward Ford que lançou o livro *The Architecture Detail* em 2011. Além destas, outras produções aparecem como artigos e enciclopédias da arquitetura, porém são poucas e o tema principal não tem como enfoque o detalhamento.

Gregotti (1995) entende que o detalhe traz consigo uma amplitude de significados tão grande que reflete em todo um interesse fenomenológico sobre a “coisidade” da arquitetura, sendo um dos elementos mais reveladores da transformação da arquitetura. Para o autor, o detalhamento revela as propriedades dos materiais pela aplicação das leis da construção e torna inteligíveis as decisões do projeto. O detalhe também coloca em questão o problema da hierarquia, porque sugere uma possível relação entre a parte e o todo. (GREGOTTI, 1995 p. 535)

A partir deste contexto, que ainda não apresenta claramente novos conceitos em relação ao significado do detalhamento em processos projetuais mais atualizados, decidiu-se entender qual é o significado de detalhe para as atividades desenvolvidas para este artigo, onde considera-se que: Desde o início, o processo projetual em arquitetura é uma atividade contínua, que busca maior compreensão e pormenorização a cada etapa, visando o otimização, progresso, maior clareza e quantidade de informações possível. O processo de projeto apresenta-se como um longo trajeto de detalhamento que visa, entre outras coisas, a materialização de ideias. Este trajeto pode ser iniciado através de um primeiro momento de conceituação, atravessando fases de desenvolvimento até que esteja preparado para ser materializado. O detalhamento ou detalhamento executivo, pode ser considerado então a última fase da trajetória de projeto antes da materialização. Neste trabalho, particularmente, o detalhamento apresentou-se como desenhos e/ou modelos, em 2 e 3 dimensões, dependendo da necessidade de explanação exigida. O detalhe (modelo) apresentou em seu arquivo digital todas as informações necessárias para a sua materialização automatizada. Entende-se que informações (parâmetros)

como dimensões, espessuras, especificação de cor, quantidade, tipos de materiais, normas relacionadas, tipos de aplicação e capacidade de possíveis compatibilizações, intercâmbios e interoperabilidade entre softwares são imprescindíveis para a caracterização de um desenho ou modelo de detalhamento. O processo de detalhamento pode ou não estender-se à prototipagens e materialização de modelos.

Modelagem Paramétrica X Modelagem Parametrizada

Ao longo dos anos os métodos propostos para o desenvolvimento de projetos vêm se adequando e progredindo junto da tecnologia de informação, que hoje é atuante em diversos processos criativos e produtivos. De acordo com Pupo e Celani (2009) os arquitetos utilizam softwares para criar formas complexas que contêm informações projetuais e ainda utilizam essas informações para fabricar maquetes físicas ou diretamente na fabricação de elementos construtivos. “O potencial que estas novas tecnologias trazem à produção e ao gerenciamento de projetos tem revolucionado a forma como se produz, avalia, fabrica e constrói arquitetura.” (PUPO;CELANI, 2009)

A aproximação entre o projetista e o produto final potencializa o processo de projeto não apenas pela quantidade de informações fornecidas pelo modelo paramétrico, mas pelo diálogo contínuo entre o projeto, as ferramentas de criação e a materialização, criando um ciclo de releitura do objeto construído digitalmente até que estejam prontas as soluções de projeto. Estabelecer condições para rever, analisar e modificar parâmetros e decisões amplia as possibilidades em relação a criação e otimização do processo de projeto.

Considerando os diferentes sistemas adotados pelos softwares utilizados pela indústria de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) pode-se entender que o mesmo se aplica na maneira como cada software dispõe e organiza o funcionamento no que diz respeito à utilização ou inserção de dados e informações aos modelos.

A parametrização apresenta argumentos bem definidos em relação aos seus conceitos, porém, a maneira como cada software se utiliza dos parâmetros para construir seu modelo abre espaço para questionamentos em relação ao que chamamos de modelagem paramétrica ou modelagem parametrizada.

Para Barrios (2004) apud Kowaltowski et. al (2011), o modelo paramétrico é uma representação computacional de um objeto construído com entidades, geralmente geométricas, que têm atributos fixos e outros que podem ser variáveis.

Um conceito mais superficial de parametrização sugere a união da modelagem geométrica com dados e informações, porém, a maneira como é construído este modelo pode trazer uma significação mais detalhada a respeito dos termos Modelagem Paramétrica x Modelagem Parametrizada.

