

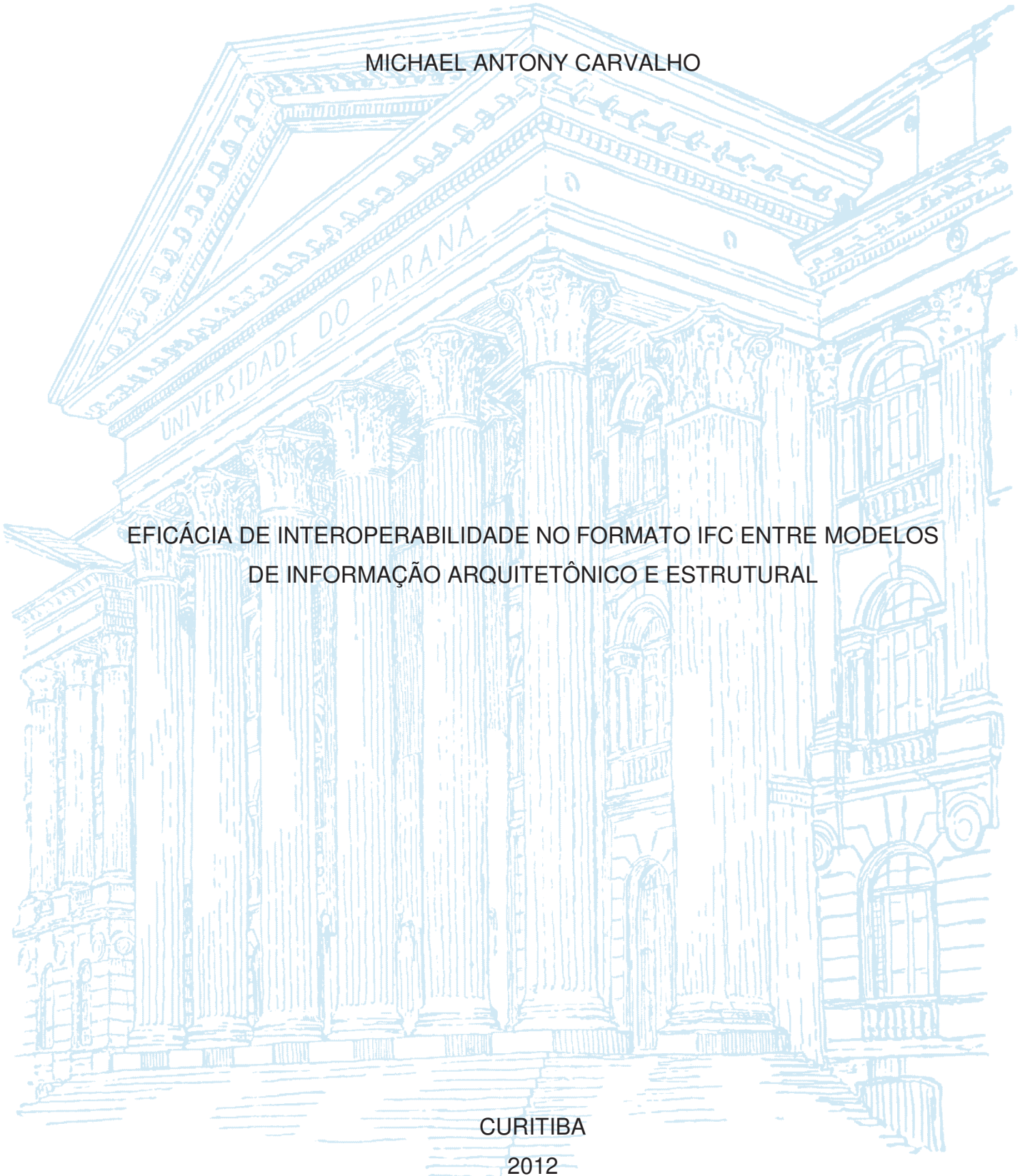
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MICHAEL ANTONY CARVALHO

EFICÁCIA DE INTEROPERABILIDADE NO FORMATO IFC ENTRE MODELOS
DE INFORMAÇÃO ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

CURITIBA

2012



MICHAEL ANTONY CARVALHO

EFICÁCIA DE INTEROPERABILIDADE NO FORMATO IFC ENTRE MODELOS DE
INFORMAÇÃO ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA

2012

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

C331e Carvalho, Michael Antony
Eficácia de interoperabilidade no formato IFC entre modelos de informação arquitetônico e estrutural [recurso eletrônico] Michael Antony Carvalho. – Curitiba, 2012.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, 2012.

Orientador: Sérgio Scheer.

1. Modelagem de informações de construção. 2. construção civil. 3. Modelos arquitetônicos.
I. Universidade Federal do Paraná. II. Scheer, Sérgio. III. Título.

CDD: 624.0681

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



ATA DE DEFESA DE MESTRADO

Aos cinco dias do mês de junho de dois mil e doze, no Auditório do CESEC do Setor de Tecnologia, no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, foi instalada pela Professora Dr^a. Marienne R. M. M. Costa, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, a Banca Examinadora para a **centésima octagésima terceira defesa de dissertação de Mestrado do PPGECC, área de concentração: Ambiente Construído e Gestão**. Estiveram presentes no ato professores, alunos e visitantes. A Banca Examinadora, atendendo determinação do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, ficou constituída pelos professores: Prof. Dr. Sergio Scheer (Orientador - Doutorado PUC – Rio de Janeiro) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da UFPR, Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid (Doutorado Universität Karlsruhe - Alemanha) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da UFPR e a Prof^a Dr^a Regina Coeli Ruschel (Doutorado UNICAMP) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Às duas horas a Prof^a Dr^a. Marienne R. M. M. Costa iniciou os trabalhos, convidando o **aluno Michael Antony Carvalho** para fazer a apresentação da dissertação de mestrado intitulada "~~Análise de eficácia de interoperabilidade no formato IFC de modelos BIM. Estudos de uso em projetos de concepção arquitetônica e de estruturas~~". Encerrada a apresentação, iniciou-se a fase de arguição pelos membros participantes. Após a arguição, a banca reuniu-se para apreciação do desempenho do pós-graduando. Tendo em vista a dissertação e a arguição, a banca decidiu pela sua APROVAÇÃO de acordo com a Resolução nº. 65/2009-CEPE – UFPR.

Curitiba, 05 de junho de 2012.

Prof. Dr. Sergio Scheer

Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

Prof^a. Dr^a. Regina Coeli Ruschel

Novo título: "Eficácia da interoperabilidade no formato IFC entre modelos de informação arquitetônico e estrutural".

AGRADECIMENTO

Gostaria de aproveitar a oportunidade de agradecer a todos que contribuíram de alguma forma para que a finalização dessa dissertação fosse possível.

Ao meu orientador Sérgio Scheer, agradeço toda iniciativa para me encaminhar em um setor, até então, desconhecido por mim no gerenciamento de projetos e modelos de informação. Valendo enfatizar, sua grande paciência em momentos turbulentos da minha jornada no Mestrado.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e graduandos de Engenharia Civil da UFPR, que em várias ocasiões me incentivaram a encarar os problemas e permanecer focado: Emílio Lima do Nascimento, Helena Fernanda Graf e Lígia Vitória Real.

Aos amigos de fora do Programa do PPGECC, mas não fora das perturbações constantes, com relação às experiências profissionais com software estrutural ou apenas como psicólogos ocasionais: Marcel Lipski Mendonça, Thiago Chemin Rosenmann e Alexandre Pessini.

A Universidade Federal do Paraná, por me abrir as portas em um momento em que outras se fecharam e todos os professores do Programa.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo uso dos ambientes e programas durante meu período como servidor público federal (Cypecad Licença – Campus Campo Mourão).

Ao suporte do CESEC - UFPR (Centro de Estudos em Engenharia Civil), Autodesk Inc. e CAD/TQS, durante o período que fiz parte dos Projetos de Pesquisa: Rede BIM (Building Information Modeling) e Rede TICHIS (Tecnologia da Informação em Construções de Interesse Social).

Eu agradeço.

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação de Mestrado a minha querida mãe, Dalva Rosangela Carvalho. Pela educação, apoio irrestrito e suporte de vida. Além de possuir um dom único de me suportar em todos os momentos difíceis e trabalhosos passados nesta caminhada.

Obrigado por tudo.

RESUMO

No ambiente de projetos, muitas atividades estão ligadas ao processo de transformação das construções e gerenciamento futuro das aplicações incorporadas para o desenvolvimento de uma obra de edificação. A modelagem da informação da construção (BIM) para edificações e o formato de intercâmbio de informações (IFC) são respostas à falta de integração das etapas de projeto, visando atender a interoperabilidade de sistemas em Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). No entanto, o formato IFC apresenta dificuldades na atualização das bibliotecas e as limitações dos modelos de classes, que são gerados automaticamente, não atendem adequadamente as necessidades dos programadores durante o desenvolvimento das ferramentas BIM para a construção civil. O objetivo da pesquisa é analisar os resultados obtidos pela exportação e importação com modelos de edifícios elaborados em sistemas CAD/BIM no formato IFC, utilizando sistemas de projetos estruturais e arquitetônicos e assim verificar a interoperabilidade, avaliando as dificuldades de acesso e edição das informações. A partir dos resultados dos experimentos foi possível levantar as limitações dos detalhes incorporados aos modelos BIM em IFC e as não compatibilidades de informações que são repassadas aos elementos de modelagem nos bancos de dados dos sistemas utilizados. Foi elaborado um roteiro de confiabilidade das propostas BIM entre sistemas de projeto estrutural e arquitetônico disponíveis no mercado. Foi possível aplicar modelos arquitetônicos e de estruturas com as informações contidas nos arquivos IFC para exportação, apontar as principais dificuldades encontradas no processo, verificar o acesso ao banco de dados e sugerir mudanças ou correções, nos casos em que se encontrou alguma falha nas informações incorporadas aos modelos de teste.

Palavras-chave: BIM, IFC, interoperabilidade.

ABSTRACT

Many activities are linked to the transformation process of buildings and to the future management of building facilities. The Building Information Modeling (BIM) and the information exchange format named IFC are an answer to the integration lack of the design steps, in order to meet the system interoperability in Architecture, Engineering and Construction (AEC). However, the IFC format presents difficulties in updating the libraries and there are limitations in the models of classes that are automatically generated. They do not adequately meet the needs of programmers during the development of BIM tools for construction activities. The aim of this research is to analyze the results obtained by the exportation and importation of building models designed using CAD/BIM systems in IFC format for structural and architectural projects. Thus, interoperability can be also verified, assessing the difficulties of information accessing and editing. From the results of the experiments it was possible to get the a number of limitations of the IFC to describe details for the BIM models and the non-compatibility of information that are passed on to the modeling elements in the used system databases. A reliability set of practices for the architects, engineers and other professionals was prepared to help the use of the available BIM systems for structural and architectural design as well. It was possible to apply architectural and structural models with information contained in IFC export files, to point out the main difficulties encountered in the process, to verify the database access and to suggest changes or corrections where a fault was found in the incorporated model test information.

Keywords: BIM, IFC, interoperability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EXPRESSÃO BIM DE FORMA SIMPLIFICADA.....	37
FIGURA 2 – EVOLUÇÃO IFC.	38
FIGURA 3 – EVOLUÇÃO IFC.	39
FIGURA 4 – CRONOGRAMA DE CADA VERSÃO IFC.	39
FIGURA 5 – INTERAÇÃO ENTRE AS CAMADAS DO IFC.....	42
FIGURA 6 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO.	43
FIGURA 7 – PROPOSTA DE INTERAÇÃO ARCHICAD.....	47
FIGURA 8 – ARCHICAD COM UTILIZAÇÃO IFC.	48
FIGURA 9 – TEKLA STRUCTURES E SUAS FERRAMENTAS DE INTEROPERABILIDADE.	50
FIGURA 10 – INSERÇÃO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO, AMBIENTE TEKLA.	51
FIGURA 11 – ELEMENTOS CONSTRUTIVOS ARRANJADOS POR FASES DE CONSTRUÇÃO.	52
FIGURA 12 – AMBIENTE DE MODELAGEM DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO CAD/TQS.....	53
FIGURA 13 – CYPECAD ILUSTRANDO UMA EDIFICAÇÃO MODELADA EM 3D.....	54
FIGURA 14 – ENTRADA DE DADOS IFC OU DXF/DWG NO CYPECAD.....	55
FIGURA 15 – AMBIENTE SOLIBRI MODEL CHECKER.	56
FIGURA 16 – AMBIENTE NEMETSCHEK IFCVIEWER.....	57
FIGURA 17 – AMBIENTE DA FAMÍLIA VICO SOFTWARE.....	58
FIGURA 18 – QUADRO DE TESTE IFC EM PROGRAMAS DE ARQUITURA.....	61
FIGURA 19 – TESTE DE INTEROPERABILIDADE ENTRE GRUPOS DE JEONG <i>ET AL.</i> (2009).....	62
FIGURA 20 – TESTE DE INTEROPERABILIDADE ENTRE GRUPOS DE JEONG <i>ET AL.</i> (2009).....	63
FIGURA 21 – INTEROPERABILIDADE COM O USO DE IFC EM MODELOS ESTRUTURAIS.	64

FIGURA 22, EM QUE OS ELEMENTOS ESTRUTURAIS PRINCIPAIS DE ESTUDO FORAM INTRODUZIDOS, DISTRIBUIDOS POR PAVIMENTOS E CARREGADOS DE INFORMAÇÕES.	78
FIGURA 22 – MODELO ESTRUTURAL DE INFORMAÇÃO – ARCHICAD14.	79
FIGURA 23 – MODELO ARCHICAD 14 – PAVIMENTO TÉRREO.	80
FIGURA 24 – MODELO ESTRUTURAL DE INFORMAÇÃO – REVIT ARCHITECTURE 2011.	81
FIGURA 25 – MODELO REVIT ARCHITECTURE 2011 – PAVIMENTO TÉRREO.	82
FIGURA 26 – MODELO ESTRUTURAL DE INFORMAÇÃO COM CARGAS ATRIBUÍDAS – REVIT STRUCUTRE 2011.	84
FIGURA 27 – MODELO REVIT ARCHITECTURE 2011 – PAVIMENTO TÉRREO.	85
FIGURA 28 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA TRÊS GRUPOS (1ªFASE).	86
FIGURA 29 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA QUATRO GRUPOS (2ª FASE).	86
FIGURA 30 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA DOIS GRUPOS (3ª FASE).	87
FIGURA 31 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA OS DOIS GRUPOS (4ª FASE).	87
FIGURA 32 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 1 DE INFORMAÇÕES.	91
FIGURA 33 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 2 DE INFORMAÇÕES.	92
FIGURA 34 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 3 DE INFORMAÇÕES.	94
FIGURA 35 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 4 DE INFORMAÇÕES.	95
FIGURA 36 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 5 DE INFORMAÇÕES.	97
FIGURA 37 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 6 DE INFORMAÇÕES.	99
FIGURA 38 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 7 DE INFORMAÇÕES.	101
FIGURA 39 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 8 DE INFORMAÇÕES.	102
FIGURA 40 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 9 DE INFORMAÇÕES.	104
FIGURA 41 – IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO PELO CAD/TQS.	105
FIGURA 42 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 10 DE INFORMAÇÕES.	106
FIGURA 43 – INTRODUÇÃO AUTOMÁTICA IFC - CYPECAD.	107
FIGURA 44 – RECONHECIMENTO DAS LAJES - CYPECAD.	108
FIGURA 45 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 11 DE INFORMAÇÕES.	110

FIGURA 46 – MACRO IFCOBJECTCONVERTER.	111
FIGURA 47 – FLUXO 12 DE INFORMAÇÕES PARA O MODELO ESTRUTRAL	112
FIGURA 48 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 13 DE INFORMAÇÕES.....	113
FIGURA 49 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 14 DE INFORMAÇÕES.....	114
FIGURA 50 – ACESSO A EDIÇÃO DE INFORMAÇÕES TEKLA STRUCTURES.....	115
FIGURA 51 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 15 DE INFORMAÇÕES.....	116
FIGURA 52 – MODELO NO FLUXO 16 DE INFORMAÇÕES.....	118
FIGURA 53 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 17 DE INFORMAÇÕES.....	119
FIGURA 54 – ARMADURAS INSERIDAS NOS MODELO – TEKLA STRUCTURES.....	120
FIGURA 55 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 13 DE INFORMAÇÕES.....	121
FIGURA 56 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 18 DE INFORMAÇÕES.....	122
FIGURA 57 – AMBIENTE DE EDIÇÃO DAS ARMADURAS – TEKLA STRUCTURES.....	123
FIGURA 58 – ARMADURAS IDENTIFICADAS NO ARCHICAD14.....	124

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – NÍVEIS DO IFC DISTRIBUÍDOS EM CAMADAS.....	41
QUADRO 2 – EMPRESAS CERTIFICADAS PELA BUILDINGSMART – IFC2X3	46
QUADRO 3 – GRUPO 1 – SOFTWARE PARA PROJETO ARQUITETÔNICO	75
QUADRO 4 – GRUPO 2 – SOFTWARE DE LANÇAMENTO DE CARGAS.....	75
QUADRO 5 – GRUPO 3 – SOFTWARE DE PROJETO ESTRUTURAL.....	75
QUADRO 6 – GRUPO 4 – VISUALIZADORES & CHECADORES DAS INFORMAÇÕES IFC	76
QUADRO 7 – ELEMENTOS ESTRUTURAIS ABORDADOS NO ESTUDO	76
QUADRO 8 – QUANTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS NOS MODELOS.....	77
QUADRO 9 – INFORMAÇÕES INSERIDAS NOS ELEMENTOS DO MODELO ESTRUTURAL NA CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA E CARREGAMENTO DOS ELEMENTOS.....	77
QUADRO 10 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO - INFORMAÇÕES.....	89
QUADRO 11 – ARCHICAD 14 – VIGAS DE FUNDAÇÃO - INFORMAÇÕES..	89
QUADRO 12 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 1.....	91
QUADRO 13 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 2.....	93
QUADRO 14 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 3.....	94
QUADRO 15 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 4.....	96
QUADRO 16 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 5.....	98
QUADRO 17 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 6.....	99
QUADRO 18 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 7.....	101
QUADRO 19 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 8.....	103
QUADRO 20 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 9.....	105
QUADRO 21 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 10.....	108
QUADRO 22 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 11.....	110
QUADRO 23 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 13.....	113
QUADRO 24 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 14.....	115

QUADRO 25 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 15	117
QUADRO 26 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 17	119
QUADRO 27 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 18.....	122
QUADRO 28 – RESUMO DOS EXPERIMENTOS DE INTEROPERABILIDADE DO ESTUDO	125
QUADRO 29 – ARCHICAD 14 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – 1º PARTE	154
QUADRO 30 – ARCHICAD 14 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – 2º PARTE	155
QUADRO 31 – ARCHICAD 14 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO – 1º PARTE	156
QUADRO 32 – ARCHICAD 14 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO – 2º PARTE	157
QUADRO 33 – ARCHICAD 14 – PILARES – 1º PARTE	158
QUADRO 34 – ARCHICAD 14 – PILARES – 2º PARTE	158
QUADRO 35 – ARCHICAD 14 – CORTINAS DE CONCRETO DO PAVIMENTO TÉRREO – 1º PARTE	159
QUADRO 36 – ARCHICAD 14 – CORTINAS DE CONCRETO DO PAVIMENTO TÉRREO – 2º PARTE	160
QUADRO 37 – ARCHICAD 14 – ESCADAS DE CONCRETO GERAIS DA OBRA	160
QUADRO 38 – ARCHICAD 14 – RAMPAS DE CONCRETO GERAIS DA OBRA	160
QUADRO 39 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 1º PISO – 1º PARTE	161
QUADRO 40 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 1º PISO – 2º PARTE	161
QUADRO 41 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 2º PISO – 1º PARTE	161
QUADRO 42 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 2º PISO – 2º PARTE	162
QUADRO 43 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 3º PISO – 1º PARTE	162
QUADRO 44 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 3º PISO – 2º PARTE	162
QUADRO 45– ARCHICAD 14 – LAJES DO 4º PISO – 1º PARTE	163
QUADRO 46 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 4º PISO – 2º PARTE	163
QUADRO 47 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 5º PISO – 1º PARTE	163
QUADRO 48 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 5º PISO – 2º PARTE	163
QUADRO 49 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 1º PARTE	163
QUADRO 50 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 2º PARTE	164

QUADRO 51 – ARCHICAD 14 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS – 1º PARTE.....	164
QUADRO 52 – ARCHICAD 14 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS – 2º PARTE.....	164
QUADRO 53– ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 1º PARTE.....	165
QUADRO 54 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 2º PARTE.....	166
QUADRO 55 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 2º PISO – 1º PARTE.....	167
QUADRO 56 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 2º PISO – 2º PARTE.....	168
QUADRO 57 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 3º PISO – 1º PARTE.....	169
QUADRO 58 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 3º PISO – 2º PARTE.....	170
QUADRO 59 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 5º PISO – 1º PARTE.....	171
QUADRO 60 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 4º PISO – 2º PARTE.....	171
QUADRO 61 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 5º PISO – 1º PARTE.....	171
QUADRO 62 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 5º PISO – 2º PARTE.....	172
QUADRO 63 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO	173
QUADRO 64 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO - IDENTIFICAÇÃO.....	174
QUADRO 65 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO.....	175
QUADRO 66 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO - IDENTIFICAÇÃO.....	175
QUADRO 67 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – PILARES – 1º PARTE.....	176
QUADRO 68 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – PILARES – 2º PARTE.....	176
QUADRO 69 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – PILARES GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO.....	177
QUADRO 70 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – CORTINAS DE CONCRETO – PAVIMENTO TÉRREO.....	177
QUADRO 71 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – CORTINAS DE CONCRETO DO PAVIMENTO TÉRREO - IDENTIFICAÇÃO.....	177
QUADRO 72 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADA DO PAVIMENTO TÉRREO.....	178
QUADRO 73 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADAS DO 1º PISO....	178
QUADRO 74 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADA DO 2º PISO.....	179
QUADRO 75– REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADAS GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO.....	179