Esta suposição foi sugerida a partir da observação do uso de parâmetros em modelos através de diferentes softwares. Durante o processo de escolha do software que seria utilizado para as atividades deste artigo, pôde-

se constatar que em alguns softwares os modelos são construídos através de parâmetros, já em outros, a modelagem tridimensional acontece em um primeiro momento, para que então os parâmetros sejam atribuídos ao modelo posteriormente. Este último é o caso do software escolhido: o Sketchup versão 2014 (Trimble).

Interoperabilidade, o IFC (Industry Foundation Classes) e a Reutilização de Modelos

Os conceito de interoperabilidade apresentam-se hoje como uma das melhores soluções para comunicação entre projetos de arquitetura e ao mesmo tempo uma das maiores dificuldades enfrentadas na prática.

Pode-se considerar que as aplicações de recursos de interoperabilidade entre projetos de arquitetura tiveram maior notoriedade a partir do uso de aplicativos BIM. Segundo Andrade e Ruschel (2009) o conceito BIM pressupõe a interoperabilidade e a colaboração entre os profissionais da indústria da AEC.

O tema interoperabilidade é parte integrante de um fluxo de trabalho, porém, quando as atividades de comunicação e troca de dados entre os softwares foram iniciadas, o tema apresentou-se como um grande desafio. Este acontecimento justifica o posicionamento do tema interoperabilidade como centralizador para este artigo, como consequência do nível de aprofundamento necessário para o desenvolvimento das atividades propostas.

Acredita-se que a interoperabilidade deve exercer o papel de agente possibilitador de operações de troca de informações, condição que justificaria os conceitos a cerca do BIM e tornaria possível não apenas a otimização e aperfeiçoamento do trabalho através das trocas, mas a reutilização dos modelos, arquivos e, conseqüentemente, das informações obtidas através destes.

Tanto o ambiente acadêmico como os escritórios poderiam desfrutar do compartilhamento de componentes integrantes de projetos através da reutilização, porém, entende-se que este movimento de cooperação só seria possível a partir do momento em que os diferentes softwares e aplicativos da AEC conversassem entre si através de uma linguagem universal, o que nos remete ao formato IFC.

Ainda segundo ANDRADE e RUSCHEL (2009), alguns destes aplicativos apresentam maior capacidade de interoperabilidade, outros se limitam à trocas internas. As autoras afirmam que a necessidade de troca de dados entre aplicativos não é algo recente na construção civil e que já existiam formatos capacitados para algum tipo de troca de dado desde os primeiros aplicativos CAD 2D.

A necessidade de um protocolo interoperável para troca de dados fez com que fosse criado o formato com o intuito de possibilitar e potencializar a troca de informações dos modelos entre diferentes softwares. Hoje este formato é considerado um dos principais instrumentos de troca de dados entre softwares da AEC, justificando a escolha do .IFC como principal formato para a realização das atividades desta

experiência. Este artigo apresenta os resultados das atividades de troca de dados entre softwares assim como gera questionamentos sobre o uso do formato .IFC na prática.

O IFC não é um formato válido apenas para a tecnologia BIM, porém é hoje um dos principais meio de comunicação entre softwares de projeto de Arquitetura. Este formato foi criado pela IAI (International Alliance for Interoperability), entidade criada por empresas e pesquisadores que tem como missão definir, publicar, promover especificações para classes de objetos da indústria da construção (JACOSKI e LAMBERTS, 2002). O principal objetivo do IFC é padronizar sistemas em modelos abertos de modo que outros softwares possam compartilhar dados através deste formato.

Segundo Jacoski (2003), nos projetos CAD tradicionais a interoperabilidade já era um problema, sendo que grande parte dos projetos é desenvolvida em plataformas que utilizam linguagens e códigos divergentes. A solução mais inteligente seria o uso de arquivos com formatos neutros, dentre os quais os mais usados são Drawing Exchange Format (DXF) e DWG, o último pertencente à AutoDesk. Porém, podem ocorrer problemas frequentes nas transferências realizadas em DXF, visto que se trata de um formato muito simples que permite perda de dados.

Eastman (1999), considera o IFC como o maior e mais elaborado modelo de dados do edifício desenvolvido para a indústria da AEC. Contudo, Andrade e Ruschel (2009) afirmam que como o modelo IFC ainda não apresenta uma completude de todos os sistemas e processos da AEC, pode deixar de incorporar informações do modelo, resultando em possíveis perdas que podem acontecer tanto na importação quanto na exportação do arquivo neste formato.

Procedimentos Metodológicos

O presente artigo fez uso do material produzido no detalhamento de um projeto de adequação de acessibilidade para desenvolver as atividades didáticas propostas. A abordagem utilizada divide-se em dois processos: inicialmente os alunos participantes desenvolveram a modelagem tridimensional parametrizada de detalhes de um projeto de adequação de acessibilidade e posteriormente estes modelos foram utilizados para testar a interoperabilidade entre softwares. Tais atividades foram realizadas no HIPERLAB (Laboratório de pesquisa em Ambientes Hipermedia para Aprendizagem) da Universidade Federal de Santa Catarina.