QUADRO 76 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – RAMPA DO TÉRREO	179
QUADRO 77 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – RAMPA DO 1º PISO.....	179
QUADRO 78 – REVIT ARCHITECTURE 2011 –RAMPA DO 2º PISO.....	180
QUADRO 79 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – RAMPAS GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO.....	180
QUADRO 80 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 1º PISO	180
QUADRO 81 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 2º PISO	181
QUADRO 82 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 3º PISO	181
QUADRO 83 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 4º PISO	182
QUADRO 84 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 5º PISO	182
QUADRO 85 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES/GENERIC 150MM - IDENTIFICAÇÃO.....	182
QUADRO 86– REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES/ INSITU CONCRETE 225MM - IDENTIFICAÇÃO.....	182
QUADRO 87 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDES – 1º PARTE	183
QUADRO 88 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDES – 2º PARTE	183
QUADRO 89 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDE - IDENTIFICAÇÃO.....	183
QUADRO 90 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS	184
QUADRO 91 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 2º PISO - IDENTIFICAÇÃO.....	184
QUADRO 92 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 1º PISO	186
QUADRO 93 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO.....	186
QUADRO 94 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 2º PISO	188
QUADRO 95 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 3º PISO	189
QUADRO 96 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 4º PISO	189
QUADRO 97 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 5º PISO	190
QUADRO 98 – REVIT STRUCTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – COMPLEMENTO REVISADO – 1º PARTE.....	191

QUADRO 99 – REVIT STRUCTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – COMPLEMENTO REVISADO – 2º PARTE.....	191
QUADRO 100 – REVIT STRUCTURE 2011 – IDENTIFICAÇÃO GERAL DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO	192
QUADRO 101 – REVIT STRUCTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS.....	192
QUADRO 102 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO.....	193
QUADRO 103 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGA DE FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO– COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS.....	193
QUADRO 104 – REVIT STRUCTURE 2011 – PILARES GERAIS DA OBRA – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS.....	193
QUADRO 105 – REVIT STRUCTURE 2011 –CORTINAS DE CONCRETO – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS.....	193
QUADRO 106 – REVIT STRUCTURE 2011 – ESCADAS GERAIS DA OBRA – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS.....	193
QUADRO 107 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 1º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO.....	194
QUADRO 108 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 2º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO.....	194
QUADRO 109 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 3º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO.....	194
QUADRO 110 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 4º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO.....	195
QUADRO 111 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 4º PISO – CARGAS PONTUAIS – COMPLEMENTO REVISADO.....	195
QUADRO 112 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 5º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO.....	195
QUADRO 113 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES/GENERIC 150MM – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS.....	196
QUADRO 114 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES/INSITU CONCRETE 225MM – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS	196

QUADRO 115 – REVIT STRUCTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDES – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS	196
QUADRO 116 – REVIT STRUCTURE 2011 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS	196
QUADRO 117 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 1º PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO	196
QUADRO 118 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 2º PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO	199
QUADRO 119 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 3º PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO	200
QUADRO 120 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 4º PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO	200
QUADRO 121 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 5º PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO	200
QUADRO 122 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS GERAIS DA OBRA – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS	200
QUADRO 123 – INTEROPERABILIDADE – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER.....	201
QUADRO 124 – INTEROPERABILIDADE – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER.....	202
QUADRO 125 – INTEROPERABILIDADE – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER	202
QUADRO 126 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS DE FUNDAÇÃO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER.....	203
QUADRO 127 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS DE FUNDAÇÃO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER.....	203
QUADRO 128 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS DE FUNDAÇÃO – ARCHICAD14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER	204

QUADRO 129 – INTEROPERABILIDADE – PILARES – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	204
QUADRO 130 – INTEROPERABILIDADE – PILARES – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	205
QUADRO 131 – INTEROPERABILIDADE – PILARES – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	205
QUADRO 132 – INTEROPERABILIDADE – CORTINAS – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	206
QUADRO 133 – INTEROPERABILIDADE – CORTINAS – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	206
QUADRO 134 – INTEROPERABILIDADE – CORTINAS – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	207
QUADRO 135 – INTEROPERABILIDADE – ESCADAS – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	207
QUADRO 136 – INTEROPERABILIDADE – ESCADAS – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	209
QUADRO 137 – INTEROPERABILIDADE – ESCADAS – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	208
QUADRO 138 – INTEROPERABILIDADE – RAMPAS – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	209
QUADRO 139 – INTEROPERABILIDADE – RAMPAS – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	209
QUADRO 140 – INTEROPERABILIDADE – RAMPAS – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	209
QUADRO 141 – INTEROPERABILIDADE – LAJES – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	210
QUADRO 142 – INTEROPERABILIDADE – LAJES – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	210

QUADRO 143 – INTEROPERABILIDADE – LAJES – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER	211
QUADRO 144 – INTEROPERABILIDADE – PILAR PAREDE – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	211
QUADRO 145 – INTEROPERABILIDADE – PILAR PAREDE – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	212
QUADRO 146 – INTEROPERABILIDADE – PILAR PAREDE – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	212
QUADRO 147 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS PEITORIL – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	213
QUADRO 148 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS PEITORIL – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	213
QUADRO 149 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS PEITORIL – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	214
QUADRO 150 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 1° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	214
QUADRO 151 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 1° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	215
QUADRO 152 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 1° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	215
QUADRO 153 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 2° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	216
QUADRO 154 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 2° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	216

QUADRO 155 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 2° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER	217
QUADRO 156 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 3° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	217
QUADRO 157 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 3° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	218
QUADRO 158 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 3° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER	218
QUADRO 159 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 4° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	219
QUADRO 160 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 4° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	219
QUADRO 161 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 4° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER	220
QUADRO 162 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 5° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	220
QUADRO 163 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 5° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER.....	221
QUADRO 164 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 5° PISO – ARCHICAD14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER	221

LISTA DE SIGLAS

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM – Building Information Modelling
BSI – Building Smart International
CAD – Computer Aided Design
CIC – Computer-Integrated Construction
ES – Engenharia Simultânea
IAI – International Alliance for Interoperability
IFC – Industry Foundation Classes
IFD – International Framework of Dictionaries
IDM – Information Delivery Manual
TI – Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	25
1.2 OBJETIVO PRINCIPAL	26
1.3 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	26
1.4 JUSTIFICATIVAS	27
1.4.1 JUSTIFICATIVA TÉCNICA.....	27
1.4.2 JUSTIFICATIVA FINANCEIRA.....	29
1.4.2 JUSTIFICATIVA AMBIENTAL	30
1.5 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA	30
1.6 UNIDADE DE ANÁLISE	31
1.7 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	31
2 REVISÃO CONCEITUAL	32
2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	32
2.2 SISTEMAS COLABORATIVOS.....	32
2.3 INTEROPERABILIDADE	33
2.4 ENGENHARIA SIMULTÂNEA (ES).....	34
2.5 BIM – BUILDING INFORMATION MODELING	35
2.5.1 IFC - INDUSTRY FOUNDATION CLASSES	37
2.5.2 IFD – INTERNATIONAL FRAMEWORK OF DICTIONARIES	44
2.5.3 IDM – INFORMATION DELIVERY MANUAL	44
3 REVISÃO DAS PROPOSTAS BIM DE MERCADO	46
3.1 SOFTWARE	46
3.1.1 ARCHICAD 14.....	47
3.1.2 REVIT ARCHITECTURE 2011	48
3.1.3 REVIT STRUCTURE 2011	49
3.1.4 TEKLA STRUCTURES 16.....	49
3.1.5 CAD/TQS V16	52
3.1.6 CYPECAD 2010	53
3.1.7 SOLIBRI MODEL CHECKER	55
3.1.8 NEMETSCHek IFCVIEWER.....	56

3.1.9 VICO SOFTWARE	57
3.2 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 3.....	58
4 REVISÃO DOS TESTES DE INTEROPERABILIDADE NA LITERATURA ATUAL	60
4.1 MODELOS ARQUITETÔNICOS / ESTRUTURAIS	60
4.2 PAZLAR & TURK (2008)	60
4.3 JEONG ET AL. (2009)	62
4.4 ANDRADE & RUSCHEL (2009)	63
4.5 MÜLLER (2011).....	64
4.6 CONCLUSÃO CAPÍTULO 4.....	65
5 METODOLOGIA DE PESQUISA	66
5.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA- EXPERIMENTO	66
5.2 TESTES DE VALIDADE	66
5.3 VALIDADE INTERNA E EXTERNA.....	67
5.4 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	67
5.5 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA APLICADA NO ESTUDO.....	69
5.6 MÉTODO DA ANÁLISE DE DADOS	70
6 APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO	74
6.1 GRUPOS DE SOFTWARE BIM	74
6.2 MODELOS BASE – ARCHICAD 14	78
6.3 MODELOS BASE – REVIT ARCHITECTURE 2011.....	80
6.4 MODELOS BASE CARREGADO – REVIT STRUCTURE 2011.....	82
6.5 INTERAÇÃO DOS GRUPOS DE SOFTWARE BIM.....	85
6.6 RESULTADOS DO EXPERIMENTO – DESCRIÇÃO DOS FLUXOS.....	90
6.6.1 FLUXO 1.....	90
6.6.2 FLUXO 2.....	92
6.6.3 FLUXO 3.....	93
6.6.4 FLUXO 4.....	95
6.6.5 FLUXO 5.....	96
6.6.6 FLUXO 6.....	98
6.6.7 FLUXO 7.....	100
6.6.8 FLUXO 8.....	102
6.6.9 FLUXO 9.....	103

6.6.10 FLUXO 10.....	106
6.6.11 FLUXO 11.....	109
6.6.12 FLUXO 12.....	111
6.6.13 FLUXO 13.....	112
6.6.14 FLUXO 14.....	114
6.6.15 FLUXO 15.....	116
6.6.16 FLUXO 16.....	117
6.6.17 FLUXO 17.....	118
6.6.18 FLUXO 18.....	121
6.7 RESUMO DOS EXPERIMENTOS E VERIFICAÇÕES GERAIS	124
6.8 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO	126
7 CONCLUSÃO	128
7.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	129
REFERÊNCIAS	130
ANEXOS	136

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da informação nos projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) dentro de um escritório de engenharia se mantém como um crescente instrumento para a rapidez dos processos e da produtividade no gerenciamento de projetos.

O *Computer Aided Design* (CAD) e sua modelagem geométrica orientada aos objetos de AEC estão em uma contínua evolução e é necessário que os sistemas de informações que compõem esses trabalhos suportem os crescimentos tecnológicos (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Os ambientes CAD são comumente encontrados nos mais diversos segmentos da construção civil. Com eles, pode-se projetar de maneira prática, contudo, existem imperfeições em certos setores, causando divergência entre profissionais e assim restringindo a compatibilização.

Muitas ferramentas computacionais se apresentam como solução para a integração dos agentes participantes dos processos construtivos, entretanto, poucas amenizam as dificuldades de colaboração encontradas na troca das informações e a fragmentação na cadeia lógica da atividade (JACOSKI; LAMBERTS, 2004).

O edifício modelado em 3D facilita o entendimento do projeto para todos os envolvidos, acaba reduzindo a possibilidade de erros de execução e auxilia até mesmo na resolução dos problemas de instalação no canteiro de obras (AZUMA et al., 2007).

Para realizar o processo de projeto e execução são necessárias abordagens direcionadas aos métodos de gestão de projetos, bem como a introdução dos conceitos da Engenharia Simultânea (ES) auxiliada pela Tecnologia da Informação (TI). Esse enfoque pode estar presente desde a concepção do produto até a sua conclusão e entrega ao cliente (SILVA JUNIOR, 2009).

Com uma mentalidade industrial se intensificando nos escritórios de AEC, muitas soluções foram estimuladas e as possibilidades de investimentos em novos softwares facilitadores seguiram essa crescente.

Dentro desse processo industrial e visando integrar todos os processos da construção civil, o conceito tecnológico da modelagem *Building Information Modeling* (BIM) vem acompanhando a evolução dos softwares de mercado (SOUZA et al., 2009). O uso e a prática de ferramentas que permitem BIM proporcionam experiências em pesquisar as informações envolvidas nos modelos, perseguindo novos resultados no trabalho de forma significativa (KANER; SACKS et al., 2008).

BIM é tratada como uma maneira de representar uma obra virtual, baseada em um edifício real modelado. Entretanto, para pôr em prática as inovações CAD/BIM com êxito, há a necessidade da melhoria na organização, ferramentas apropriadas, técnicas e métodos de trabalho que suportem o desenvolvimento do trabalho.

Priorizando a interoperabilidade nas informações dos modelos de edificações, é de suma importância a utilização de um padrão entre as tarefas interligadas de projeto. O principal modelo de referência na atualidade é o *Industry Foundation Classes* (IFC) (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

No entanto, a utilização do formato IFC em modelos BIM ainda apresenta perdas na troca de dados e informações, e os resultados obtidos com experimentos ainda são imprecisos. O acesso aos modelos neutros IFC é complicado e as ferramentas mais difundidas no mercado não são de distribuição gratuita, tornando baixa a adesão de novos profissionais e indo na contramão da interoperabilidade adotada pela *International Alliance for Interoperability* (IAI), de acordo com Ayres Filho (2009).

A troca e compartilhamento de informações no modelo IFC em aplicações BIM estão sendo desenvolvidos por diversos fabricantes de softwares. O IFC é aberto e não pertence a um único fornecedor; dessa maneira pode-se dizer que o IFC está aberto ao BIM e o BIM está liberado para os proprietários de empresas que visam utilizá-lo no mercado (BSI, 2010).

Em BIM um projeto deve nascer de forma precisa e mais atenta do que no projeto 3D convencional. O escopo para BIM não permite alterações e inúmeras revisões durante a execução da obra. Muitos especialistas concordam que o trabalho inicial para implementação do BIM será trabalhosa e árdua, mas essa direção é um caminho sem volta, no que se diz respeito ao desempenho adequado das construtoras (PINI, 2011).

Muitas questões permanecem e o caminho para responder algumas delas está apoiado em estudos de projetos, experimentos e soluções de informações, principalmente nos padrões BIM e suas aplicações na engenharia (HOWARD, BJÖRK, 2008).

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

A qualidade do planejamento é a maior dificuldade encontrada na implementação de novos processos na construção civil e a resistência a inovações está distribuída entre os diversos níveis na tomada de decisão (MELHADO, 1994).

De acordo com Azuma et. al. (2007), “BIM e as classes do IFC são resposta à falta de integração das etapas de projeto. Estes visam atender a interoperabilidade de sistemas, na linha da ideia de CADnD e *Computer-Integrated Construction* (CIC)”.

O formato IFC apresenta dificuldades e limitações nos modelos de classes que são gerados automaticamente e não atendem adequadamente as necessidades durante o desenvolvimento das ferramentas que permitam BIM para a construção civil (AYRES FILHO, 2009).

1.2 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo dessa pesquisa é investigar os resultados obtidos pela exportação e importação com modelos de edifícios padrões, elaborados em sistemas CAD/BIM, utilizando plataformas para elaboração de projetos de estruturas disponíveis no mercado que permitam o uso do IFC como arquivo de comunicação entre esses sistemas. E, a partir dos resultados dos experimentos, elaborar um roteiro dos testes em que seja possível ilustrar as limitações dos detalhes incorporados aos modelos BIM, com uso do IFC, e as não conformidades de informações inseridas que deveriam ser repassadas aos elementos de modelagem.

1.3 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Inseridos no objetivo principal estão identificados os objetivos secundários:

- Ilustrar as informações adicionadas aos modelos estruturais, dentro das possibilidades do software utilizado;
- Identificar as informações irrelevantes dentro do processo de interoperabilidade;
- Testar os padrões IFC como estudo;
- Apontar melhores soluções em fluxos de informações com uso de sistemas BIM.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Foram avaliadas justificativas técnicas, econômicas e ambientais, selecionadas na revisão bibliográfica oriundas da linha de pesquisa.

1.4.1 Justificativa Técnica

As exigências de mercado fazem com que os profissionais não trabalhem apenas com a prancheta como elemento da criação de um projeto em seus escritórios (RUSCHEL; FREITAS, 2004). O mercado conduz para que cada vez mais os novos produtos gerados tenham maior complexidade e participem da vida de um projeto na construção (TAVARES JUNIOR, 2001).

O planejamento inadequado gera retrabalhos e pode-se concluir que implementar técnicas de planejamento com sistemas de gestão são fatores de suma importância para diminuir os problemas de produtividade e perda de tempo com processos inadequados (MANZIONE; MELHADO, 2007).

A modelagem em BIM é um exemplar digital movido através de um banco de dados possibilitando reunir informações para várias finalidades, proporcionando maior produtividade (GRESPO; RUSCHEL, 2007).

Essa coordenação de modelagem em BIM assegura que nenhuma informação será perdida durante o processo e os modelos envolvidos serão sempre atualizados e incorporados no banco de dados do software.

Esse conceito reforça a tecnologia no processo da engenharia simultânea (ES) que trabalha buscando ambientes diferentes interagindo para que um produto final tenha uma melhor qualidade, com custo adequado e no prazo estipulado (MUNIZ JUNIOR, 1995 apud FABRÍCIO, 2002).

Para LOBO (2009), uma iniciação integrada nas primeiras etapas de desenvolvimento do projeto, recomenda-se usar a estratégia da Engenharia Simultânea (ES).

A integração dos profissionais e processos envolvidos na AEC sempre foi fundamental para o produto final do mercado imobiliário, essa característica é contraditória a realidade sem colaboração e obsoleta que vemos hoje. A quebra desse paradigma é o objetivo da engenharia simultânea ou projeto simultâneo, segundo (FABRICIO; MELHADO, 2002).

A construção de modelos é decisivo no processo de desenvolvimento de projeto, nesse sentido um conteúdo metodológico para a solução de problemas deve ser adotado para evitar gargalos futuros. Um fator fundamental para o fluxo ideal da metodologia é a construção refinada do modelo de informações (MANZIONE; MELHADO, 2007).

O motivo de não usar a plataforma BIM na área administrativa está relacionado ao cenário das obras, que não permitem o uso de inovações no gerenciamento, mesmo a tecnologia oferecendo oportunidade de aprendizagem (LOBO, 2009).

Com a globalização dos mercados e necessitando de maior praticidade, qualidade e custo; foram geradas ferramentas de estratégia BIM, descritas como sendo novos instrumentos inteligentes e funcionais para haver melhoria no processo de elaboração de projetos.

De acordo com EASTMAN (2009, p. 01):

Os processos BIM fornecem melhores produtos de construção a custos mais baixos para o proprietário. Um número crescente de estudos de caso têm demonstrado os benefícios para os usuários que usaram um modelo de construção para aplicar a tecnologia BIM. Construção de modelos e da tecnologia BIM certamente se tornará o padrão de representação e práticas para a construção no prazo máximo de nossas vidas.

Contudo, muitas empresas utilizam o termo BIM para divulgar seus produtos de mercado, com a intenção de apresentar um diferencial ao público da AEC.

O BIM apresenta um diferenciado estágio de representação da AEC como um produto virtualmente composto de informações reais do ciclo de vida da construção, em que os elementos de projeto são interpretados e descritos pelo sistema computacional.

A modelagem de informação organizada necessita de entendimento organizacional, utilização das ferramentas corretas com técnicas e metodologias que suportem essa evolução de softwares e conhecimento (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Para existir essa colaboração entre sistemas de informações, um modelo neutro de classes é utilizado para a exportação dos dados da obra. O padrão escolhido para o experimento da pesquisa foi o IFC.

O compartilhamento de dados do IFC pode ser usado por diferentes softwares usados na AEC, sua especificação é aberta e desenvolvida por uma empresa sem fins lucrativos. A definição de classes é a base do IFC que contém as propriedades básicas e definição dos elementos de modelagem dinâmica que podem ser utilizadas com sucesso nos softwares BIM.

O IFC ainda é a melhor alternativa para a interoperabilidade dos ambientes e entre aplicações BIM da construção civil (PAZLAR; TURK, 2008 apud AYRES FILHO, 2009).

1.4.2 Justificativa Financeira

Segundo Rodriguez (2005), surge a necessidade de coordenar e compatibilizar projetos durante todo o ciclo de vida da edificação, para evitar índices de desperdício que acontecem durante a perda de elos no processo de gerenciamento.

A falta de compatibilidade somada à falta de organização do banco de dados geram uma perda significativa de tempo, dinheiro e na produtividade nos projetos. O financeiro deve ser levado em consideração para a geração de

qualidade no ambiente de trabalho, dando continuidade aos avanços na busca de soluções efetivas para as etapas do gerenciamento de projeto na construção civil.

1.4.2 Justificativa Ambiental

Muitas vezes o projeto sustentável é desvinculado da interoperabilidade. Entretanto, desenvolver projetos sustentáveis vem se mostrando de grande relevância as análises ambientais. É de suma importância que os simuladores utilizados em sistemas BIM, possam diminuir a quantidade de retrabalho gerado na complementação e recomposição de modelos ambientais (MARTINS, 2011).

1.5 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA

As seguintes dissertações possuem uma mesma linha de pesquisa e foram defendidas no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, como o “Acesso ao Modelo Integrado do Edifício”, de Ayres Filho (2009); a “Análise da Emissão de CO₂ na Fase Pré-Operacional da Construção de Habitações de Interesse Social Através da Utilização de Uma Ferramenta CAD-BIM”, de Marcos (2009); a “A Interoperabilidade entre Sistemas CAD de Projetos de Estruturas de Concreto Armado Baseado em Arquivos IFC”, de Müller (2011); e o “Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações 2D e o Modelo de Informações da Construção (BIM)”, de Witicovski (2011).

Portanto, esta dissertação visa dar continuidade aos importantes estudos já desenvolvidos pelo programa, com foco em modelos BIM e suas aplicações na construção civil.