Entende-se que os softwares escolhidos possuem diferentes abordagens no que se refere ao funcionamento do seu sistema, porém um dos principais objetivos desta experiência é entender e testar a transmissão de informação entre eles através do formato IFC e outros formatos através de softwares mais populares entre os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC. Os principais softwares utilizados para esta experiência foram: Sketchup v. 2014 (Trimble) – software CAD com plugins paramétricos – o Revit (Autodesk) – software BIM – e outros dois softwares que funcionam junto das máquinas de corte a laser, utilizadas para o processo de materialização dos modelos: o Laser Cad e o software da Automatiza Laser Solutions.

Além dos citados acima, alguns arquivos foram abertos no CorelDraw Graphics Suite X7 (Corel Corporation) – Software de design gráfico vetorial – e no Autocad (Autodesk) – software CAD com plugins paramétricos – em função do fluxo de trabalho adotado pelo PRONTO 3D (Laboratório de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Finalizados os testes entre softwares, os modelos foram preparados para sua inserção no processo de materialização através de corte a laser, o que inclui a comunicação com os softwares compatíveis com as máquinas, ou seja, também passam por um processo de interoperabilidade.

Contudo, o ideário do artigo desenvolveu-se a partir da adoção de um fluxo de trabalho que passou por diferentes etapas dentro de um processo de projeto, destacando-se o tema que apresentou maior nível de dificuldade prática.

Atividades Didáticas

As atividades iniciaram a partir da escolha dos softwares. Inicialmente optou-se por utilizar alguns softwares que hoje estão inseridos na grade curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, mais precisamente na disciplina “Introdução ao CAAD” cursada durante a 3ª fase: o Sketchup (Trimble). Além deste, foi escolhido um segundo software para efetuar os testes de interoperabilidade IFC: o Revit (Autodesk).

Foram escolhidos dois alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, e então distribuídas atividades de modelagem através dos softwares. Junto das atividades, foi realizada uma pesquisa de referenciais a cerca do funcionamento dos softwares para então fazer uso de tutoriais sobre importação e exportação de arquivos.

Os alunos foram instruídos para avaliar a eficiência do fluxo de trabalho de cada software, buscando compreender o processo de interoperabilidade entre eles, identificando suas potencialidades e suas deficiências através do uso do formato IFC, visando a reutilização e materialização dos modelos.

Como a interoperabilidade de modelos 2D em formato .DXF entre o AutoCad e o softwares da máquina de Corte a Laser do PRONTO 3D já havia sido testada e comprovada – apesar do software abrir o arquivo .DXF com pleno sucesso apenas em determinadas versões mais antigas do formato – as atividades foram organizadas da seguinte maneira: (ETAPA 01) a) testar a importação e exportação de arquivos IFC entre o Revit e o Sketchup; b) testar a exportação dos arquivos criados em Sketchup para os softwares das máquinas de corte a laser; (ETAPA 2) c) a partir dos testes, selecionar a sequência de atividades mais eficiente para a materialização dos modelos; d) iniciar o processo de materialização dos modelos através de corte a laser.

a) Exportação dos arquivos em IFC criados no Sketchup para o Revit:

Para realizar esta atividade, decidiu-se atribuir alguns parâmetros nos modelos criados em 3D. Foram utilizados os campos de informação para atribuir ao modelo informações sobre a norma utilizada, quais seus parâmetros e demais informações necessárias para o detalhamento (Figura 01).

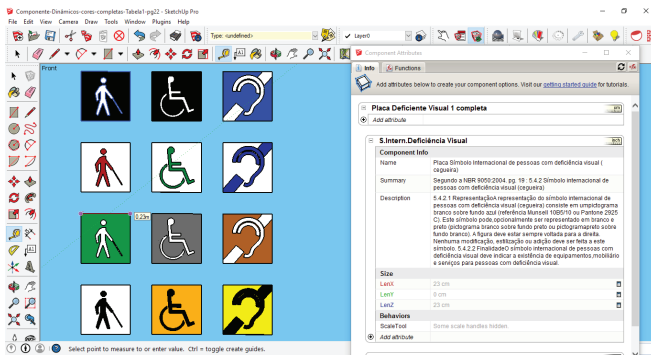


Figura 01: Interface do Sketchup – modelos e seus parâmetros.