1.6 UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de análise será o conjunto dos arquivos neutros modelados em softwares arquitetônicos que apresentam em seu escopo a colaboração de dados entre softwares de ambiente (conceito) BIM que englobam a modelagem, análise e simulação do desempenho nos modelos em desenvolvimento existentes no mercado atualmente.

1.7 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação tem como objetivo realizar as verificações de interoperabilidade nos fluxos de informação entre plataformas estruturais e arquitetônicas, apenas em softwares de projetos com a proposta BIM no mercado.

Pretende-se apontar os principais os problemas relacionados à falta de compatibilidade dos sistemas, dificuldade no acesso a banco de dados e perda das informações no processo de exportação e importação dos arquivos IFC.

2 REVISÃO CONCEITUAL

Uma breve revisão dos conceitos básicos se faz necessária para a compreensão das questões que envolvem o BIM e o IFC aplicado na gestão de projetos e serviços da construção civil, principalmente em modelos de estruturais de informação, foco principal deste trabalho acadêmico.

2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Para atender os requisitos de um determinado projeto são necessárias aplicações de técnicas de conhecimento, habilidades e ferramentas em ampla gama de atividades. Com a utilização dessas tarefas rotineiras, procura-se obter um reduzido número de prejuízos e/ou atividades negligenciadas (PMI, 2010).

Para Vargas (2005, p. 276):

O gerenciamento de projetos emprega um conjunto de ferramentas gerenciais que permitem que a empresa desenvolva um conjunto de habilidades, incluindo conhecimento e capacidades individuais, destinados ao controle de eventos não repetitivos, únicos e complexos, dentro de um cenário de tempo, custo e qualidade predeterminantes.

2.2 SISTEMAS COLABORATIVOS

Com a evolução dos sistemas CAD tradicionais, os softwares e as novas tecnologias deixaram de ser apenas programas de desenho e passaram a se

tornar ferramentas de sistemas colaborativos, gerenciando as várias etapas da engenharia (SOARES et al., 2008).

Os sistemas colaborativos são as combinações de várias tecnologias que proporcionam uma interação entre dois ou mais interessados num processo criativo e visa atingir os melhores resultados possíveis dentro de uma solução comum de compartilhamento de conhecimentos (COELHO, 2008; WILKINSON, 2004).

De acordo com Mota e Felipe (2009, p. 01):

O principal objetivo de um Sistema Colaborativo é permitir a comunicação de ideias, compartilhamento de recurso e coordenação de esforços de trabalho. Sua principal meta é permitir o trabalho em conjunto de maneira mais fácil e eficaz, ajudando a colaboração entre os indivíduos envolvidos em um processo, possibilitando que as pessoas envolvidas no projeto tenham uma visão geral do trabalho, permitindo um entendimento compartilhado sobre o andamento das tarefas ou de todo o trabalho.

2.3 INTEROPERABILIDADE

Para Martins (2011), a interoperabilidade é necessária na transferência de dados entre software de projetos e tem origem no verbo interoperar, exatamente a troca de informações entre sistemas.

A interoperabilidade é a capacidade de comunicar os dados do produto através de uma produção de diferentes atividades. É essencial para a produtividade e a competitividade de muitas indústrias porque o projeto eficiente e de produção, exigem a coordenação de muitos participantes e diferentes processos que dependem de uma representação digital do produto (BRUNNERMEIER; MARTIN, 1999).

Para os softwares, a interoperabilidade é a troca de dados integrados entre aplicações, cada qual com sua estrutura. A interoperabilidade é alcançada

através do mapeamento da estrutura dos objetos que participam de um modelo. Qualquer aplicativo pode participar do processo, assim tornando compatível com outro aplicativo do mapeamento (NIBS, 2007).

Para Scheer et al. (2007), interoperabilidade é a possibilidade da transferência integral de informações entre ferramentas de diferentes sistemas ou projetos; essa questão pode ser avaliada, dentro ou fora de um escritório.

A troca de informações entre diferentes modelos de dados, em conjunto ou em forma de sistema, deve ocorrer de maneira que não haja perdas no fluxo das informações e que a mesma não seja prejudicada. Para o ciclo de vida de um modelo, a interoperabilidade busca essas garantias, devendo ser aprimoradas, ampliadas e impostas para os diferentes ambientes, independentemente para o fim que se destina (AYRES FILHO, 2009).

2.4 ENGENHARIA SIMULTÂNEA (ES)

O advento de ferramentas computacionais CAD promoveu uma mudança no paradigma das atividades relacionadas ao escritório de projetos, gerando maior interatividade e velocidade no fluxo de informações com o Projeto ou Engenharia Simultânea (COELHO, 2008; MELHADO, 2001).

Segundo Moeckel (2000, p. 09):

A Engenharia Simultânea é uma abordagem gerencial alternativa, que visa a melhoria das condições de competitividade das empresas através da redução do ciclo de desenvolvimento de novos produtos, Isso é estimulado através da inserção de paralelismo entre etapas do processo. Dessa forma, a interação entre os participantes das equipes possa ser um fator fundamental.

2.5 BIM – BUILDING INFORMATION MODELING

O processo de BIM é revolucionário porque oferece a oportunidade de unir práticas que estão centradas em torno dos seres humanos à habilidade da máquina mais moderna. Outros dizem que a representação não é tão importante quanto o processo de buscar o modelo de informações, pois a legibilidade das informações abre muitas oportunidades para uma maior integração e automação (EASTMAN, 2009).

BIM é na verdade um conjunto dos princípios da modelagem de produto na construção, desenvolvido a partir de 1970.

Segundo Ayres Filho (2009, p. 39):

O termo BIM foi criado pela empresa americana Autodesk em meados dos anos 1990 para promover o seu novo CAD, o Revit. A idéia era reunir em um único conceito (de *marketing*, inclusive) o conjunto de funcionalidades integradas oferecidas pelo novo produto. Em essência, o Revit é um CAD de modelagem de edifícios, assim como ArchiCAD e Allplan já eram mais de dez anos antes. Porém o termo BIM mostrou ter um forte apelo comercial, e logo foi adotado pelas demais fabricantes como estratégia de mercado para divulgar os seus próprios CADs de modelagem de edifícios. Definir BIM como um tipo de *software*, porém, reduz muito o seu significado, que é derivado da longa tradição de utilização do computador como suporte ao projeto, apresentada nos itens anteriores.

A tecnologia BIM quebra os paradigmas do desenho 2D para o modelo 3D de informação, baseado em objetos. A documentação básica dos modelos deixa de ser apenas legível para seres humanos e passa a ter entendimento para as máquinas. O 3D paramétrico facilita a construção de um mundo virtual e sua geometria é definida por regras e parâmetros estabelecidos na concepção do modelo. As informações são embutidas em cada geometria, assim permitindo a troca de informações e a atualização automática de objetos (YEONG et al., 2009).

Para Tse e Wong (2005) apud Crespo e Ruschel (2007), BIM não é apenas um modelo de informação para visualização dos espaços. Seu banco de dados nos permite ampliar suas finalidades e racionalizar os processos da construção. Hoje é comumente chamado de Modelagem da Informação ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual.

Para Eastman (2009), BIM consiste em representar um projeto com a utilização de objetos que carregam sua geometria, relações e atributos. As ferramentas de BIM permitem verificar as diferentes visões de um modelo de informação, desenho de uma produção e outros usos. Os parâmetros e regras dentro de modelo podem variar de acordo com a complexidade nela embutida. Como os desenhos 3D são legíveis para os computadores, muitos erros podem ser antecipados pelo uso das ferramentas BIM e seu uso na construção é superior àqueles projetos apenas em papel.

A adoção de sistemas BIM aponta para a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão na construção civil. A colaboração entre os membros das equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento e construção de um edifício. Nesse contexto, o envolvimento dos profissionais durante as fases de orçamento e concepção de projetos, de planejamento e de construção, mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO, 2008, p. 80).

O BIM vem mostrando vantagens significativas sobre os processos 2D mais utilizados e essa integração dá origem a novas oportunidades para se compreender as possibilidades que são oferecidas no processo colaborativo aplicado no ciclo de vida de uma edificação (NIBS, 2007 apud AYRES FILHO, 2009).

De acordo com Pissarra (2010), a entidade BuildingSMART, integrante do *Internacional Alliance for Interoperability* (IAI) e responsável pelo desenvolvimento do IFC, resume de forma simplificada a expressão para aplicação do BIM, conforme representado na Figura 1.

$$\text{BIM} = \text{IFC} + \text{IFD} + \text{IDM}$$

FIGURA 1 – EXPRESSÃO BIM DE FORMA SIMPLIFICADA
FONTE: PISSARRA (2010)

De acordo com Eastman et. al.(2008, p. 05):

As ferramentas BIM permitem, primeiramente, a colaboração entre os usuários e pode ser aprimorada através de uma melhor compreensão visual do artefato de construção. No entanto, a colaboração é aperfeiçoada se os parceiros puderem compartilhar seus modelos, não só para visualização, mas também para análise direta, edição e desenvolvimento. Para que a colaboração seja plenamente eficaz, os dados trocados e compartilhados devem incluir tanto a forma geométrica de dados e elementos de construção como montagem de dados da propriedade. É necessário abordar a intenção do projeto, fabricação e outros detalhes da produção e a interface entre os sistemas, tais como conexões e repasses. Estas são todas potencialmente disponíveis, com a utilização adequada da tecnologia BIM.

2.5.1 Industry Foundation Classes (IFC)

A Autodesk em 1994 iniciou um consórcio para prestar assessoria no desenvolvimento de um conjunto de classes C++ que teriam como função um suporte de aplicativos integrados. Na coesão do consórcio, doze empresas americanas fundaram a Industry Alliance for Interoperability, renomeada em 1997 para IAI (EASTMAN, 2011).

Criar uma solução para incorporar as diferentes etapas de construção vem sendo assunto desde os anos setenta. Inicialmente os estudos realizados não atendiam as carências da construção civil e apenas na década de noventa conclui-se que a interoperabilidade poderia gerar benefícios ao mercado da AEC. Nesse contexto, a IAI tinha como meta a publicação de um produto neutro para a base de dados da AEC, que atendesse o ciclo de vida da construção (EASTMAN, 2011).

A AEC possui um grande número de aplicações na área de projetos, construção, fabricação e operação. Afim de interoperar essas várias informações, se fez necessária a criação de um padrão único. Em Genebra, a International Standarts Organization (ISO) iniciou um subcomitê para a elaboração de um padrão para dados de exportação de produtos (STEP), identificado como ISO - 10303 (EASTMAN, 2011). A Figura 2 ilustra as ISO responsáveis por definirem os padrões que formam o BIM, enfatizando os modelos Industry Foundation Classes – IFC (dados), Information Delivery Manual – IDM (processos) e International Framewok of Dictionaries – IFD (termos).

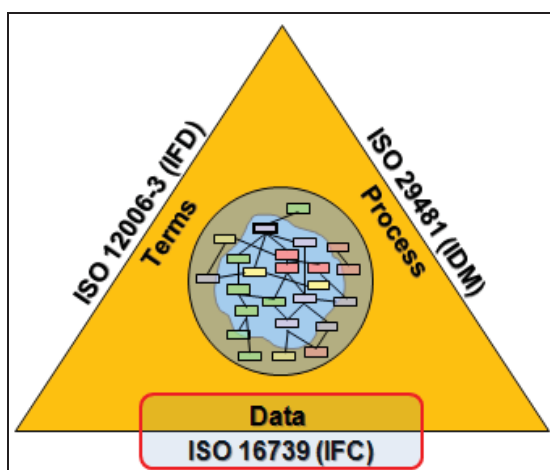


FIGURA 2 – EVOLUÇÃO IFC
 FONTE: BSI, BUILDINGSMART (2011)

No STEP uma das principais linguagens é o EXPRESS, desenvolvida para definir qualquer produto, durante todo seu ciclo de vida (MONTEIRO, 2011; WILSON, 1998). Com o ponto de partida o ISO-STEP e a utilização da linguagem de dados EXPRESS, é lançada a primeira versão do arquivo em 1997, que a IAI intitula de nome IFC, surgindo a versão 1.0.

Atualmente, grande parte de software utiliza uma versão 2x3, (Figura 3), estando em fase de implementação desde 2010 uma versão Final IFC 2X4.

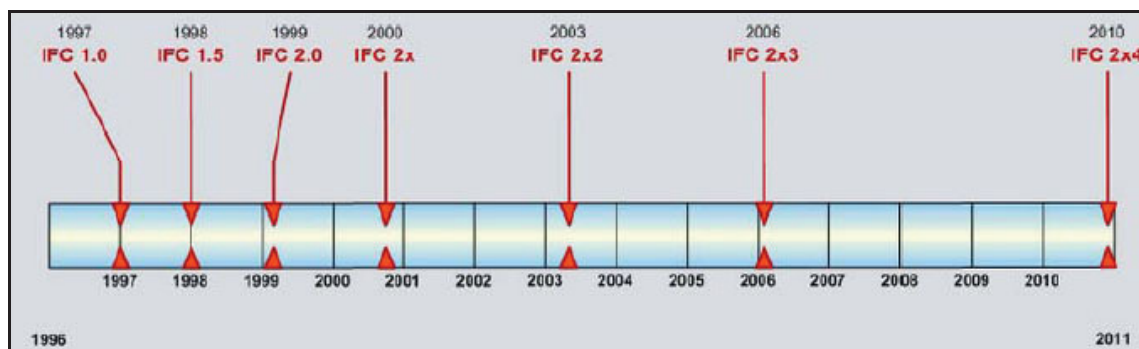


FIGURA 3 – EVOLUÇÃO IFC.
 FONTE: BSI, BUILDINGSMART (2011)

Nos últimos anos, muitas correções foram realizadas na estrutura do IFC dentro do ciclo de vida de 2004-2010. O esquema 2x4 também evoluiu recentemente (Figura 4). Atualmente, em 2012, um modelo final é apresentado pela BuildingSMART como IFC 2X4 RC3 (*Release Candidate 3*).

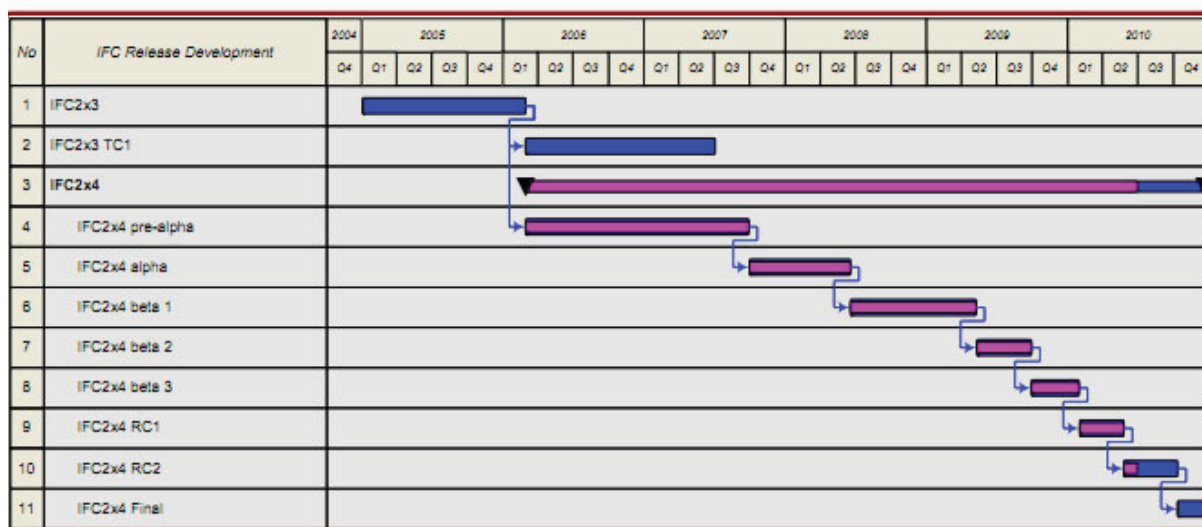


FIGURA 4 – CRONOGRAMA DE CADA VERSÃO IFC
 FONTE: SITE BUILDINGSMART (2011)

Com a introdução do IFC e sua popularização, a intenção da IA1 é orientar a construção com um modelo real, mas representado eletronicamente numa estrutura de dados, a partir de especificações chamadas de classes (NASCIMENTO, 2004).

Os padrões abertos de integração desenvolvidos para os IFC promovem a integração e intercâmbio de informações na construção, mas não se trata apenas de maneira eficiente de verificar essas implantações. É preciso utilizar de uma maneira crítica e perceber as vantagens e desvantagens para sugerir mudanças e/ou correções futuras (FERREIRA, 2007).

A IAI deu passos importantes para a interoperabilidade à construção modelada. Depois de dez anos e muitas atualizações realizadas, o padrão IFC abrange mais de 600 classes e vem sendo uma parte substancial para as informações nos modelos (PAZLAR; TURK, 2008).

Um sistema em que fosse possível integrar os dados do edifício e aplicá-los entre os profissionais da AEC sempre esteve presente a partir do uso do computador como ferramenta de trabalho; entretanto, o desenvolvimento do IFC ainda é limitado aos poucos profissionais que estão envolvidos no processo de aplicação da interoperabilidade, assim diminuindo as vantagens que o processo oferece para a construção civil (AYRES FILHO, 2009).

O IFC é dividido em quatro níveis básicos: domain, interoperability, core e resource. O domain é o nível mais específico e trata das informações descritivas do modelo; o nível de Interoperability permite a troca de informações dentro dos domains; no nível core são descritas informações comuns a todos os domínios; por fim, no nível mais baixo, o resource possui a descrição dos conceitos básicos e independentes, que são usados nos níveis superiores (AYRES FILHO, 2009).

Nascimento (2004), apresenta as classificações em camadas do IFC, exemplificado no Quadro 1.

Camadas	Schemas
Resource Layer	ifcActorResource ifcDateTimeResource (...)
Core Layer	ifcProductExtension ifcControlExtension (...)
Interoperability Layer	ifcSharedBldgServiceElements ifcSharedComponentElements (...)
Domain Layer	ifcArchitectureDomain ifcStructuralElementsDomain (...)

QUADRO 1 – NÍVEIS DO IFC DISTRIBUÍDOS EM CAMADAS

FONTE: NASCIMENTO (2004) e Adaptado pelo autor (2012)

A Figura 5 ilustra um modelo de interação entre as camadas do IFC mais recentemente divulgado pela BuildingSMART, mais ao alto o nível Domain (Domínios), no segundo nível o Interoperability ou também chamado de Shared (Elementos Partilhados), o Core (Núcleo) fica dividido entre Core Extensions e Kernel, e finalmente, o nível mais baixo ilustrado na imagem, o Resource (Recursos), responsável pelas instruções básicas de cada estrutura do IFC (BSI, 2011).

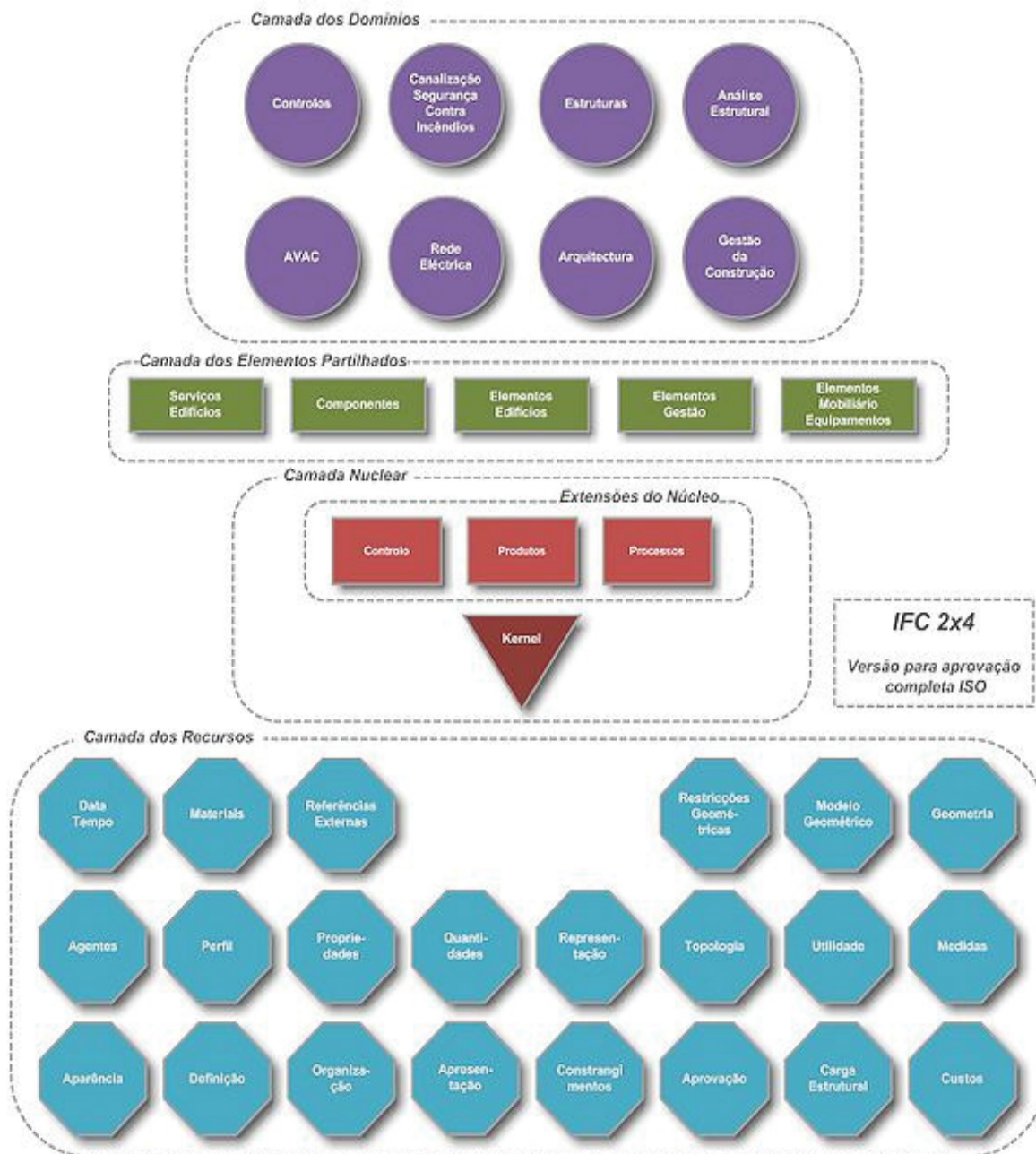


FIGURA 5 – INTERAÇÃO ENTRE AS CAMADAS DO IFC
 FONTE: MONTEIRO (2010)

O arquivo neutro IFC permite uma grande quantidade de abordagens em classes genéricas, com características suficientes para representar e descrever as principais informações dos modelos (AYRES FILHO, 2009).