Foi atribuído ao modelo a opção “Scale Tool” (ferramenta de escala). Esta ferramenta permite, através da inserção de dados e medidas, selecionar em quais eixos, X/Y/Z, o objeto poderá ser modificado; na lista existem todas as possibilidades de modificação e a escolha dos eixos será indicada pelos pontos verdes do desenho, representando o objeto trabalhado (Figura 02).



Figura 02: Interface do Sketchup – Ferramenta Scale Tool.

Tentou-se atribuir ao modelo um número razoável de informações simples, para testar o recebimento destas informações no software Revit. O objetivo do teste era exportar o máximo de informações possíveis do arquivo através do formato IFC. Deve-se considerar que o formato IFC está disponível apenas para o Sketchup PRO.

Os primeiro passo foi exportar modelo 3d – File > Export > 3d Model – então foi escolhido o formato .IFC, onde abriu-se a janela “Options” para escolha das configurações de exportação do arquivo (Figura 03).

Finalizando a exportação do arquivo, deu-se continuidade ao processo através da preparação do Revit para receber o modelo .IFC. Antes de abrir o arquivo .IFC no revit, foi preciso configurá-lo, para isso abriu-se o menu de opções IFC - Revit>Abrir>Opções IFC (Figura 04).

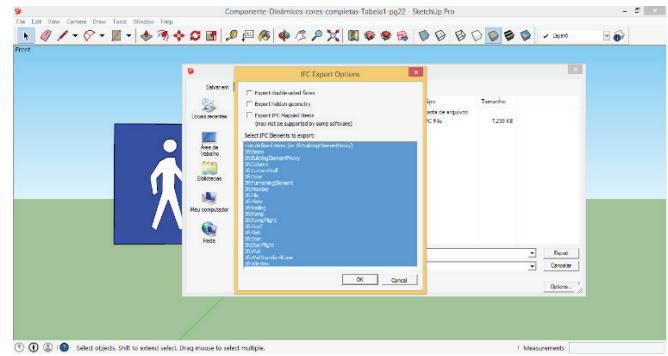


Figura 03: Interface do Sketchup – Exportação em .IFC.

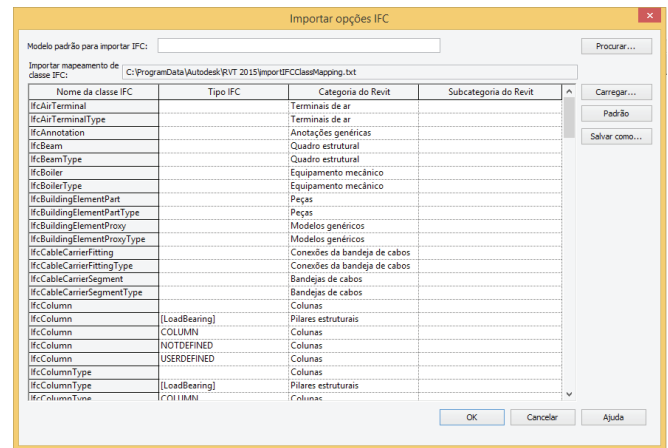


Figura 04: Interface do Revit – Configuração do formato .IFC.

Ao finalizar a configuração do .IFC em Revit, abriu-se o arquivo no programa (Figura 05). O resultado não foi o esperado, pois pode-se observar que apenas a geometria do objeto foi importada, mesmo assim com falhas de modelagem. As cores parametrizadas através do sktechup não foram localizadas e nenhuma outra informação atribuída ao modelo foi reconhecida pelo Revit.

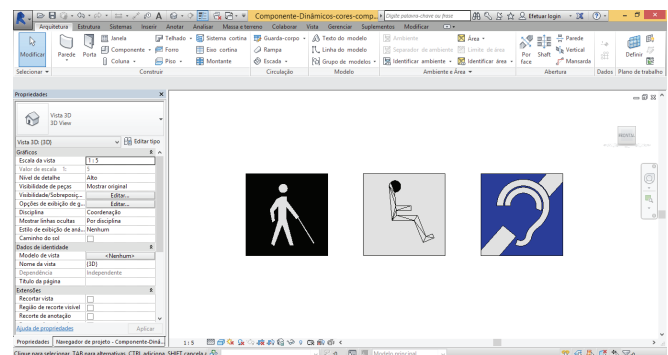


Figura 05: Interface do Revit – Modelos recebidos através do formato .IFC criado em Sketchup.

Foram realizados outros testes, modificando e diminuindo o número de atributos, na tentativa de entender melhor como as versões do IFC são utilizadas, porém, todas as tentativas chegaram ao mesmo resultado: o modelo 3D era recebido pelo software, porém, nenhuma informação e parâmetros atribuídos eram recebidos pelo Revit (Figura 06).

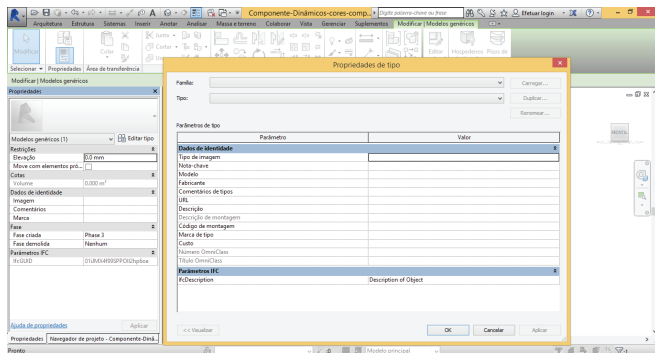


Figura 06: Interface do Revit – Ausência das informações atribuídas ao modelo .IFC criado no Sketchup.

Como o Sketchup foi escolhido como principal software para realizar as atividades, foi dada continuidade ao processo apenas através dele, onde o objetivo era conseguir finalizar o processo através da materialização dos modelos. Os alunos também mostraram-se mais a vontade e dispostos a realizar as atividades através do Sketchup, por isso não prosseguimos com a criação dos modelos no Revit.

b) Exportação do arquivos criados em Sketchup para os softwares das máquinas de corte a laser:

Inicialmente foram utilizados modelos 3D parametrizados, visando testar a interoperabilidade com o software da máquina de corte a laser do PRONTO 3D. A maioria das cortadoras laser recebem somente modelos 2d, por isso o primeiro passo foi a planificação do modelo. A planificação pode ser feita em apenas 2 passos: os modelos devem estar alinhados em um mesmo plano e separados entre si (Figura 07).

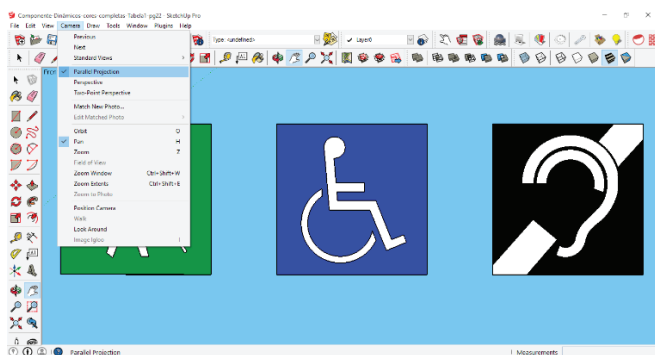


Figura 07: Imagem da interface do Sketchup – modelos escolhidos em projeção paralela.

O Sketchup exporta a visualização da geometria no momento da ação, portanto é fundamental que o modelo

esteja em projeção paralela para que o arquivo exportado esteja em verdade grandeza.

Foram testadas diferentes configurações de exportação. Para facilitar a passagem do modelo do Sketchup para o software usado para a materialização, configurou-se previamente as unidades para que condissessem com as usadas no outro programa. Quando todas configurações do modelo estavam de acordo, começaram os testes de formato de arquivo.

Escolhemos para os testes formatos que fossem compatíveis com os programas de edição que são usados posteriormente pelo PRONTO 3D para enviar o modelo para a cortadora, os softwares mais comuns para essa etapa são o CorelDraw e o Adobe Illustrator. Os arquivos enviados para o laboratório devem ser passíveis de edição por meio destes softwares, que auxiliam no processo de aperfeiçoamento do modelo, quando há necessidade de algum tipo de modificação para seguir com o processo de materialização.

Cruzando os formatos aceitos por estes programas e os que são exportados pelo Sketch, testamos apenas os que trabalhavam com vetores, para que posteriormente pudessem ser editados em outros softwares sem perdas na qualidade.

Os formatos compatíveis com os critérios adotados foram .PDF (Portable Document Format) .DWG (Drawing) .DXF (Drawing Exchange Format). Os resultados obtidos foram bastante semelhantes, os três formatos foram abertos pelo software de edição sem problemas aparentes (Figura 08).