O desenvolvimento do arquivo neutro IFC está na capacidade dos usuários em gerar melhor as práticas e definir cada aspecto do modelo de projeto, bem como identificar os objetivos e as relações na construção. O IFC tem sido

propagado com o foco direcionado nas instalações e projetos, mas seu escopo é muito mais abrangente, também inclui informações sobre gestão, custos, agendas, tarefas e recursos. Após um cenário implementado dessas estruturas, o gerenciamento de projetos poderá usufruir de um ambiente com funcionalidade e compartilhamento (FROESE, 1999).

A empresa BuildingSMART está sendo responsável pelo desenvolvimento dos modelos abertos IFC. Nesse sentido, a empresa deseja propagar o conceito de OpenBIM, proliferando o desenvolvimento de arquivos realmente abertos no mercado (BSI, 2011).

Uma sequência de dados característicos para um elemento simples pode ser observada na Figura 6.

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('IFC2X3.exp'),2;1);
FILE_NAME('C:\\TeklaStructuresModels\\New model\\vigas.ifc','2010-03-30T11:57:29','(Steel2 macro
version:14.0 Build:402863,25.4.2008)','(Structural Designer)','EXPRESS Data Manager
version:20060804','Tekla Structures 14.0');
FILE_SCHEMA(('IFC2X3'));
ENDSEC;

DATA;
#1= IFCPERSON('DEPRO030','Undefined',,$,$,$,$,$);
#3= IFCORGANIZATION($,'Tekla Corporation',,$,$);
#7= IFCPERSONANDORGANIZATION(#1,#3,$);
#8= IFCAPPLICATION(#3,'14.0','Tekla Structures','Multi material modeling');
#9= IFCSIUNIT(*,.LENGTHUNIT.,.MILLI.,.METRE.);
#10= IFCSIUNIT(*,.AREAUNIT.,$.SQUARE_METRE.);
#11= IFCSIUNIT(*,.VOLUMEUNIT.,$.CUBIC_METRE.);
#12= IFCSIUNIT(*,.PLANEANGLEUNIT.,$.RADIAN.);
#13= IFCSIUNIT(*,.SOLIDANGLEUNIT.,$.STERADIAN.);
#14= IFCSIUNIT(*,.MASSUNIT.,.KILO.,.GRAM.);
#15= IFCSIUNIT(*,.TIMEUNIT.,$.SECOND.);
...

#240= IFCRELASSOCIATESMATERIAL('3o5Um0fZ122v9bG5q4EwwL',#20,$,$,(#192),#53);
ENDSEC;