Adobe FXG (*.FXG)	PDF File (*.pdf)
Adobe Idea File (*.IDEA)	EPS File (*.eps)
Adobe Illustrator (*.AI;*.AIT)	Windows Bitmap (*.bmp)
Adobe PDF (*.AI;*.AIT;*.PDF)	JPEG Image (*.jpg)
AutoCAD Drawing (*.DWG)	Tagged Image File (*.tif)
AutoCAD Interchange File (*.DXF)	Portable Network Graphics (*.png)
BMP (*.BMP;*.RLE;*.DIB)	Piranesi Efix (*.epx)
Computer Graphics Metafile (*.CGM)	AutoCAD DWG File (*.dwg)
CorelDRAW 5,6,7,8,9,10 (*.CDR)	AutoCAD DXF File (*.dxf)
Encapsulated PostScript (*.EPS;*.EPSF;*.PS)	
Enhanced Metafile (*.EMF)	
GIF89a (*.GIF)	
Illustrator EPS (*.EPS;*.EPSF;*.PS)	
JPEG (*.JPG;*.JPE;*.JPEG)	
JPEG2000 (*.JPF;*.JPX;*.JP2;*.J2K;*.J2C;*.JPC)	
Macintosh PICT (*.PIC;*.PCT)	
Microsoft RTF (*.RTF)	
Microsoft Word (*.DOC)	
Microsoft Word DOCX (*.DOCX)	
PCX (*.PCX)	
Photoshop (*.PSD;*.PDD)	
Fixar (*.FXR)	
PNG (*.PNG;*.PNS)	
SVG (*.SVG)	
SVG Compressed (*.SVZ)	
Targa (*.TGA;*.VDA;*.ICB;*.VST)	
Text (*.TXT)	
TIFF (*.TIF;*.TIF)	
Windows Metafile (*.WMF)	

Figura 08: Destacados na coluna da esquerda, formatos aceito pelo Corel e na coluna da direita, formatos exportados pelo Sketchup. Em verde os que trabalham com vetores e em amarelo os que trabalham com bitmap.

Como a exportação para o software da máquina aceita apenas modelos em 2D, podemos observar que o formato IFC não faz parte desta listagem. Entende-se que o IFC é um formato de troca orientado para modelos em 3D e que,

segundo a BuildingSMART, o IFC funciona como um esquema de dados que torna possível conter dados e trocar informações entre diferentes aplicativos para BIM (BuildingSMART, 2014); porém, ao pensar na materialização como parte integrante do processo de detalhamento de projeto, considerar a interoperabilidade ou intercâmbio também entre softwares vetoriais e gráficos parece tornar-se útil e interessante, tendo como exemplo o formato .DXF. Se ao menos as informações contidas no modelo pudessem ser transmitidas, isso permitiria um fluxo de trabalho mais leve e contínuo.

No ciclo de testes, o formato DXF apresentou comunicação facilitada entre a maioria dos softwares, destacando-se os fluxos Sketchup (3D) > CorelDraw (2D Vetorial) > Software Automaisa (2D – Corte a Laser); Sketchup (3D) > Illustrator (2D Vetorial) > Laser Cad (2D – Software da cortadora); Sketchup (3D) > CorelDraw (2D – Vetorial) e Sketchup (3D) > Laser Cad (Software da cortadora).

O formato .DXF mostrou algumas limitações, como a transmissão das informações e parâmetros atribuídos ao modelo 3D do Sketchup, porém, apresentou-se como o mais adequado para interoperabilidade entre o software e a máquina. Conseguiu-se através dele o intercâmbio direto entre o modelo .SKP e o .DXF, possibilitando a materialização através do uso de apenas dois formatos diferentes, além da direta comunicação entre o Sketchup com o software Laser Cad.

c) Seleção da sequência de atividades mais eficiente para a materialização dos modelos:

Após a finalização dos testes, foi definida a sequência de atividades que apresentou maior otimização no processo de materialização dos modelos. O fluxo escolhido foi Sketchup (modelagem 3D parametrizada) > CorelDraw (análise e otimização do arquivo para corte) > Laser Cad e/ou Software Automatisa Solutions – ambos funcionam junto das máquinas de corte a laser. Foram utilizadas as duas máquinas, portanto os dois softwares, onde pode-se observar que cada máquina possui seu próprio software.

As atividades poderiam manter-se em apenas exportar o modelo .SKP para .DXF e então abri-lo na máquina de corte, porém, decidiu-se acrescentar o CorelDraw a fim de garantir a perfeita materialização, considerando que através do software pode-se conferir as medidas, acabamento das linhas, retas ou pontos do desenho. A escolha justificou-se também pela própria experimentação do software junto ao pessoal do laboratório, que já havia adotado como procedimento padrão. A nível experimental, foi realizado inicialmente um teste de marcação, como mostram as figuras 09 e 10.

O teste foi realizado com medidas menores em papel cartão, afim de conferir a qualidade do trabalho. Através dele pode-se compreender um processo fundamental: o software Sketchup tem como característica a criação de vários segmentos de reta ao longo de uma curva ou círculo, o que resultou em cantos “oitavados” e imperfeitos. Além de aparentes, os segmentos foram gravados individualmente, o que acabou prolongando o tempo de trabalho da cortadora.



Figura 09: Início do processo de materialização no PRONTO 3D – preparação do arquivo para corte a laser.

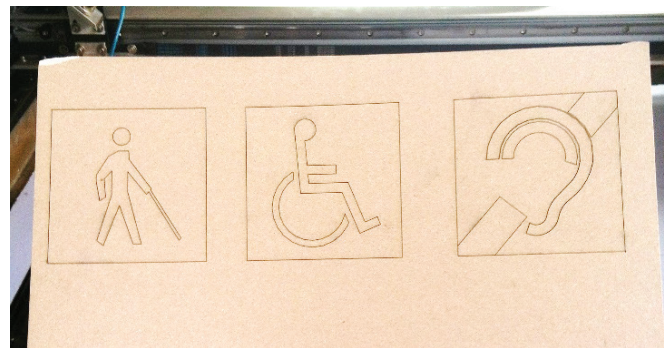


Figura 10: Resultado do teste de marcação na máquina de corte a laser.

Na busca de uma solução, modificou-se alguns parâmetros da curva, transformando-a em 999 segmentos (pontos) contínuos, suavizando a curva. Para os testes com a curva suave utilizamos dois arquivos diferentes, o primeiro exportado diretamente do sketchup (Figura 11), com o número máximo de segmentos, e o outro, modificado no Illustrator, onde estes segmentos foram unidos e a curva simplificada.

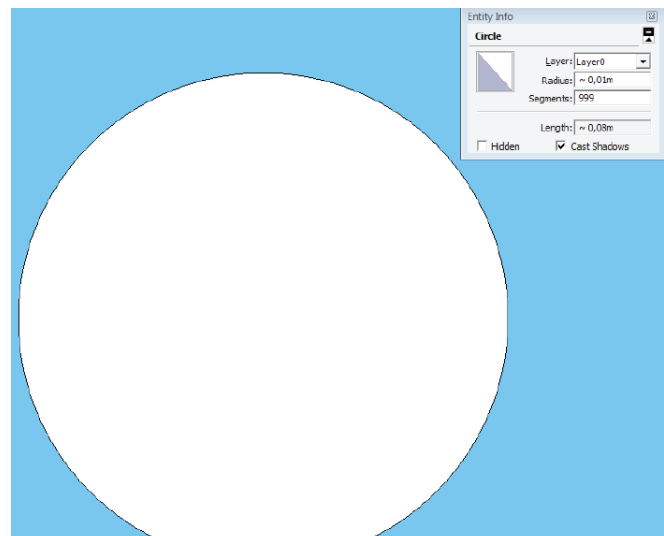


Figura 11: Interface do Sketchup – Suavização das curvas.

d) Processo de materialização através de corte a laser.

Após identificar um caminho visível para iniciar o processo de materialização, as atividades foram conduzidas até a criação do arquivo compatível com a cortadora laser.

Foram detalhados materiais, cores, espessuras e dimensões segundo a NBR 9050/2004, e então prosseguiu-se com materialização dos modelos (Figura 12).



Figura 12: Resultado da materialização dos modelos através de corte a laser.

Resultados e discussão

Acerca das atividades desenvolvidas, surgiram questionamentos que foram vistos não apenas como meio de levantar pontos a serem avaliados, mas com intuito de encontrar um caminho e algumas soluções que possibilitassem o desenvolvimento de um fluxo de trabalho contínuo, interoperável e reutilizável para futuros usuários dos modelos produzidos, assim como reutilização do próprio fluxo (conjunto de atividades).

Ao realizar as atividades de modelagem, perceberam-se algumas diferenças entre a criação de um modelo em um software BIM e em um software CAD com plugins paramétricos. A partir da análise de conceitos acerca da parametrização, iniciaram-se questionamentos acerca do tema, como quando pode-se caracterizar a modelagem como paramétrica ou modelagem geométrica parametrizada, considerando as diferentes maneiras de conceber o modelo através de parâmetros. Os resultados obtidos a partir dos testes originaram outros questionamentos acerca do próprio

significado a que é designado o termo interoperabilidade. Considerando que interoperável deve ser o modelo bi ou tridimensional que tem a capacidade de estabelecer comunicação e ser operado, editado ou reutilizado em diferentes softwares, entende-se que o termo adotado pode não ser o mais adequado a partir dos obstáculos apresentados nos testes.