END-ISO-10303-21;
```

FIGURA 6 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

O uso dos sistemas de informação e o estudo mais aprofundado da modelagem dinâmica deve desenvolver a aplicação do IFC como elemento fundamental no processo de implementação do BIM no cotidiano dos profissionais de AEC.

De acordo com Tse apud Azuma et al. (2007, p. 06):

Os sistemas CAD mais recentes buscam incorporar as IFCs adotando o conceito de BIM (Building Information Modelling) e são chamados Virtual Building, Parametric Modelling ou Model-Based Design. Esses produtos constroem modelos de edificações com objetos paramétricos, como paredes, colunas e janelas e são fundamentados na modelagem baseada em objeto.

2.5.2 International Framework of Dictionaries (IFD)

Para a implementação dos conceitos BIM e seu funcionamento correto, os projetos e profissionais devem dispor de um banco de dados de componentes, padrões e outras informações relevantes para a construção. O IFD permite que isso aconteça, criando catálogos de objetos, reunindo diferentes conjuntos de dados numa visão da construção e de fabricantes de produtos. Um banco de dados único pode ser criado, fornecendo aos participantes do projeto as mesmas especificações de produtos e serviços (BSI, 2011).

Esses bancos de dados dinâmicos permitem que os fabricantes possam divulgar seus produtos, distribuindo as informações contidas em seus modelos e permitindo uma comunicação necessária que deve existir dentro das ferramentas BIM (PISSARRA, 2010).

2.5.3 Information Delivery Manual (IDM)

O IDM representa o manual do usuário e especifica certos tipos de informações que são necessárias para o funcionamento dos processos da construção. Fornece características de um determinado indivíduo (arquiteto, engenheiro, etc) importante para que os resultados desejados sejam obtidos.

Este formato oferece uma troca de informações entre as partes interessadas, levando os procedimentos a uma padronização que desenvolve e documenta as necessidades dos utilizadores (BSI, 2011).

O manual pretende auxiliar a relação entre softwares e os responsáveis pelo andamento na construção. Cada atividade ou informação relevante pode ser integrada no modelo, alimentando e detalhando os processos de criação (workflows). As definições dos modelos terão relação direta com a gestão da comunicação das informações na AEC (PISSARA, 2010).

3 REVISÃO DAS PROPOSTAS BIM DE MERCADO

3.1 SOFTWARE

Os modelos paramétricos da construção ou modelo de informação são modelos gerados a partir de formatos fechados de propriedade privada ou formatos neutros abertos. Para o primeiro caso podemos citar as empresas fabricantes de softwares, já o formato neutro serve para manter as informações numa transmissão de dados (AYRES FILHO, 2009), como é o caso do IFC.

A BuildingSMART apresenta uma certificação do modelo IFC2X3 e as empresas ou fornecedores podem submeter seus softwares a essa aprovação no uso do modelo, Quadro 2. Essa certificação visa impulsionar uma rápida avaliação, implantação e aceitação do IFC para troca de informações em BIM (BSI, 2011).

Empresa	Software	Aplicação	IFC - IN/OUT
Archimen	Active3D	CoordinationView_V2.0 (*)	Import
Autodesk	Autocad Architecture	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
	Revit Architecture	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
Bentley Systems	Bentley Architecture	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
Data Design System	DDS-CAD MEP	CoordinationView_V2.0 BuildingService	Export
NEMETSCHEK Allplan	Allplan	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
NEMETSCHEK North America	Vectorworks	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
Progman	MagicCad	CoordinationView_V2.0 BuildingService	Export
Solibri	Solibri Model Checker	CoordinationView_V2.0 (*)	Import
Tekla	Tekla Structures	CoordinationView_V2.0 Structures	Import & Export

QUADRO 2 – EMPRESAS CERTIFICADAS PELA BUILDINGSMART – IFC2X3
 FONTE: BSI (2011) e Adaptado pelo autor (2012)

3.1.1 ArchiCAD 14

Uma das primeiras ferramentas que chegaram ao mercado disponíveis comercialmente foi o software ArchiCAD da Graphisoft que trazia uma proposta BIM de informação integrada ao modelo (IBRAHIM, KRAWCZYKM, SCHIPPOREIT, 2004).

O ArchiCAD 14 apresenta sua versão mais atual com melhorias para o fluxo de trabalho da arquitetura e da engenharia. O foco de integração BIM e exigência da colaboração de todas as disciplinas são apresentados como ponto central de organização (Figura 7).

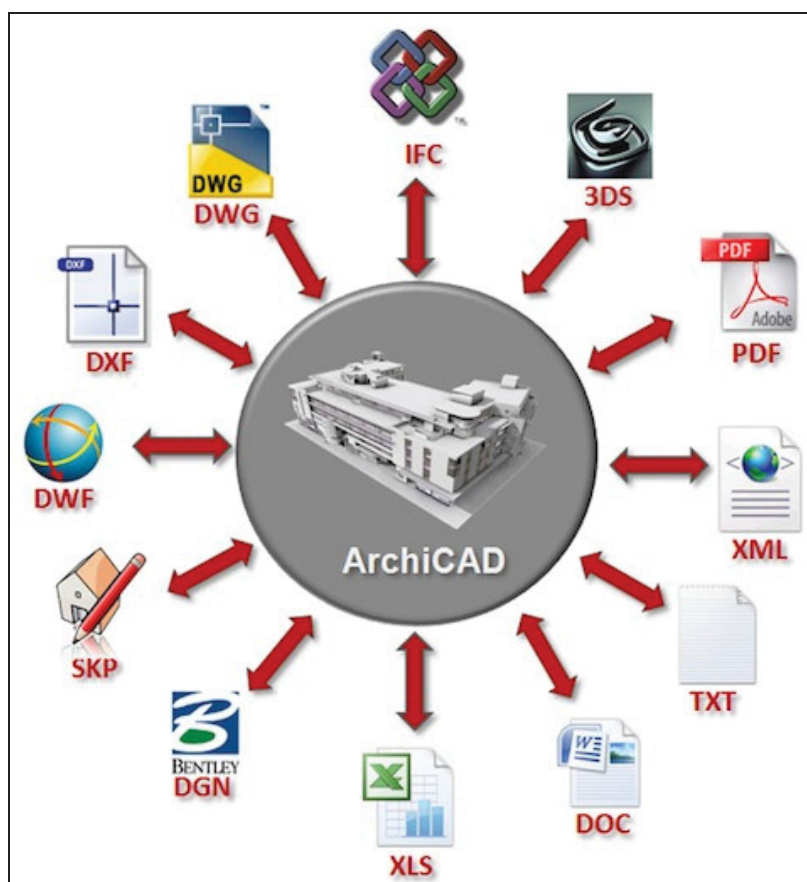


FIGURA 7 – PROPOSTA DE INTERAÇÃO ARCHICAD
FONTE: GRAPHISOFT (2011)

O IFC funciona no fluxo direto das informações e o uso do IFD resulta em projetos mais rápidos e com erros de coordenação significativamente menores. Com a versão mais atual, o ArchiCAD 14 ainda conta com um servidor BIM (Figura 8), visando a otimização na gerência de equipes. Promete resultados mais rápidos no fluxo de trabalho e documentações, com melhor capacidade de comunicação entre clientes e consultores. Para os elementos modelados estruturais de informações é possível inserir características geométricas e níveis de pavimentos (GRAPHISOFT, 2011).

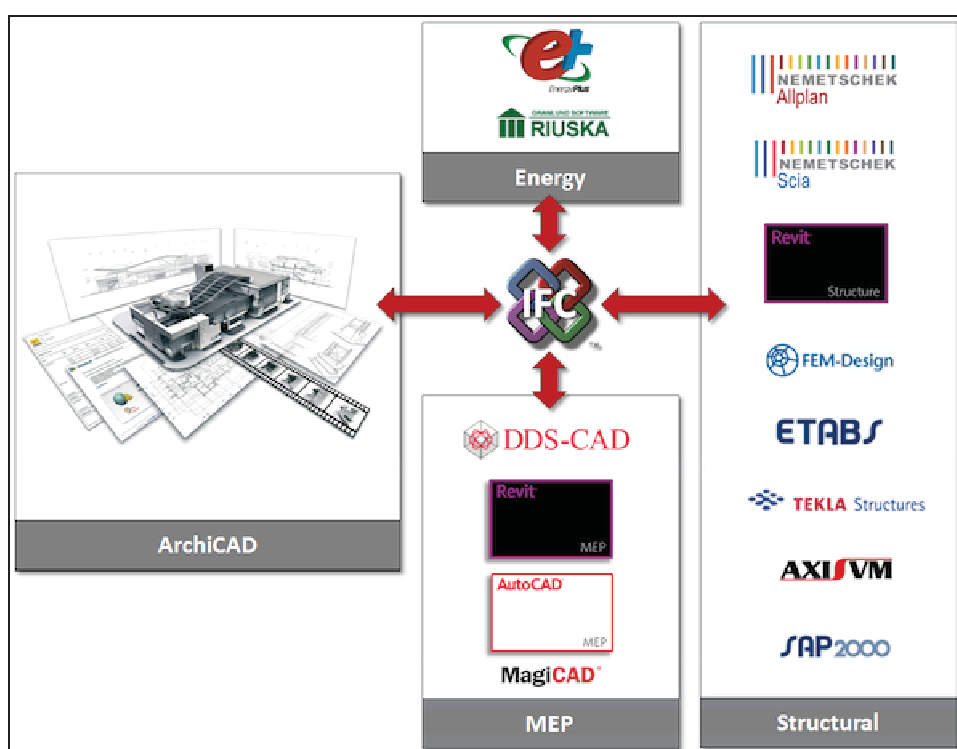


FIGURA 8 – ARCHICAD COM UTILIZAÇÃO IFC
 FONTE: GRAPHISOFT (2011)

3.1.2 Revit Architecture 2011

Projetos mais precisos e de qualidade é a proposta do Autodesk Revit Architecture. O software trabalha num processo que os arquitetos e projetistas

possam pensar mais a respeito da obra, segundo o fabricante. Desenvolvido para a modelagem BIM possibilita a visão ao longo de projetos e sua construção. A empresa enfatiza a concepção de informações para manter as atualizações automáticas e os resultados finais mais confiáveis (AUTODESK, 2011).

3.1.3 Revit Structure 2011

Com a mesma visão do Revit Architecture a empresa Autodesk disponibiliza no mercado seu software de modelagem estrutural, o Revit Structure. Um ambiente para engenheiros de estruturas metálicas, madeira ou concreto; podendo importar os arquivos realizados no Revit Architecture, para a realização de verificações mais precisas nos modelos de informação.

O software oferece entre outras ferramentas: detalhamento das características estruturais, documentação da construção, distribuição de cargas, identificação de materiais, resistência à compressão, associação bidirecional entre modelos e vistas. O IFC é apresentado como recurso e com todas as extensões de propriedade (AUTODESK, 2011).

3.1.4 Tekla Structures 16

O software Tekla Structures da empresa finlandesa Tekla, propõe uma utilização especializada nas suas funcionalidades para atender os conceitos BIM. O Tekla permite a concepção estrutural, independente de material ou complexidade, além de cobrir todos os processos até a fabricação, montagem e gestão da construção (TEKLA, 2011).

Tekla Structures atende a todos os sistemas estruturais, tais como; estruturas metálicas, pré-moldados de concreto, concreto moldado 'in loco' e estruturas de madeira.

Com sua interface de interoperabilidade, o Tekla pode ser usado como plataforma de desenvolvimento de projetos, bem como uma ferramenta para complementações de outros softwares. O IFC tem suporte para importação e exportação em seu ambiente, além de apresentar uma grande lista de ferramentas e outras opções de formatos de arquivos.

Dentro da nova versão 16 do Tekla é possível verificar melhorias para trabalhar com o formato IFC, permitindo exportações diretas de interoperabilidade IFC com: Revit Architecture ou ArchiCAD (TEKLA, 2011). Esse retorno do projeto estrutural ao arquitetônico, pode efetivamente evitar problemas de incompatibilidade de projetos e posterior prejuízos na construção.

A Figura 9 ilustra as ferramentas de edição e definição dos elementos estruturais no software Tekla Structures, sua modelagem pode ser realizada no ambiente do próprio software ou vir de um arquivo criado num outro sistema.

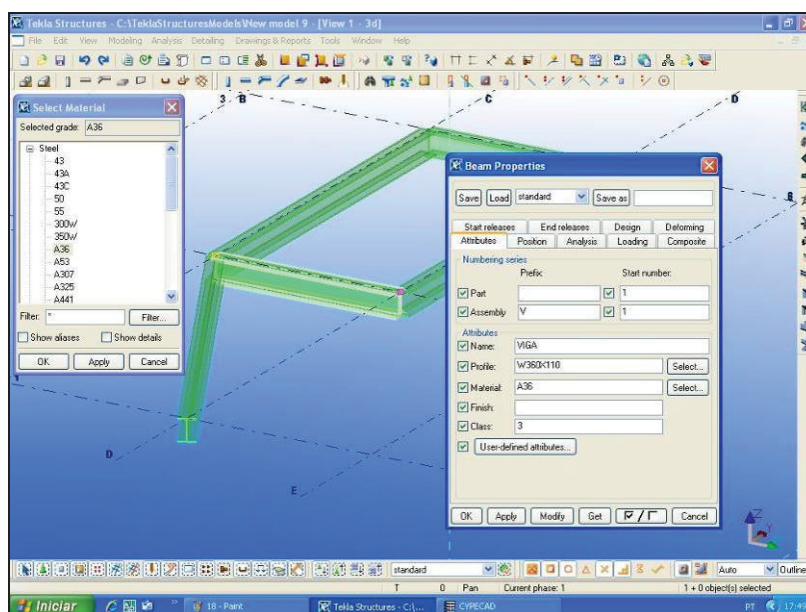


FIGURA 9 – TEKLA STRUCTURES E SUAS FERRAMENTAS DE INTEROPERABILIDADE
FONTE: O autor (2012)

O Tekla BIMSight, uma das ferramentas do Tekla Structures pode ser utilizado para organizar os processos construtivos desde a criação dos componentes no escritório de AEC até a sua fabricação e instalação no local da obra (Figuras 10 e 11).

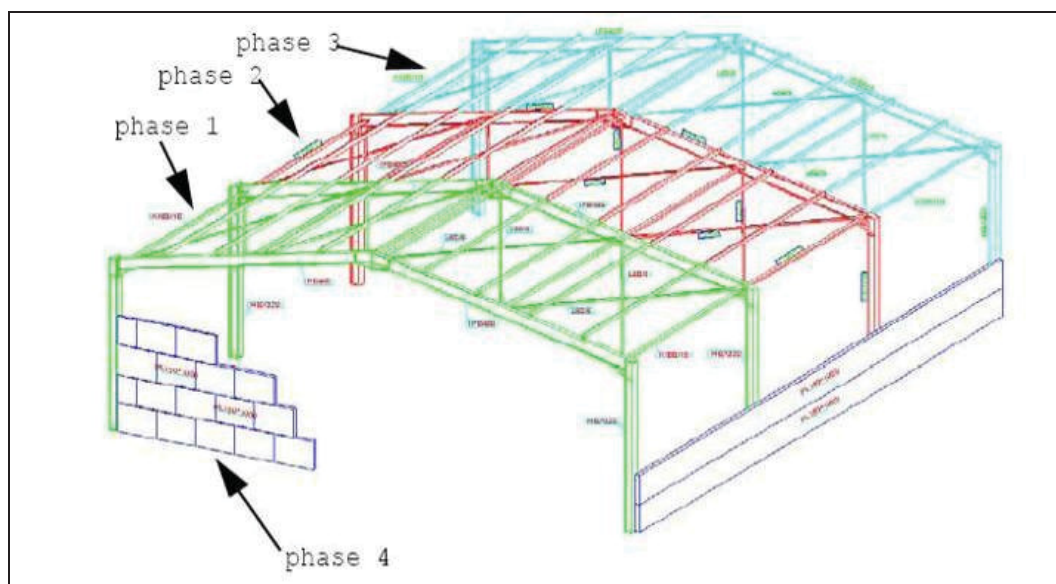


FIGURA 10 – INSERÇÃO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO, AMBIENTE TEKLA
FONTE: O autor (2012)

Servir como ferramenta de gerenciamento organizado e colaborativo de banco de dados é um dos escopos do Tekla que apresenta uma interface de modelagem semelhante à maioria dos softwares, mas ainda é pouco utilizada no mercado nacional, bem como sua proposta BIM no projeto de estruturas metálicas e de concreto.

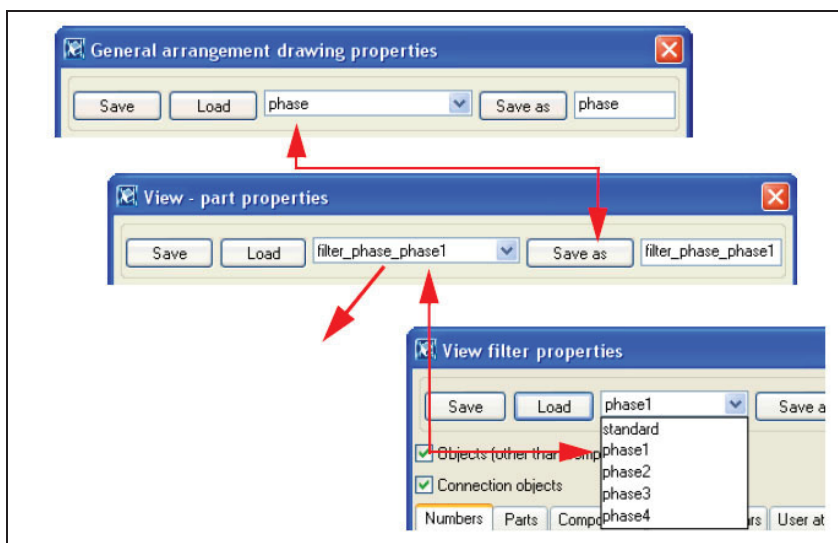


FIGURA 11 – ELEMENTOS CONSTRUTIVOS ARRANJADOS POR FASES DE CONSTRUÇÃO
 FONTE: O autor (2012)

3.1.5 CAD/TQS V16

O CAD/TQS da TQS Informática Ltda, a partir da sua versão 14.0 passou a utilizar um aplicativo orientado para o Autodesk Revit Structure que permite transferência bidirecional limitada de modelos estruturais entre o Revit Structure e CAD/TQS¹.

Para utilizar uma transferência de dados ilimitada unidirecional foi desenvolvido um modelo adotado por quase todos os softwares de sistema proposto BIM. O formato IFC utilizado foi adaptado para o padrão IFC2X3. (CADTQS, 2010)

Os modelos gerados no CAD/TQS, como o apresentado na figura 12, poderão ser exportados para o Revit ou compartilhado com outros sistemas BIM no mercado, segundo a TQS.

¹ Disponível em: < <http://www.tqs.com.br/noticias/989-plugin-revit-2012-32-e-64-bits>>

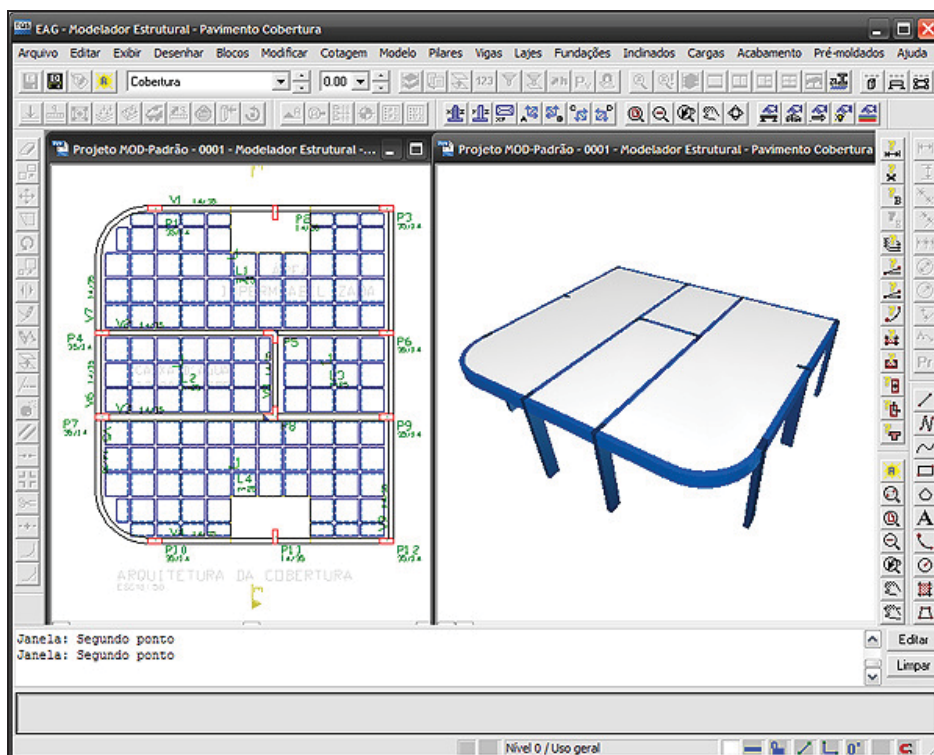


FIGURA 12 – AMBIENTE DE MODELAGEM DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO CAD/TQS
 FONTE: O autor (2012)

3.1.6 Cypecad 2010

O Cypecad é representado no Brasil pela empresa Multiplus e apresentou ferramentas de fácil entrada de dados, sendo um software que possibilita rapidez para na modelagem de elementos estruturais. Permite trabalhar com uma ampla gama de elementos estruturais e possui integração com softwares CAD, utilizando ferramentas de alteração automática das plantas bases dos pavimentos. Mesmo sendo desenvolvido por uma empresa portuguesa, possui um banco de normas de outros países, inclusive para o Brasil; como a NBR 6118/2003 (Concreto Armado) e NBR 6123/1988 (Ventos em Edificações), entre outras.

Suas últimas versões ainda possuem um modelo de exportação para o ambiente Tekla Structures, com a proposta de não perder as informações

inseridas anteriormente e permitindo um acesso as particularidades do modelo realizado no ambiente Cypecad.

A partir da sua versão 2009, um dos recursos propostos pela empresa como melhoria foi intitulado de “Tecnologia BIM através de Arquivos IFC”. Essa abordagem consiste em orientar os usuários na importação de arquivos IFC gerados em softwares com tecnologia BIM e usufruir dos benefícios do lançamento automático de obras. Dentro do ambiente Cypecad existem outros aplicativos de orçamento e gerenciamento integrados (MULTIPLUS, 2011).

O Cypecad possui uma ferramenta de exportação da modelagem realizada na sua interface para outro ambiente de projetos quando o modelo é realizado em concreto armado ou estrutura metálica, como na Figura 13; essa opção permite a exportação direta para o Tekla Structures, sem o uso do IFC.

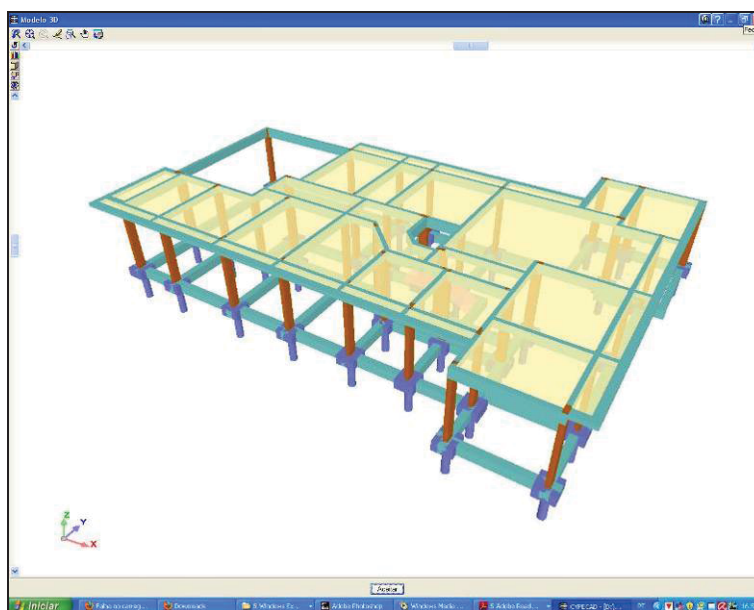


FIGURA 13 – CYPECAD ILUSTRANDO UMA EDIFICAÇÃO MODELADA EM 3D
FONTE: O autor (2012)

Na Figura 14, o Cypecad apresenta a opção da entrada de dados no formato IFC que pode interagir com modelos gerados nos softwares BIM de projetos arquitetônicos ou estruturais no mercado. No entanto, a qualidade e o volume de informações poderão ser quantificados futuramente nos experimentos de pesquisa com modelos de teste.

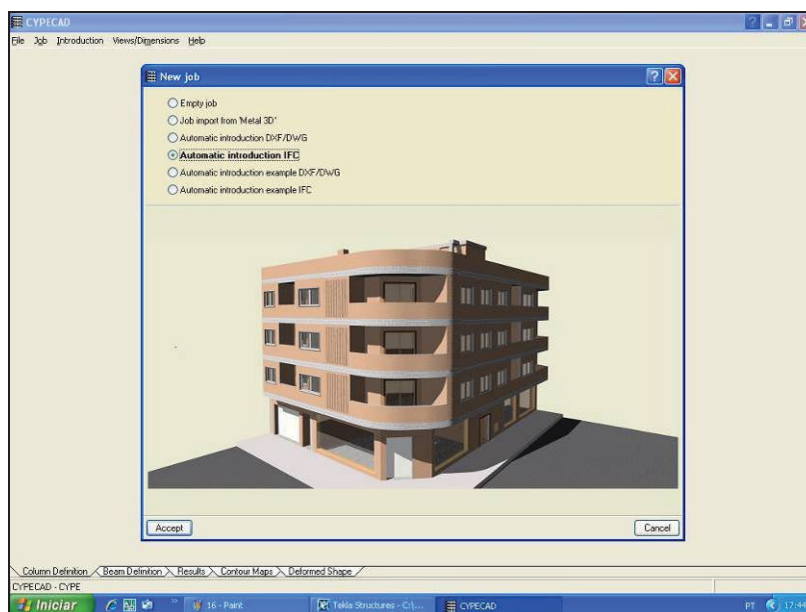


FIGURA 14 – ENTRADA DE DADOS IFC OU DXF/DWG NO CYPECAD
FONTE: O autor (2012)

3.1.7 Solibri Model Checker

Dentro das propostas de análise de modelos de informação, o Solibri Model Checker apresenta uma ferramenta de fácil utilização em que é possível identificar modelos criados em outros ambientes BIM que trabalham com a criação de arquivos IFC (Figura 15).

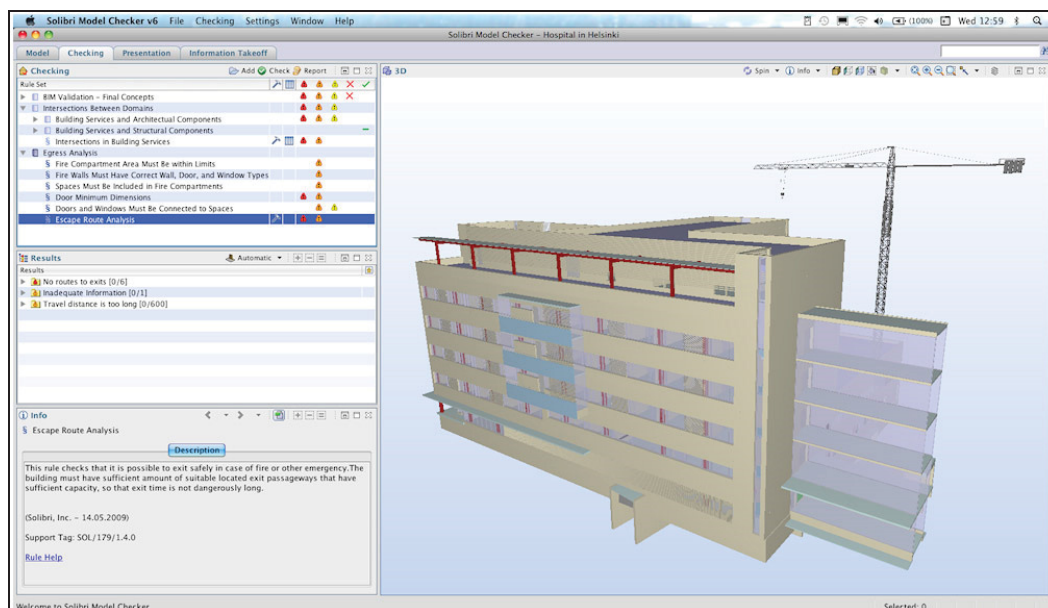


FIGURA 15 – AMBIENTE SOLIBRI MODEL CHECKER
FONTE: O autor (2012)

No seu escopo é destacada a inserção de informações do ciclo de vida do edifício, antecipação de potenciais falhas existentes na concepção, fraquezas no projeto e conflitantes que possam existir no modelo de informação. A Figura 15 ilustra o ambiente de trabalho do Solibri Model Checker.

3.1.8 Nemetschek IfcViewer

Para a visualização de modelos de informação e checagem das instruções inseridas ao modelo, o Nemetschek IfcViewer é uma ferramenta livre que funciona na importação (e visualização) de arquivos IFC (Figura 16).

De acordo com a empresa fabricante VectorWorks, o software permite auxiliar a planejamento aos membros do projeto, exibindo plantas 2D/3D, além de fornecer informações dos elementos no modelo de informação, relevando a estrutura topológica da edificação.

O ambiente do Nemetschek IfcViewer ainda permite expandir alguns conceitos do BIM, exportando os arquivos IFC em outros formatos usualmente conhecidos na realidade virtual, como é caso do VRML.

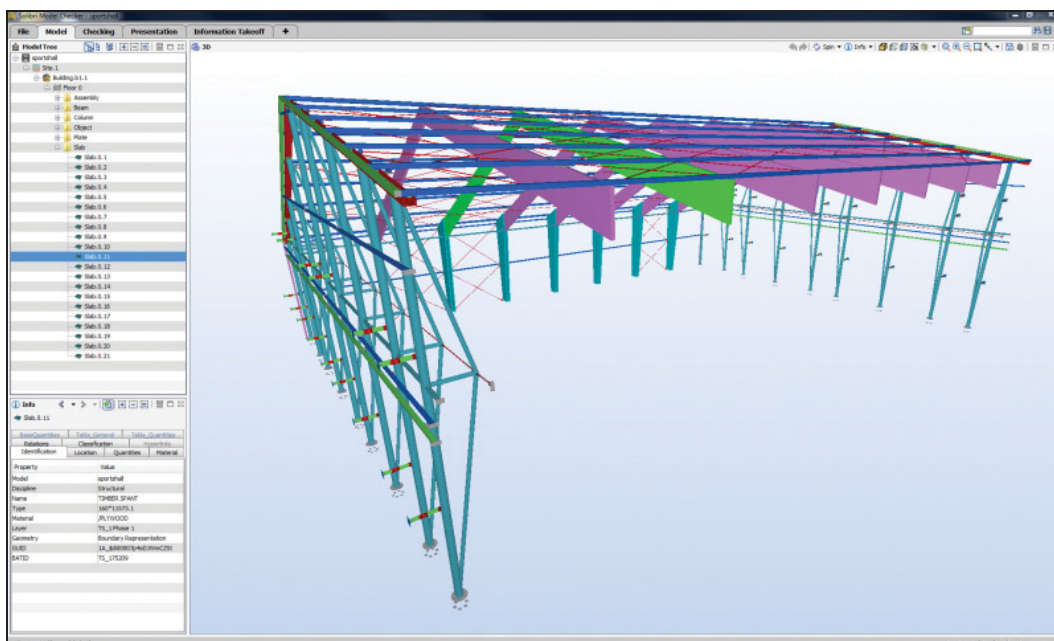


FIGURA 16 – AMBIENTE NEMETSCHKEK IFCVIEWER
 FONTE: O autor (2012)

3.1.9 Vico Software

Na ampliação dos conceitos BIM alguns fabricantes se propõem a distribuir ferramentas para evoluir as informações inseridas no 3D, como é o caso da Vico Software. O grupo de software ofertado pela empresa visa maximizar a eficiência dos processos integrados na construção civil.

Com relação às dimensões do modelo de informação, esse escopo é difundido principalmente na questão do 4D na calendarização dos processos e o 5D no plano de custo do empreendimento. Em termos mais práticos, seria uma implementação do cronograma físico e financeiro no modelo de informação IFC. A

Figura 17 apresenta uma ilustração de um dos componentes das famílias Vico Software.

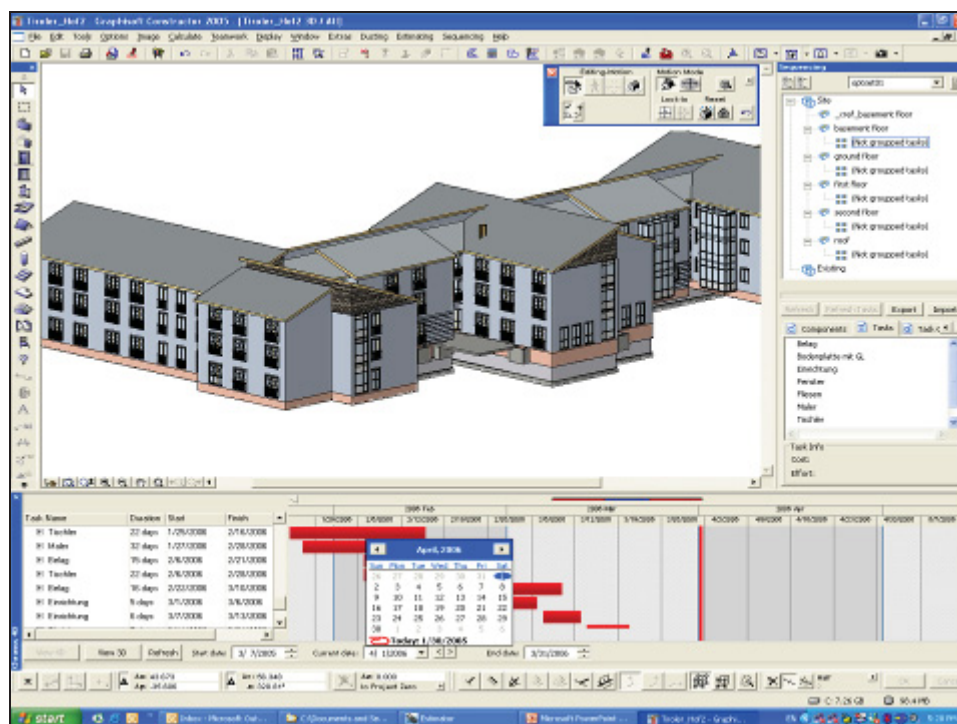


FIGURA 17 – AMBIENTE DA FAMÍLIA VICO SOFTWARE
 FONTE: O autor (2012)

A empresa disponibiliza alguns de seus programas para uso demonstrativo, e assim, foi possível perceber algumas particularidades em suas metodologias de uso. A utilização do IFC não está disponível em todos os programas da família, os programas se comunicam com arquivos próprios e ainda não há prevista uma saída de dados em IFC, mantendo assim as características do BIM/IFC de livre acesso às informações inseridas nos modelos de trabalho.

3.2 CONCLUSÃO CAPÍTULO

Dentre essa gama de opções nas propostas BIM de mercado e escopo arquitetônico e estrutural, alguns programas e/ou plataformas de determinados

fabricantes apresentam uma maior clareza, visão pontual em um caso específico de projeto complementar, proposta de 4D/5D, desenvolvimento maior ou menor das características BIM, e oportunidade de interoperabilidade com uso livre IFC, o que será foco dos estudos no decorrer deste trabalho.

4 REVISÃO DOS TESTES DE INTEROPERABILIDADE NA LITERATURA ATUAL

4.1 MODELOS ARQUITETÔNICOS / ESTRUTURAIS

A avaliação dos testes realizados na literatura se torna indispensável na questão de elucidar e demonstrar a evolução que vem sendo identificada nos experimentos que envolvem interoperabilidade com IFC entre os modelos de informação de contenham componentes arquitetônicos e/ou estruturais.

Desde a idealização desse trabalho alguns estudos foram encontrados na busca por informações e referências mais antigas. As ferramentas pouco se diferem do que é conhecido de proposta BIM atualmente, apenas se tratando de versões mais antigas e utilizando em suas plataformas o IFC2X3, sem se tratar de suas correções mais atuais.




Na busca pelo tema evolução da conformidade entre sistemas, foram encontradas pesquisas de interoperabilidade realizadas por Pazlar e Turk (2008), Jeong et al. (2009), Andrade e Ruschel (2009) e Muller (2011).

Os tópicos a seguir tratam de forma sucinta os resultados obtidos para os experimentos, bem como as ferramentas utilizadas no processo.

4.2 PAZLAR E TURK (2008)

Pazlar e Turk (2008) realizaram testes de interoperabilidade verificando os dados de geometria na exportação a partir de softwares para modelagem em arquitetura e utilizando o modelo IFC.

Os experimentos confirmaram as expectativas e os modelos não funcionaram da maneira esperada, com os exemplos apresentando muitos casos de distorção das informações inseridas nos modelos ou perda dos atributos. Os autores concluíram que no futuro mais esforços devem ser realizados para desenvolver o IFC. A Figura 18 apresenta o quadro informativo do estudo realizado pelos autores.

			
Company	Autodesk	Nemetschek	Graphisoft
Software	Architectural Desktop 2005	AllPlan Architecture 2005	ArchiCAD 9
Abbreviation	ADT	ALL	ARC
Native format	dwg	ndw*	pln
IFC compatibility	IFC2x Add1(Inopso interface)	IFC2x Add1	IFC2x Add1
IFC interface release	2.0.4.8	/	45041
Approx. number of reg. users	500.000**	160.000**	100.000**
Compatibility	Windows 2000, XP	Win XP, Linux SUSE, Novell	Windows XP, Macintosh
Min. processor, RAM, HDD	P4, 1.7 GHz, 1024 MB, 1.3GB	P3, 1.4 GHz, 256 MB, 1GB	P4, 512MB, 1GB
Price (Slovenia, tax included)	5600 EUR***	4500 EUR	3935 EUR

* Allplan has its own data management system, ndw format presents alternative.
 ** [Dayal, 2004]
 *** Inopso IFC interface not included, registered price 425EUR (tax not included).

FIGURA 18 – QUADRO DE TESTE IFC EM PROGRAMAS DE ARQUITURA
 FONTE: PAZLAR E TURK (2008)

- ✓ Softwares utilizados nos experimentos de Pazlar e Turk (2008): Autodesk Architectural Desktop 2005, Nemetschek AllPlan Architecture 2005 e Graphisoft ArchiCAD 9.

4.3 JEONG ET AL. (2009)

Para Jeong et al. (2009), a intenção era realizar um teste de *benchmarking* em interoperabilidade usando o formato de intercâmbio IFC, Figura 19. O foco do experimento foi o concreto pré-moldado utilizado na fachada de modelos arquitetônicos (Figura 20).

No experimento foi testado um modelo de características complexas na concepção e a construção incorporou ferramentas BIM de modelagem de informação. Para os autores, os resultados apresentaram várias limitações, tanto na geometria como nas informações atribuídas.

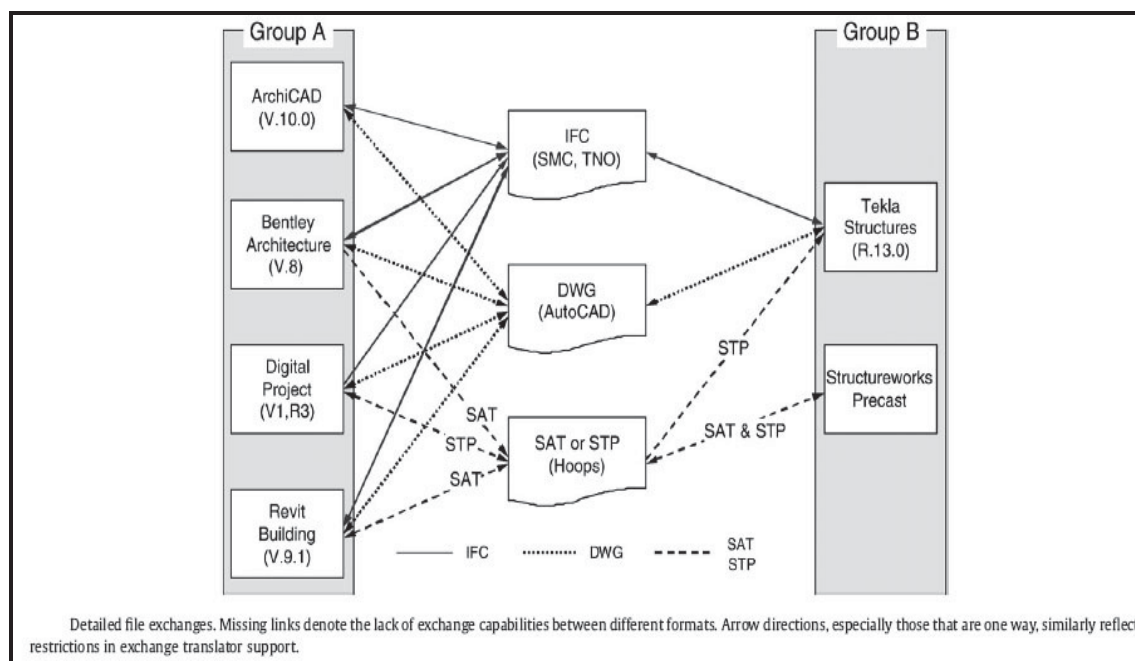


FIGURA 19 – TESTE DE INTEROPERABILIDADE ENTRE GRUPOS
 FONTE: JEONG et al. (2009).

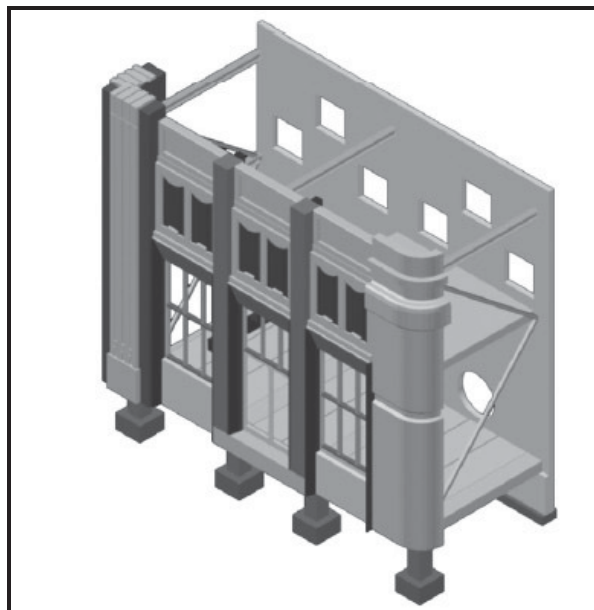


FIGURA 20 – TESTE DE INTEROPERABILIDADE
ENTRE GRUPOS
FONTE: JEONG et al. (2009)

- ✓ Softwares utilizados nos experimentos de Jeong et al. (2009): Graphisoft ArchiCAD 10, Bentley Architecture 8, Digital Project V1R3, Autodesk Revit Building 9.1, Tekla Structures 13 e Structureworks Precast.

4.4 ANDRADE E RUSCHEL (2009)

Andrade e Ruschel (2009) comprovaram problemas de interoperabilidade utilizando dois softwares de projetos arquitetônicos e visualizadores IFC. Foram observadas perdas na geometria dos elementos e comprometimento das informações características de alguns componentes utilizados no experimento.

- ✓ Softwares utilizados nos experimentos de Andrade e Ruschel (2009): Graphisoft ArchiCAD 11, Autodesk Revit Architecture 2008, IFC Engine Viewer e Nemetschek IFC Viewer.

4.5 MÜLLER (2011)

Müller (2011) testou a interoperabilidade entre um software de modelagem BIM de informação com outro de cálculo e dimensionamento. A Figura 21 ilustra o sistema de interação de dados. O arquivo de intercâmbio utilizado nos testes com modelos foi o IFC. Nos seus resultados foram observados erros de importação e/ou exportação. Muitos objetos do experimento perderam as informações de modelagem e, em outras situações, as características geométricas dos elementos estruturais.

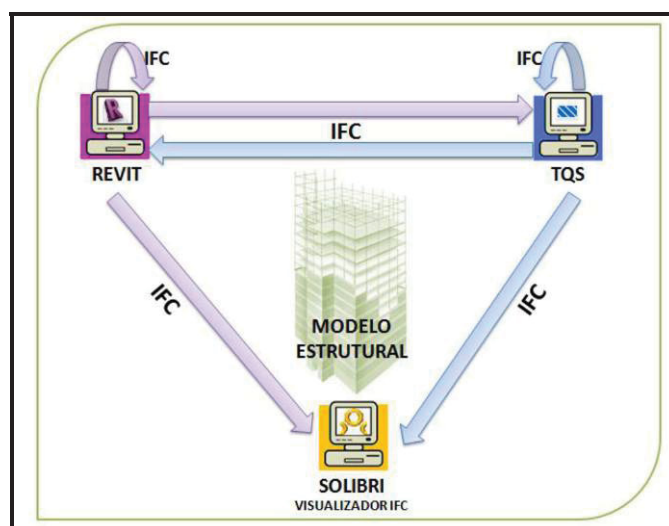


FIGURA 21 – INTEROPERABILIDADE COM O USO DE IFC EM MODELOS ESTRUTURAIIS
FONTE: MULLER (2011)

- ✓ Softwares utilizados nos experimentos de Müller (2011): Autodesk Revit Structure, CAD/TQS e Solibri Model Viewer.

4.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Os testes de interoperabilidade realizados pela literatura consultada tiveram relevância no trabalho aqui apresentado, pois permitiram traçar várias diretrizes importantes e pontos de melhorias a serem observados.

É importante salientar que, com o passar dos anos, com estudos mais aprofundados do IFC e suas expansões, existe uma melhoria significativa nos resultados e esta parece ser uma tendência para o futuro nesse pequeno, mas fundamental e atual componente do BIM.

5 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

5.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA/EXPERIMENTO

Para o experimento de simulação, o formato escolhido para a exportação de dados será o IFC, que apresenta um suporte neutro de informações. Durante o processo da verificação de colaboração entre os programas será possível analisar o processo de edição do banco de dados e as definições dos materiais que poderão ser perdidas durante a exportação de dados.

5.2 TESTES DE VALIDADE

Um projeto de pesquisa constitui a lógica que une os dados a serem coletados às questões iniciais de um estudo. É importante saber se será um caso único ou casos múltiplos, além de quatro aspectos que demonstram a qualidade da pesquisa: validade do constructo, validade interna, validade externa e confiabilidade.

O experimento será dito confiável desde que sejam atendidos os critérios de confiabilidade e validade. A confiabilidade está direcionada na habilidade de promover o mesmo evento, repetidas vezes sob as mesmas condições. A validade é a habilidade de medir as reais propriedades.

Quando a base do conhecimento existente for insuficiente, a literatura disponível não fornecer nenhuma estrutura ou hipótese conceitual digna de nota, ou seja, não se prestar ao desenvolvimento de boas proposições teóricas, é provável que qualquer novo estudo empírico se caracterize como exploratório.

Para esse caso, a pesquisa deve ser precedida por informações sobre: o que será explorado, o propósito da exploração, os critérios por meio dos quais se julgará a exploração como bem sucedida (YIN, 2001).

5.3 VALIDADE INTERNA E EXTERNA

Para Miles e Huberman (1987) a exposição das conclusões de dados qualitativos (displays) e tabelas/sumários são as mais usuais estratégias de validar um experimento. Entretanto, existem outras táticas utilizadas.

Para comprovar a veracidade numa investigação baseada nos dados qualitativos é necessário atender os critérios da validade interna e externa.

Quatro fatores são considerados (ROBSON, 1993):

- Credibilidade: relacionada à validade interna. Envolvimento prolongado, observação persistente, triangulação, exposição da análise para colegas ou especialistas, análise de casos negativos e verificação dos membros;
- Transferibilidade: relacionada à generalização ou validade externa. A possibilidade dos possíveis julgamentos serem transferidos;
- Dependabilidade: clareza, sistemático, seguro;
- Confirmabilidade: condução da investigação.

Nos experimentos de interoperabilidade, a validação se dará internamente pelo apanhado de informações no protocolo de coleta de dados, pela catalogação dos dados intrínsecos de cada elemento estrutural devidamente caracterizado e externamente pelos sistemas de uso CAD/BIM abordados no estudo.

5.4 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

Etapas para a coleta de dados do experimento:

- 1) Preparação dos modelos de dados nos softwares BIM arquitetônicos de referência: edificações em alvenaria e concreto armado, estruturas metálicas e ambientes mistos;

- 2) Documentação do processo de modelagem, com o tempo de construção do modelo e qualquer dificuldade encontrada;
- 3) Verificação das entradas de dados dos modelos nos softwares de proposta BIM e apontamento das eficiências das classes na saída do processo;
- 4) Realização da transferência de dados entre os programas de projeto estrutural e comprovação da compatibilidade entre os processos;
- 5) Após importar cada arquivo de classe, verificação se o modelo exportado foi preciso e teste de suas características no processo;
- 6) Documentação de cada tipo de objeto e suas referências estruturais de composição na modelagem arquitetônica;
- 7) Identificação dos problemas encontrados nos objetos de exportação, verificação se o arquivo importado foi editado, se era incompleto ou se alguma geometria deverá ser recriada;
- 8) Conclusões observadas durante o experimento de continuidade de informação e sugestões para simulações futuras.

Segundo Kerling e Taylor (1973, p. 01), um experimento é "um tipo de pesquisa científica no qual o pesquisador manipula e controla uma ou mais variáveis independentes e observa a variação nas variáveis dependentes concomitantemente à manipulação das variáveis independentes".

O propósito de manipular e medir as variáveis no experimento é captar causalidade (relação entre causa e efeito). As variáveis independentes são responsáveis pelas possíveis causas, e as variáveis dependentes sinalizam os efeitos. Duas variáveis podem ter altíssima correlação, mas não necessariamente uma ser causa da outra.

Há três condições para que seja admitida a causalidade (AAKER, KUMAR, DAY, 2001):

- Variação concomitante – evidência de que existe uma forte associação entre uma ação e um efeito observado;
- Ordem de ocorrência das variáveis no tempo – evidência de que a ação precede (e/ou ocorre simultaneamente) ao efeito;

- Eliminação de outros fatores – evidência de que não há outra explicação para a relação.

No presente trabalho, os principais itens a serem observados no protocolo de coleta de dados são:

- Verificação de quais informações foram atribuídas aos modelos desde sua criação em software BIM de arquitetura;
- Utilização dos modelos definidos nos softwares estruturais e catalogação dos critérios de entrada de dados e compatibilidade entre os sistemas, verificando a eficácia das importações IFC que foram descritas como colaborativas pelos fabricantes;