Entende-se que esta terminologia apresenta-se como um objetivo para o sistema de operação de arquivos entre softwares, mas ainda encontra-se distante de uma realidade consolidada devido a quantidade de problemas e

incompatibilidades apresentadas, onde o que se pôde constatar foi apenas a exportação de linhas e formas geométricas, o que sugere que pode tratar-se apenas de um provável intercâmbio entre modelos e formatos.

Outra discussão que tornou-se um dos maiores desafios desta experiência foi tornar possível a interoperabilidade ou mesmo o intercâmbio de arquivos entre os softwares de projeto e o software de leitura da máquina de corte a laser, apontando que o problema da troca de informações atinge vários patamares no processo de fabricação digital. Entende-se que todas as dificuldades apresentadas em relação a interoperabilidade e trocas de informações apresentam-se como agentes impeditores do pleno desenvolvimento dos conceitos e processos integrantes do BIM.

Compreendeu-se que foram envolvidos diferentes sistemas de criação entre diferentes softwares, o que não quer dizer que o desempenho de um é melhor ou pior do que o do outro. Um dos principais pontos foi compreender o papel de cada software, e que diferentes projetos e atividades podem ser desenvolvidas com mais facilidade e flexibilidade em diferentes softwares.

O artigo não se propõe a criar um ambiente comparativo entre o Sketchup e o Revit, pois não é este tipo de discussão que foi gerada. O artigo propôs uma visão panorâmica, sem preconceitos, a cerca de atividades que podem ser realizadas em algumas fases do curso de arquitetura, auxiliando assim os estudantes e professores a ter maior envolvimento com os novos processos de projeto, novas tecnologias e novos conceitos através de um software que apresenta grande aceitação, principalmente por parte dos alunos. A atividade proposta é apenas uma sugestão inicial para o ingresso em um universo tecnológico que está em pleno desenvolvimento e que visa a ampliação do pensar, criar e projetar arquitetura.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa dos alunos de Graduação e a CAPES pela bolsa de mestrado.

References

- ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 4, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50960/55046>> Acesso em: Setembro de 2015.
- ARCARI, Etienne do Amaral. (2013, Dezembro). A utilização e produção didática de bibliotecas digitais no processo de detalhamento do projeto arquitetônico. *Revista PARC - Pesquisa em Arquitetura e Construção*. Disponível em: <<http://periodicos.bc.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634550>> Acesso em: Setembro de 2015.
- CELANI, Gabriela (a). Editorial: O Novo Detalhe Arquitetônico - The New Architecture Detail. *Revista PARC Vol 4 n2*. Campinas, 2013. Disponível em: <<http://revistaparc.fec>

unicamp.br/concrete5/files/5914/0741/6834/parc_v4_n2_editorial.pdf> Acesso em: Setembro de 2015.

DELATORRE, Vivian. Potencialidades e Limites do BIM no Ensino de Arquitetura: Uma Proposta De Implementação / Vivian Delatorre; orientador, Alice Theresinha Cybis Pereira - Florianópolis, SC, 2014. 293 p. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129044/328350.pdf?sequence=1>> Acesso em : Setembro de 2015.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, (1999-2008).

FORD, Edward R. The Architectural Detail. Princeton Architectural Press: New York, 2011. Parcialmente disponível em: < <http://books.google.com.br/> > Acesso em: Setembro de 2015.

GREGOTTI, Vittorio. In NESBITT, Kate (org.). Uma nova agenda para a arquitetura: Antologia teórica. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

JACOSKI, C.. Integração e interoperabilidade em projetos de edificações: uma implementação com IFC XML. 2003. 219 p. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,

2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84527/198403.pdf?sequence=1>> Acesso em: Agosto de 2015.

JACOSKI, C.; LAMBERTS, R. A interoperabilidade como fator de integração de projetos em construção civil. In: WORKSHOP DE GESTÃO DO PROCESSO DO PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, II., 2002, Porto Alegre. Disponível em: <www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A009.pdf> Acesso em: Agosto de 2015.

KOWALTOWSKI, Doris et al. - O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia. - São Paulo: Oficina de Textos/ Fapesp 2010.

PUPPO, Regiane Trevisan. Celani, Maria Gabriela Caffarena. Técnicas de Prototipagem Digital para Arquitetura. XIX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~lapac/papers/puppo-celani2009.pdf> . Acesso em: Setembro de 2015.

SEDREZ, Maycon; MENEGHEL, Rafael de M. Projeto Paramétrico com Fractais no Detalhamento de uma Fachada. In: Revista PARC – Pesquisa em Arquitetura e Construção. Vol. 4 n.2. O Novo Detalhe Arquitetônico. Unicamp. Campinas, 2013. Disponível em: <<http://revistaparc.fec.unicamp.br/concrete5/>> Acesso em: Setembro de 2015.