- Identificação da eficácia dos bancos de dados apresentados na gestão de informação dos modelos nos programas e apontamento, caso existam; falha de comunicação na transmissão de informações durante o processo exportação entre softwares;
- Estabelecer um processo de troca e verificação de resultados entre os sistemas estruturais, descrevendo as maiores dificuldades apresentadas nos sistemas estruturais.

5.5 DESCRIÇÃO DO MÉTODO APLICADO NO ESTUDO

Na elaboração de um método para realização de um experimento, se faz necessária a descrição de todas as etapas componentes do processo, desde as início das etapas mais simples, até como analisar os resultados obtidos após aplicação dos experimentos de interoperabilidade entre os sistemas de proposta BIM com uso do IFC.

As etapas do método estão descritas abaixo:

- 1) Identificação dos sistemas em que se possa projetar na construção civil com a implantação do BIM e uso do arquivo base IFC na comunicação de informação entre programas.
- 2) Adequação em grupos semelhantes de software para que se possa estabelecer um nível de igualdade entre os modelos em que seja possível inserir o maior número de informações de caráter estrutural.
- 3) Elaboração de um modelo de estrutura em concreto ideal em que se tenha como catalogar todas as informações inseridas em cada elemento estrutural do modelo.
- 4) Catalogação das informações inseridas em cada elemento estrutural para cada software de arquitetura.
- 5) Exportação dos modelos em IFC para análise e validação em ambientes dos checkers e visualizadores.
- 6) Verificação dos modelos-padrão com o grupo de lançamento de carga nas estruturas.
- 7) Implementação das ferramentas do software, no sentido de ampliar o arquivo IFC para retorno ao ambiente arquitetônico.
- 8) Retorno ao software de concepção arquitetônica, com as novas definições e dimensões adotadas no dimensionamento estrutural, com o uso do IFC como arquivo de importação e exportação.

5.6 MÉTODO DA ANÁLISE DE DADOS

Todos os tipos de exposições sempre envolvem estratégias gerais de análise e uma pesquisa sistemática para descobrir o significado dos dados. São discutidas táticas específicas para desenhar significados de dados que possuam uma configuração particular em cada exposição (MILES E HUBERMAN, 1987).

Essas táticas estão arranjadas das descritivas para as exploratórias, e das mais concretas para as mais conceituais e abstratas, são elas:

- Contagem: baseia-se numa descrição e transformação em números daquilo que foi observado. Apresenta o número de vezes que um fenômeno ocorre, número de pessoas que participaram da pesquisa, número de variáveis envolvidas, porcentagens das mesmas;
- Notando as associações de temas: descobrir evidências entre temas, causas/ explicações, relações interpessoais, construções teóricas;
- Verificar plausibilidade: verificar se as conclusões demonstram um sentido, algo que indique sua veracidade;
- Agrupamento: delimitar classes, grupos, categorias, aplicando em vários níveis de eventos como atores, atos, processos, locais, casos, entre outros;
- Dividindo variáveis: comuns quando esquemas de codificação são elaborados, separando as variáveis para melhor entendê-las;
- Adicionando particularidades em fator geral: atividade teórica e conceitual, geralmente intuitiva, que corresponde a muitos dos tipos de associações de código;
- Notando relações entre as variáveis: ver o que ocorre com B quando A muda e vice-versa;
- Encontrando variáveis intervenientes: descobrir o que ocorre quando se modifica a relação que existe entre A e B;
- Construindo uma cadeia lógica de evidências: construir uma cadeia lógica para ver se as relações entre as variáveis fazem sentido.

Segundo Robson (1993), apesar da grande atratibilidade, a principal dificuldade está na análise de dados. Não há convenções claras e aceitas por unanimidade quando se observa dados qualitativos. Os casos de estudo podem gerar uma grande quantidade desse tipo de dados.

Pequenas quantidades de dados qualitativos podem ser usados em conjunto com uma grande quantidade de dados quantitativos sem se exigir uma análise muito complexa. Entretanto, se os métodos empregados gerarem apenas dados qualitativos deve haver um detalhamento e atenção especial na análise.

Os tipos da análise qualitativa podem ser divididos em quatro grupos principais: as características da linguagem; a descoberta de regularidades; a compreensão do significado do texto; e ação e reflexão.

A maior tarefa da análise é responder o problema de pesquisa, independentemente se ela irá trabalhar com dados quantitativos ou qualitativos.

Os modelos de edifícios terão informações incorporadas desde sua concepção arquitetônica. Com isso o modelo de dados IFC terá o formato padrão para a análise dos resultados obtidos nas transferências de arquivos e verificação da colaboratividade entre os softwares que serão estudados nos experimentos.

Possibilidades durante o processo de exportação:

- O arquivo não abriu e não foi possível estudar as informações repassadas no processo;
- O IFC abriu como arquivos de entrada de dados, porém suas informações foram perdidas e o modelo do edifício apresenta características geométricas sem informações agregadas;
- O projetista deverá incorporar novamente informações que deveriam fazer parte do modelo, desde sua concepção;
- O modelo é aberto na importação e mantém as informações básicas inseridas anteriormente, economizando tempo e gerando produtividade no processo, porém a plataforma do software não abrange um nível de detalhamento ideal para que essa rotina seja definitiva;
- A última possibilidade seria a ideal para a rotina correta das informações em que todos os passos descritos pelos fabricantes funcionassem perfeitamente durante o experimento.

Com a análise dessas possibilidades será possível verificar as dificuldades e facilidades no processo de utilizar um software BIM do mercado, podendo-se ainda identificar com maior precisão a limitação, no caso de existir, do modelo IFC na transmissão de informação em programas estruturais da construção civil.

Na aplicação do experimento com modelos de informação, serão identificados todos os elementos estruturais relevantes no estudo, com suas características informativas descritas e contabilizadas.

A partir dos levantamentos quantitativos e das eficácias de importação e exportação encontradas nos arquivos IFC, será possível estipular comparativos percentuais dos fluxos de informações, levando em consideração o 100% modelado nos ambientes arquitetônicos e o resultado obtido após importação/exportação do modelo-padrão.

Os apanhados desse estudo se diferenciam pela aplicabilidade das ferramentas de cada software, mas pode ser dividido de maneira prática, pelo que se obtém na modelagem de informação atualmente disponível.

Sendo assim, podendo ser subdivididos da seguinte forma: Características Geométricas, Pavimentos da Obra, Informações Inerentes ao Elemento e Informações Textuais Complementares.

6 APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento tem como base um modelo estrutural elaborado em dois programas de fabricantes distintos: Graphisoft ArchiCAD14 e Autodesk Revit Architecture 2011. Os modelos arquitetônicos são similares na sua concepção e se diferenciam apenas nas abordagens de cada software, enfatizando que a relevância estava no sentido de priorizar o projeto estrutural em concreto.

6.1 GRUPOS DE SOFTWARE BIM

Para a execução dos testes de interoperabilidade foram criados quatro grupos de aplicativos que possuem características diferentes na abordagem BIM, cada grupo do processo com a função de acrescentar informações ao modelo de estudo ou realizar uma avaliação de validação das informações inseridas na criação ou edição do arquivo IFC.

Os quatro grupos foram separados da seguinte maneira:

- Grupo 1 – Projeto Arquitetônico;
- Grupo 2 – Estrutural – Nível 1 – Lançamento de cargas;
- Grupo 3 – Estrutural – Nível 2 – Projeto; e
- Grupo 4 – Visualizadores e checadores.

Os quadros apresentados a seguir dão um apanhado geral de cada grupo de software com as características básicas de utilização, bem como o nome do nome fabricante e sua versão aplicada nos testes de interoperabilidade.

Projeto Arquitetônico			
Projeto	Versão	Fabricante	Características Básicas
ArchiCAD	v14	Graphisoft - Nemetschek	Proposal BIM / Architectural design; Import and Export IFC2X3 / Base file PLN
Revit Architecture	v2011	Autodesk, Inc.	Proposal BIM / Architectural design / Import and Export IFC2X3 / Base file RVT;

QUADRO 3 – GRUPO 1 – SOFTWARE PARA PROJETO ARQUITETÔNICO
 FONTE: O autor (2012)

Estrutural - Nível 1 Lançamento de Cargas			
Projeto	Versão	Fabricante	Características Básicas
Revit Structure	v2011	Autodesk, Inc.	Proposal BIM / Structural design; Import and Export IFC2X3; Release of loads / Structure complement

QUADRO 4 – GRUPO 2 – SOFTWARE DE LANÇAMENTO DE CARGAS
 FONTE: O autor (2012)

Estrutural – Nível 2			
Projeto	Versão	Fabricante	Características Básicas
CypeCAD	v2010	Cypecad Ingenieros	BIM Concepts / Structural design; Import IFC2X3 / Export to Tekla Structures; Reinforced Concrete calculation / Design and detailing
CAD/TQS	v16.7.3	TQS Informática Ltda.	BIM Concepts / Structural design; Import Revit Structure - plugin; Export IFC2X3 / Reinforced Concrete calculation / Design and detailing;
Tekla Structures	v16	Tekla International	BIM Software / Structural design; Import and Export IFC2X3; Import Cypecad files; Structural engineering;

QUADRO 5 – GRUPO 3 – SOFTWARE DE PROJETO ESTRUTURAL
 FONTE: O autor (2012)

Vizualizadores & Checadores	Versão	Fabricante	Características Básicas
Nemetschek IfcViewer	v1.2	Nemetschek Group	BIM Concepts; Controller of IFC entities; Viewer of IFC entities;
Solibri Model Viewer	7.0.0.220	Solibri, Inc.	BIM Concepts; Controller of IFC entities; Viewer of IFC entities;

QUADRO 6 – GRUPO 4 – VISUALIZADORES E CHECADORES DAS INFORMAÇÕES IFC
 FONTE: O autor (2012)

A abordagem e verificação de cada item do modelo estrutural que se obterá na interação entre os 4 grupos de software terão como base os elementos estruturais mais usuais em obras de engenharia em concreto. A inclusão de informações e a separação de itens dos elementos estruturais se darão pelos simples elementos componentes de cada modelo de informação. Essas informações serão avaliadas no decorrer dos fluxos, conforme ilustrado no Quadro 7.

Elementos Estruturais de Estudo
Estacas
Blocos de Fundação
Pilares
Vigas de Fundação
Cortinas de Concreto / Paredes de Concreto
Lajes
Vigas
Escadas de Concreto
Rampas de Concreto

QUADRO 7 – ELEMENTOS ESTRUTURAIS
 ABORDADOS NO ESTUDO
 FONTE: O autor (2012)

Para cada elemento estrutural em diferentes níveis da edificação e software de uso do Grupo 1, foi realizado um levantamento da quantidade de peças estruturais nos modelos. Além da contagem simples dos elementos, houve a necessidade de contabilizar as informações inseridas em cada uma das peças da estrutura, pois se tratava de dados relevantes para o decorrer do processo de desenvolvimento do projeto completo desejado (Quadros 8 e 9).

Quantificação dos Elementos Estruturais nos Modelos																		
Grupo 1 e 2																		
Itens	Revit Arc2011						Revit Str2011						ArchiCAD14					
	T	1P	2P	3P	4P	5P	T	1P	2P	3P	4P	5P	T	1P	2P	3P	4P	5P
Estacas de Fundação	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blocos de Fundação	29	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0
Vigas de Fundação	45	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0
Pilares	29	29	29	25	6	6	29	29	29	25	6	6	29	29	29	25	6	6
Cortinas de Concreto	14	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Escadas de Concreto	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Rampas de Concreto	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Lajes	0	15	15	14	2	2	0	15	15	14	2	2	0	15	15	14	2	2
Pilares-Paredes	0	14	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Vigas Peitoris	0	0	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Vigas 1° Piso	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
Vigas 2° Piso	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Vigas 3° Piso	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0
Vigas 4° Piso	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
Vigas 5° Piso	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5

QUADRO 8 – QUANTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS NOS MODELOS
 FONTE: O autor (2012)

Informações Inseridas nos Elementos do Modelo Estrutural na Concepção Arquitetônica e Carregamento Grupo 1 e 2			
Itens	Revit Arc2011	Revit Str2011	ArchiCAD14
Estacas de Fundação	0	1	0
Blocos de Fundação	12	16	14
Vigas de Fundação	12	12	10
Pilares	15	3	11
Cortinas de Concreto	10	3	10
Escadas de Concreto	19	1	11
Rampas de Concreto	14	0	11
Lajes	11	12	9
Pilares-Paredes	16	2	11
Vigas Peitoris	12	12	10
Vigas 1° Piso	12	12	10
Vigas 2° Piso	12	12	10
Vigas 3° Piso	12	12	10
Vigas 4° Piso	12	12	10
Vigas 5° Piso	12	12	10

QUADRO 9 – INFORMAÇÕES INSERIDAS NOS ELEMENTOS DO MODELO ESTRUTURAL NA CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA E CARREGAMENTO DOS ELEMENTOS
 FONTE: O autor (2012)

6.2 MODELOS BASE – ARCHICAD 14

Mediante a aplicação de um sistema de grupos para exportação e importação com uso do IFC e a necessidade de adotar um modelo estrutural em que fosse possível verificar a grande parte dos elementos de concreto armado utilizados em edificações, foi adotado o seguinte modelo ArchiCAD 14, da Figura 22, em que os elementos estruturais principais de estudo foram introduzidos, distribuídos por pavimentos e carregados de informações.

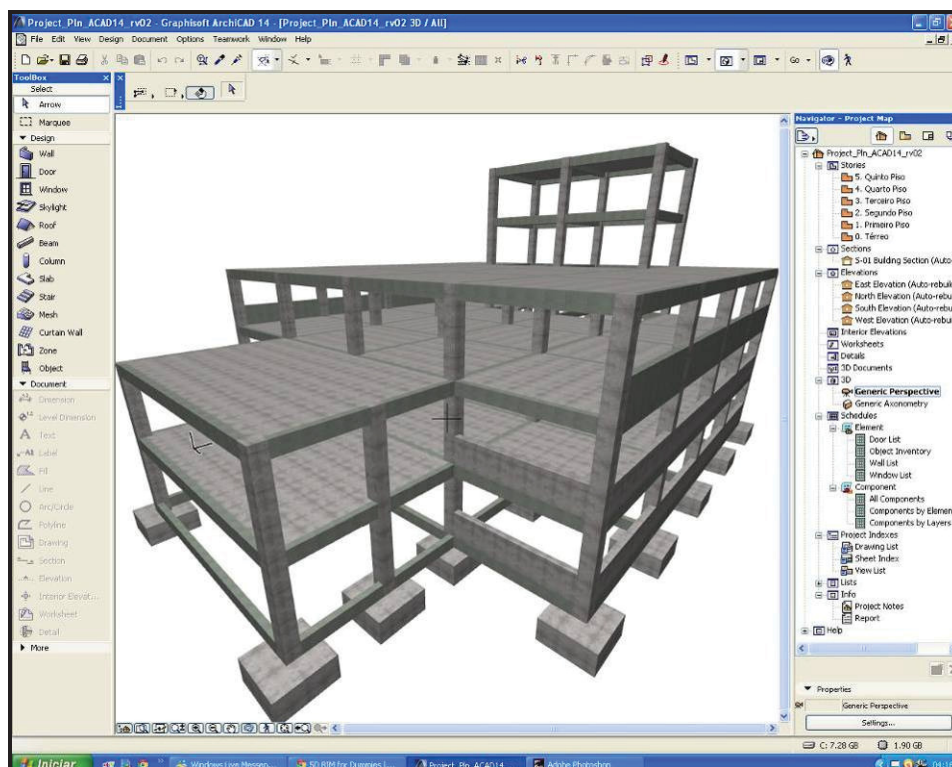


FIGURA 22 – MODELO ESTRUTURAL DE INFORMAÇÃO – ARCHICAD14
 FONTE: O autor (2012)

No projeto arquitetônico de estudo, a visualização e identificação dos elementos relacionados foram inseridos visando à importância do cálculo, o dimensionamento estrutural das peças ou simplesmente como informação facilitadora no canteiro de obras; identificação do pilar, quem realizará o serviço, ou apenas a informação de que elemento se trata.

A Figura 23 ilustra o pavimento térreo do modelo de informação adotado no estudo. Nesse nível da estrutura é possível visualizar os elementos de fundação, os pilares, a rampa e a escada de acesso no nível superior da edificação. Nos anexos do trabalho é possível visualizar os demais pavimentos do modelo elaborado no ArchiCAD 14.

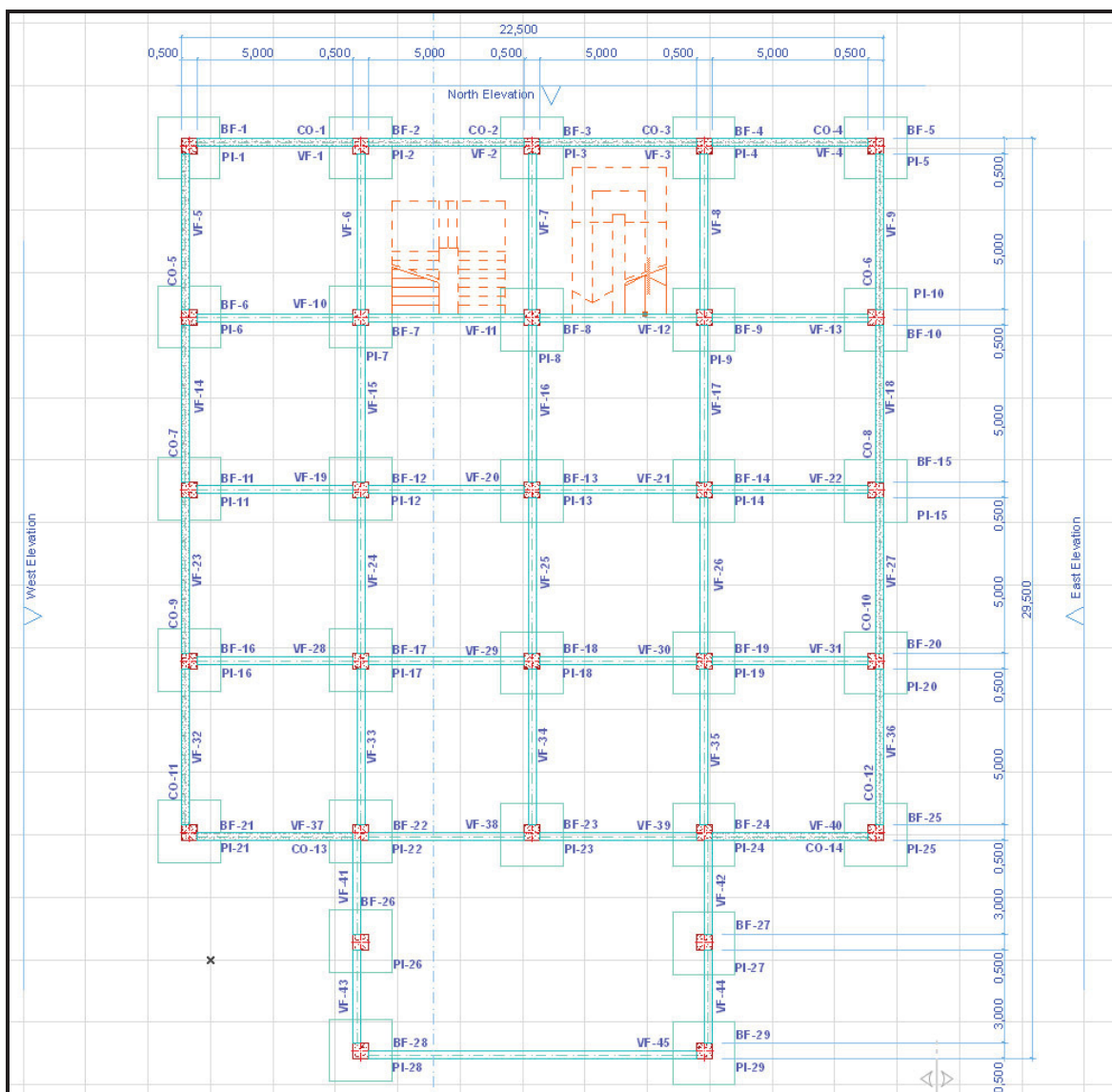


FIGURA 23 – MODELO ARCHICAD 14 – PAVIMENTO TÉRREO
 FONTE: O autor (2012)

6.3 MODELOS BASE – REVIT ARCHITECTURE 2011

Conforme descrito para o modelo de informação do ArchiCAD 14, o mesmo procedimento foi realizado no Revit Architecture 2011. A caracterização e modelagem dos elementos estruturais foram as mais idênticas possíveis dentro das ferramentas existentes em cada um dos softwares. Uma visão geral do

modelo de informação elaborado no Revit Architecture 2011 está ilustrada na Figura 24.

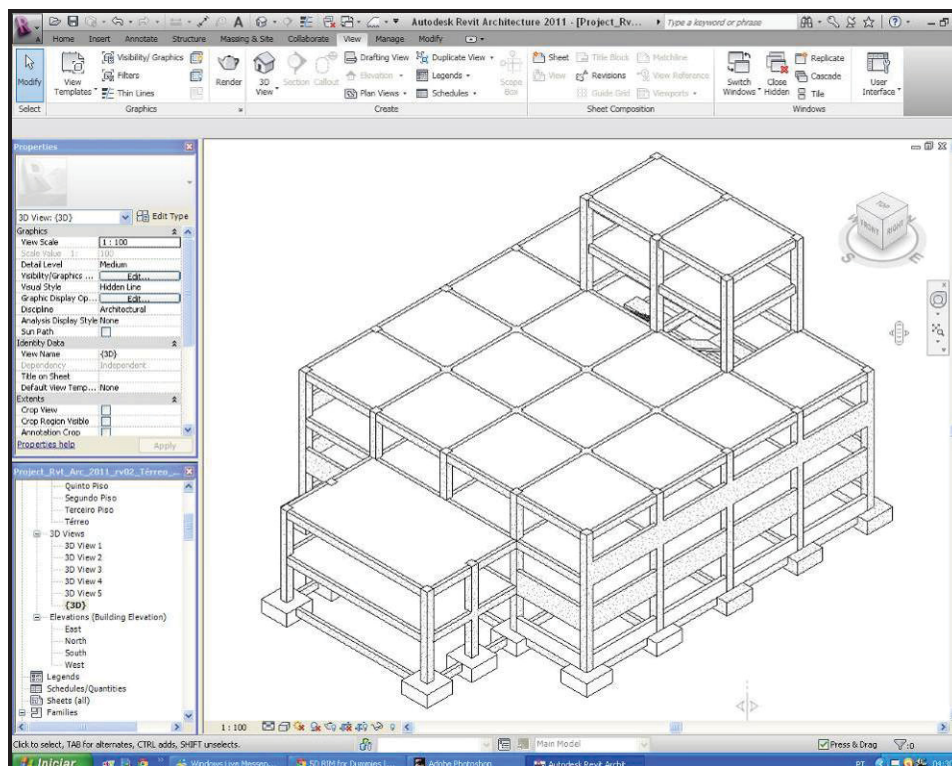


FIGURA 24 – MODELO ESTRUTURAL DE INFORMAÇÃO – REVIT ARCHITECTURE 2011
FONTE: O autor (2012)

É possível identificar a nomenclatura da planta térrea do modelo Revit Architecture 2011, assim como no modelo ArchiCAD 14 houve a intenção de aplicar os mesmos conceitos de dimensionamento, caracterização do modelo estrutural e suas informações de caráter fundamental para o projeto estrutural, conforme a Figura 25.

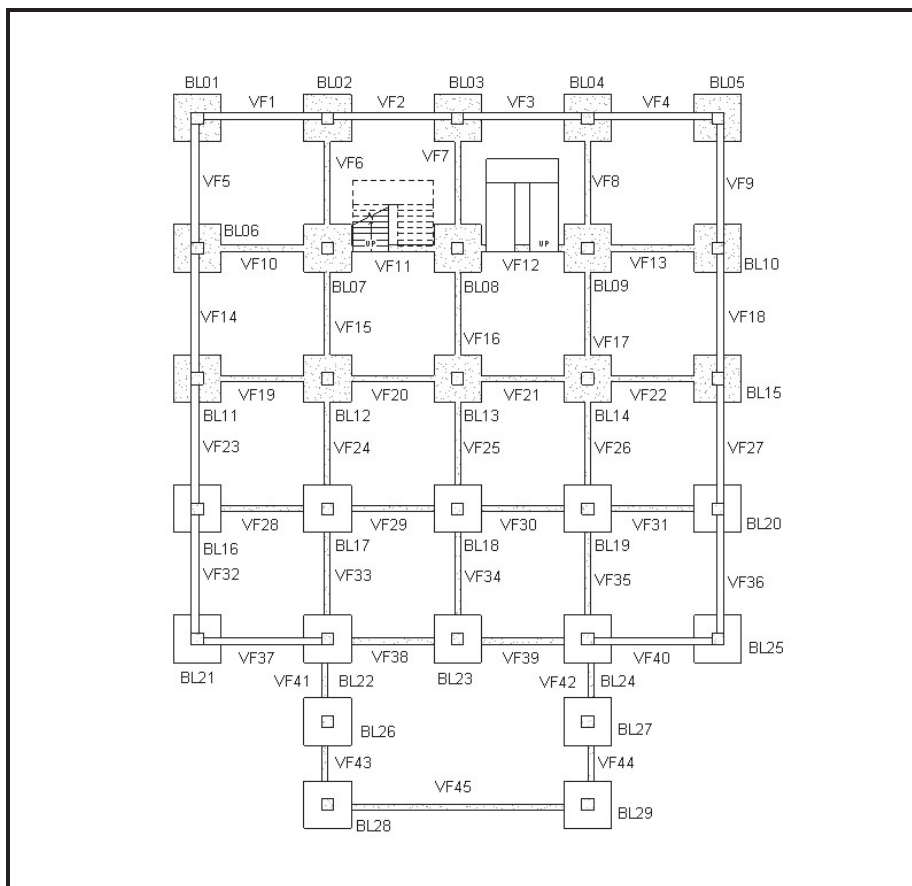


FIGURA 25 – MODELO REVIT ARCHITECTURE 2011 – PAVIMENTO TÉRREO
 FONTE: O autor (2012)

6.4 MODELOS BASE CARREGADO – REVIT STRUCTURE 2011

Em uma segunda etapa apresentada posteriormente no estudo, aplicando as particularidades do Grupo 2, o modelo de informações é corrigido em algumas características, principalmente no lançamento da fundação escolhida na arquitetura.

O modelo criado em ambientes arquitetônicos, como é o caso do Grupo 1, apresenta limitações em pontos mais específicos de função estrutural e análise da estrutura elaborada, entende-se também, a priori, não ser o escopo principal dos softwares de arquitetura apresentados neste trabalho.

Por consequência, isto permite ainda proceder o carregamento do modelo nos elementos reconhecidos pelo Revit Structure 2011, ampliando assim as informações estruturais do modelo, conforme visualizado na Figura 26.

Dentro do ambiente de modelagem de informação arquitetônica foram considerados itens de análise que correspondiam às características relevantes dos modelos no decorrer dos experimentos, sendo possível o isolamento dos elementos que apresentaram determinadas inconsistências, funcionando assim como facilitador na identificação dos pontos a serem observados futuramente em outros experimentos.

Em ambos sistemas ou softwares de conceitos distintos para projetos, arquitetônico e/ou estrutural, uma ferramenta interessante para as definições estruturais do arquiteto é a utilização do Revit Structure 2011, aplicativo de lançamento em que é possível definir mais informações da estrutura em geral (cargas pontuais, cargas lineares, cargas em lajes, fck do concreto e particularidades dos objetos); servindo de base importante para o calculista da estrutura no sentido da manutenção da informação e também proporcionando maior envolvimento dos responsáveis pela concepção do projeto em um entendimento estrutural das edificações.

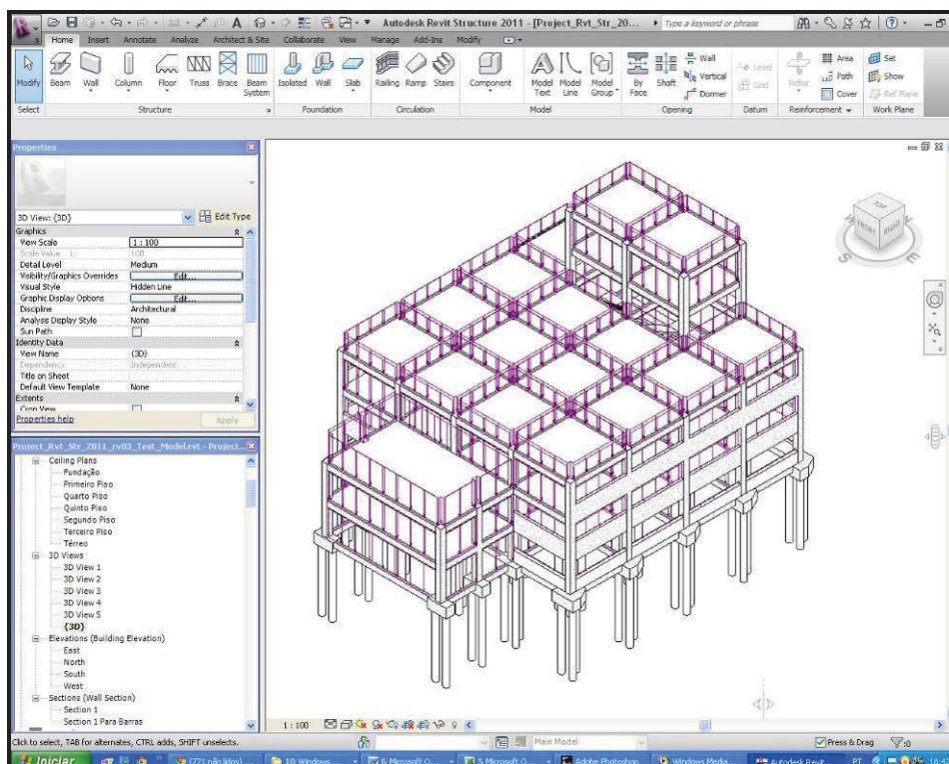


FIGURA 26 – MODELO ESTRUTURAL DE INFORMAÇÃO COM CARGAS ATRIBUÍDAS – REVIT STRUCUTRE 2011
 FONTE: O autor (2012)

A Figura 27 apresenta a planta do pavimento térreo carregado com as cargas lineares distribuídas pelas vigas de fundação. Os demais pavimentos que foram editados no Revit Structure 2011 estão ilustrados nos anexos do trabalho.

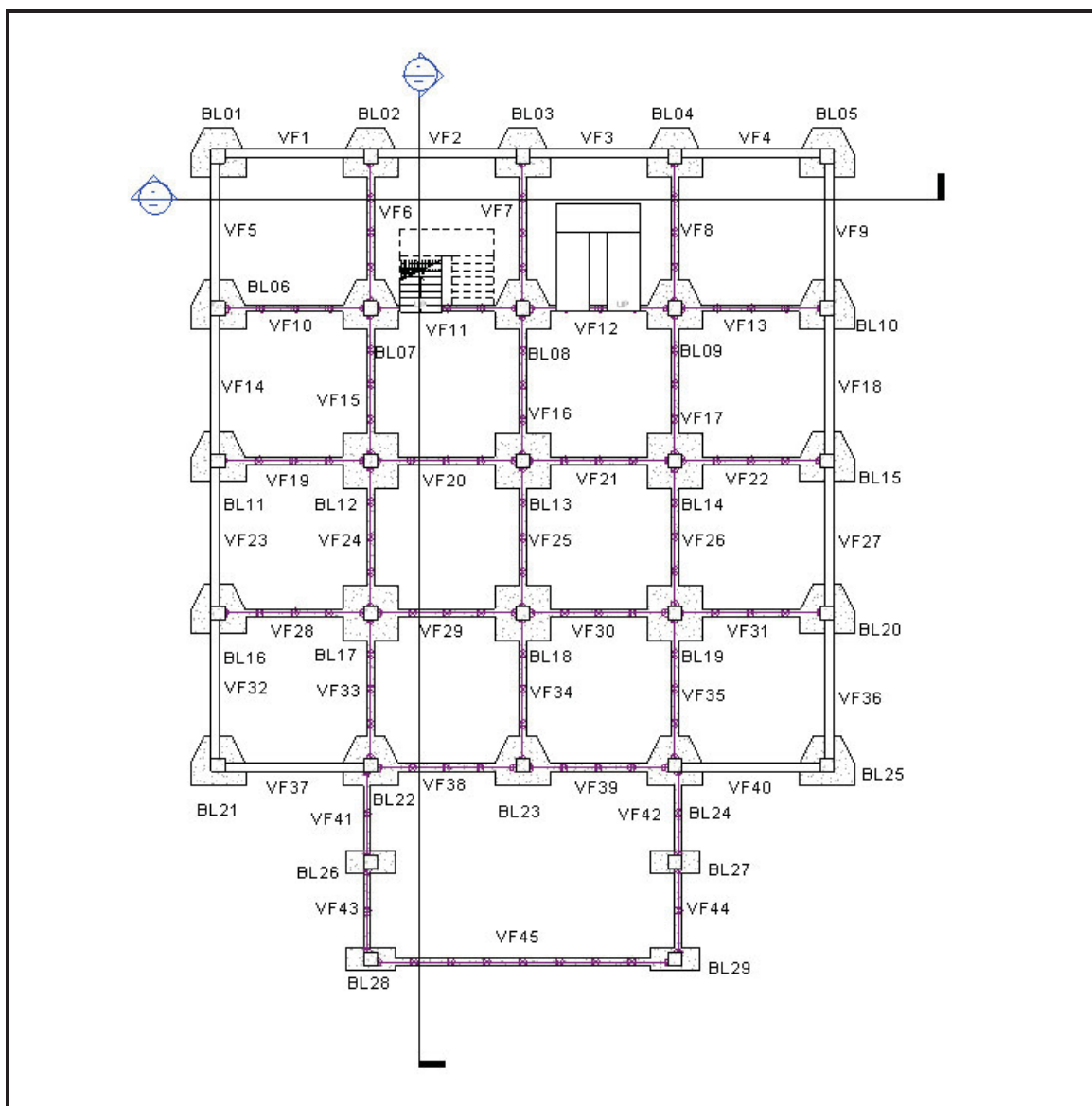


FIGURA 27 – MODELO REVIT ARCHITECTURE 2011 – PAVIMENTO TÉRREO
 FONTE: O autor (2012)

6.5 INTERAÇÃO DOS GRUPOS DE SOFTWARE BIM

O protocolo interoperável de comunicação usado entre softwares foi pelo formato neutro IFC2X3. Com a realização dos experimentos, os arquivos tinham objetivo de repassar o conteúdo dimensional e informativo que foi inserido no processo de concepção estrutural dos elementos e carregamento.

Os fluxos das informações foram divididos em quatro fases distintas e estão representados pela indicação de setas coloridas, circunferências coloridas com a identificação dos programas, nomenclatura do arquivo utilizado na interoperabilidade entre os sistemas, número do experimento ou fluxo de informação e o nome de cada grupo pertencente.

As fases são apresentadas nas Figuras 28, 29, 30 e 31.

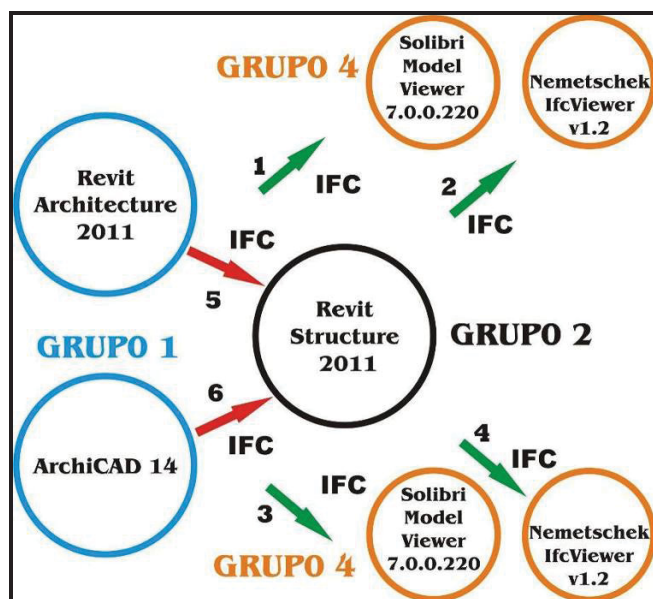


FIGURA 28 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA TRÊS GRUPOS (1ª FASE)
FONTE: O autor (2012)

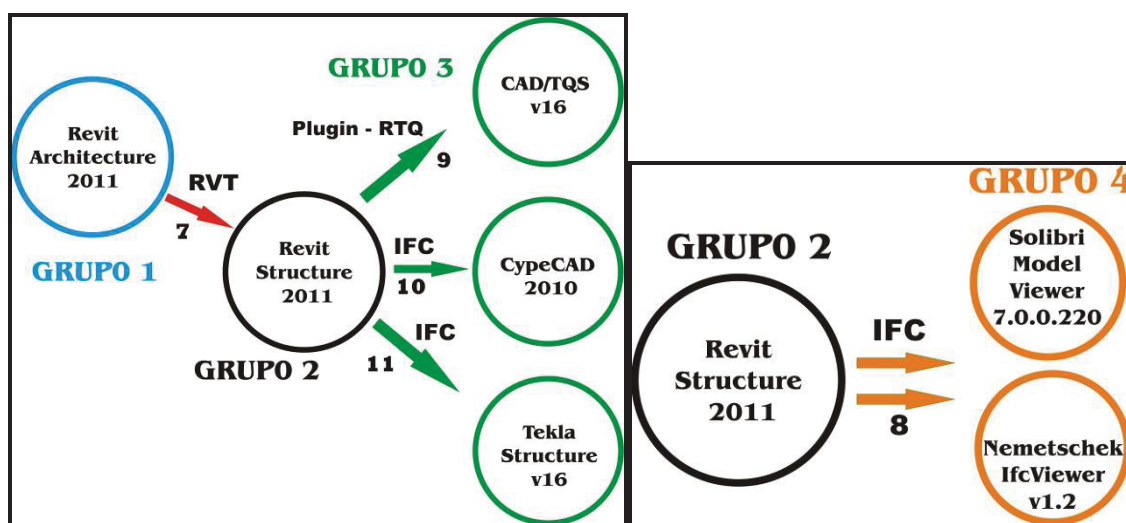


FIGURA 29 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA QUATRO GRUPOS (2ª FASE)
FONTE: O autor (2012)

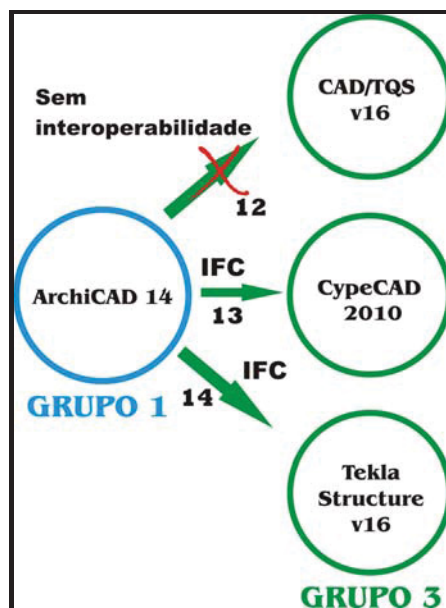


FIGURA 30 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA DOIS GRUPOS (3º FASE)
FONTE: O autor (2012)

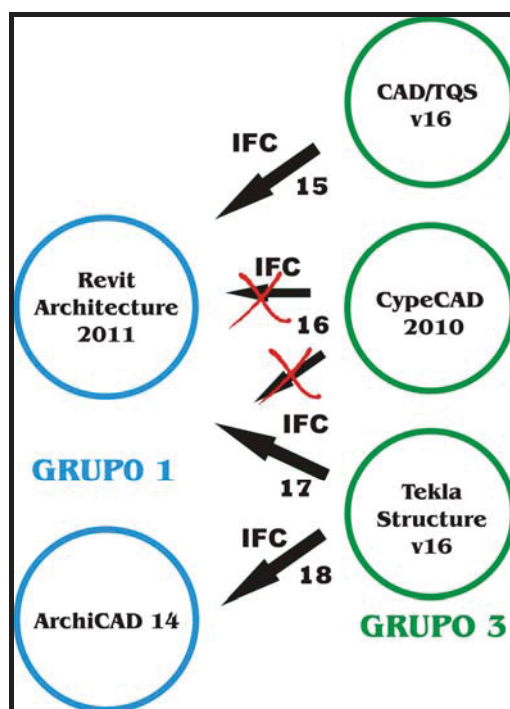


FIGURA 31 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA OS DOIS GRUPOS (4º FASE)
FONTE: O autor (2012)

Para cada elemento estrutural de cada modelo de informação estava relacionada certa quantidade de informações inseridas pelo projetista que

poderiam ser relacionadas as características geométricas dos elementos modelados (dimensões, altura, etc), pavimentos em que os elementos estão localizados, informações inerentes ao elemento do modelo (por exemplo: elemento pilar, concreto preparado na obra, começa no nível térreo e termina no primeiro piso, etc.) ou informações textuais de cunho estrutural na obra (data de início da concretagem, responsável pela concretagem, valor do slump, etc.).

Nos casos a seguir, que serviram de exemplo (Quadros 10 e 11), foram analisadas as informações para os blocos de fundação criados no Revit Architecture 2011 e as vigas de fundação do ArchiCAD14.

A confirmação das informações do IFC se deu para ambos os casos no Solibri Model Checker e foi possível identificar que nem todos os elementos foram repassados ao IFC e identificados no checker.

Este procedimento foi repetido para todos os elementos estruturais dos modelos de informação e assim foram considerados como itens de “não interoperabilidade”, por ocasião que as informações não seguiam nos fluxos pelo IFC e/ou que não tinham sua validação realizada pelos programas identificados no Grupo 4, Visualizadores e Checadores.

Os experimentos de validação de IFC pelo Solibri Model Checker estão listados completamente nos anexos do trabalho.

Informações Estruturais	Interoperabilidade
Family Name	✓
Width (mm)	✓
Length (mm)	✓
Thickness (mm)	✓
Footing Material	✓
Analyzed As	✗
Phasing Created	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 10 – REVIT ARCHITECTURE 2011
 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

Informações Estruturais	Interoperabilidade
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 11 – ARCHICAD 14 – VIGAS DE
 FUNDAÇÃO – INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

6.6 RESULTADOS DO EXPERIMENTO – DESCRIÇÃO DOS FLUXOS

Os fluxos iniciais do experimento têm como objetivo validar o arquivo de importação gerado nos ambientes de modelagem arquitetônica, sendo assim possível observar no trabalho quais elementos estruturais tiveram suas informações inseridas, reduzidas ou simplesmente ignoradas na leitura final do arquivo.

Além da descrição dos fatos ocorridos no trâmite de importação e exportação dos arquivos IFC com os itens inseridos aos fluxos, por meio da contabilização dos eventos e catalogação das informações de cada elemento para cada modelo criado, é possível ainda quantificar os valores encontrados por percentual de informações identificadas.

6.6.1 Fluxo 1

O Fluxo do Revit Architecture 2011 para o Solibri Model Checker com o auxílio do arquivo IFC (Figura 32) teve como resultado de importação uma identificação de praticamente todos os elementos arquitetônicos criados no ambiente Revit Architecture 2011. Dessa forma, é possível afirmar que o arquivo IFC está abrangente com informações de suma importância no processo de elaboração dos projetos estruturais a partir de modelos arquitetônicos.

Contudo, uma certa quantidade de informações inerentes ao modelo estrutural, basicamente conceituações dos elementos determinadas e aplicadas pelo próprio software, ainda não foram identificadas nesta transmissão de dados e não foram assim validadas no ocorrido processo, como é visto no Quadro 12.

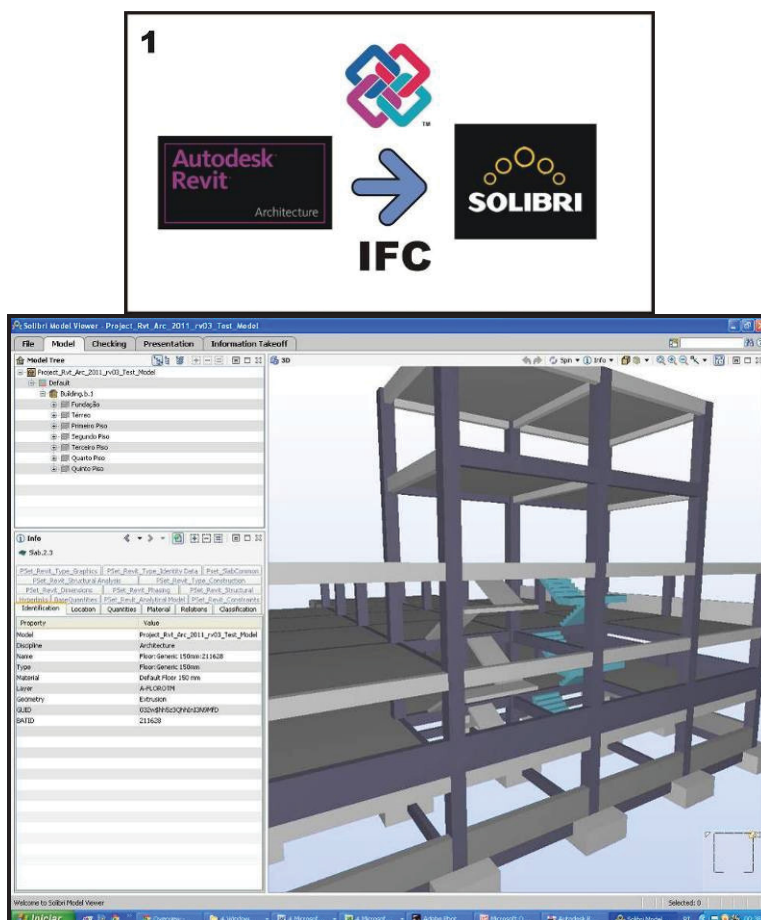


FIGURA 32 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 1 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

	Informações Identificadas no Fluxo	%
1	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	91,16
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 12 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 1
 FONTE: O autor (2012)

6.6.2 Fluxo 2

O mesmo procedimento com IFC realizado no Fluxo 1 de informações foi testado com um o Nemetschek IfcViewer, ilustrado na Figura 33. O modelo estrutural criado no Revit Architecture 2011 também apresentou uma padronização satisfatória no entedimento do modelo, conseguindo obter as informações do IFC que foram aplicadas anteriormente no Grupo 1. No Quadro 13, ainda é possível visualizar um resultado inferior ao obtido no Fluxo 1, com relação à importação das informações inerentes ao modelo.

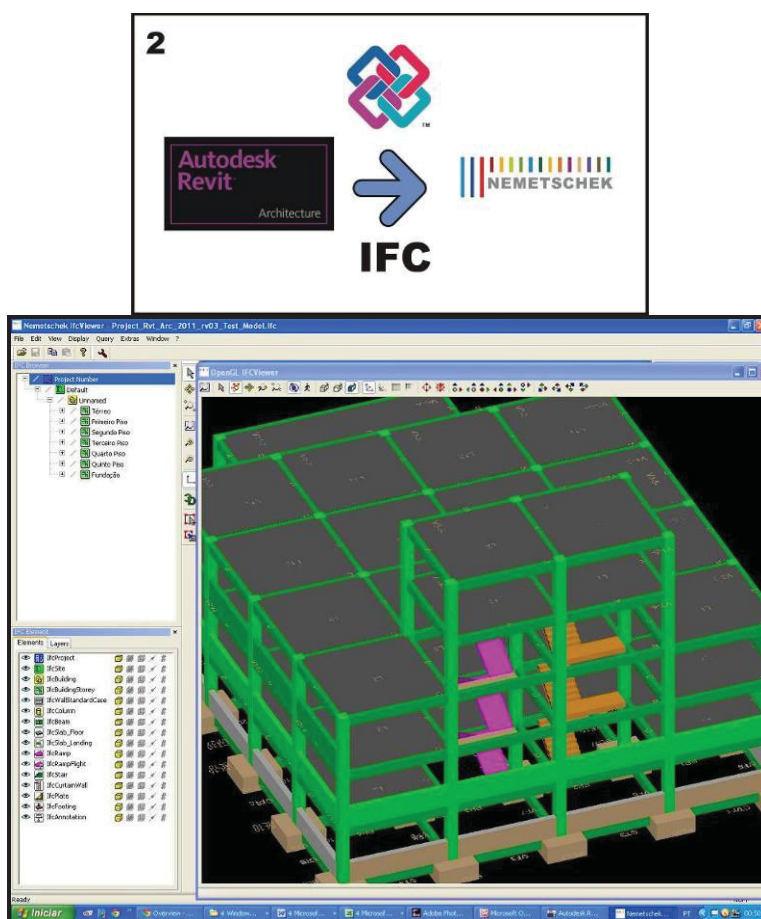


FIGURA 33 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 2 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Informações Identificadas no Fluxo		%
FLUXO 2	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	70,49
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 13 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 2
 FONTE: O autor (2012)

6.6.3 Fluxo 3

Os padrões estabelecidos para validação do modelo estrutural foram repetidos para o ArchiCAD 14, para se avaliar a qualidade do gerador IFC para os elementos estruturais, Figura 34. Os resultados obtidos pelo Solibri Model Checker podem ser visualizados no Quadro 14, apresentando alguns problemas com a geometria do modelo e informações inerentes dos elementos. Ainda assim, apresentou 100% das suas informações de pavimentos e textuais acrescentadas na arquitetura.

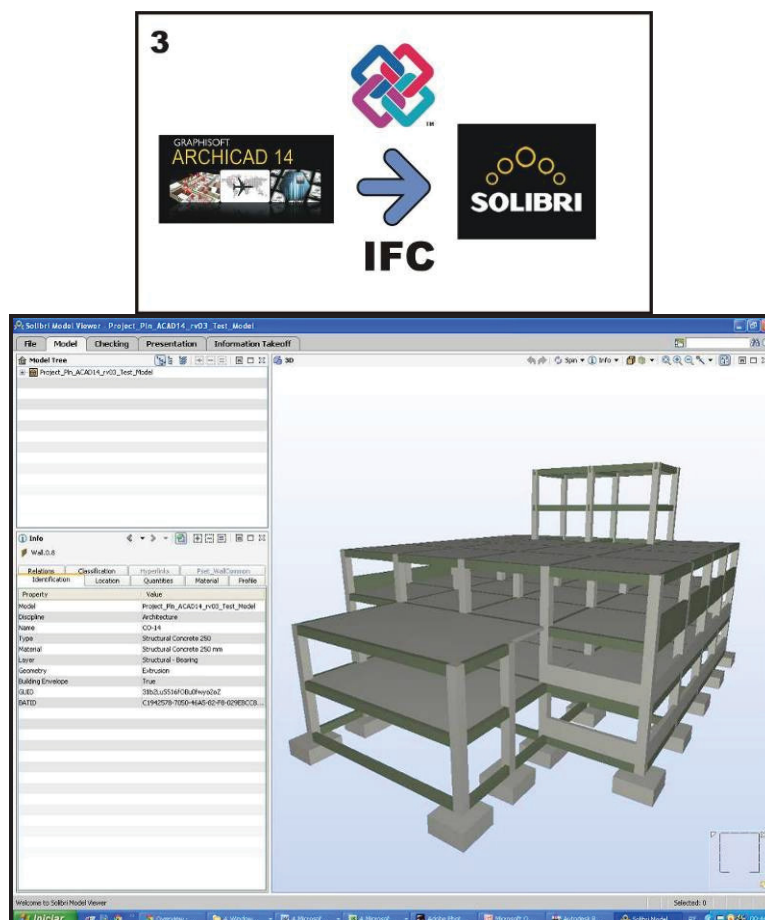


FIGURA 34 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 3 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Informações Identificadas no Fluxo		%
FLUXO	Características Geométricas	95,23
	Pavimentos da obra	100
3	Informações Inerentes ao Elemento	11,43
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 14 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 3
FONTE: O autor (2012)

6.6.4 Fluxo 4

A validação com o Nemetschek também apresentou bons resultados de compatibilidade no Fluxo 4 de informações entre softwares, reafirmando que para o IFC as informações inseridas no modelo estão sendo entendidas satisfatoriamente nesse processo, Fluxo 4 (Figura 35).

O alto percentual identificado na geração do modelo a partir do IFC e que foram decodificadas no Nemetschek pode ser identificado no Quadro 15, o que deixa a desejar apenas é quando enfatizam-se as informações inerentes ao modelo de informação, que apresentaram percentual reduzido em comparativo as demais observações do processo.

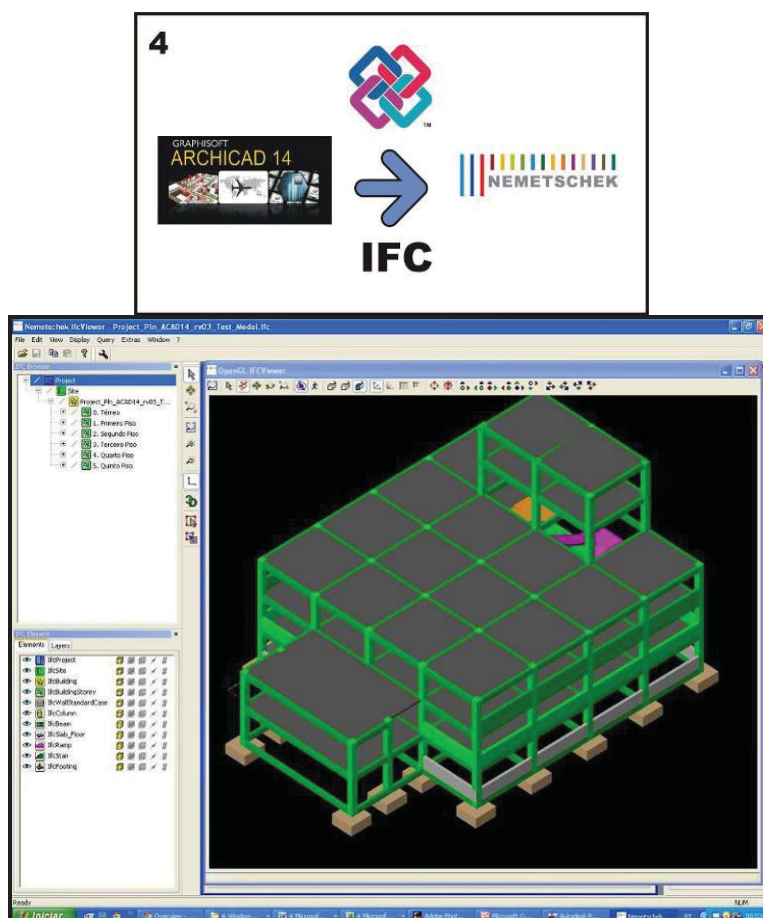


FIGURA 35 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 4 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Informações Identificadas no Fluxo		%
FLUXO 4	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	11,43
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 15 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 4
 FONTE: O autor (2012)

6.6.5 Fluxo 5

O Fluxo 5 é um teste de como funciona o sistema de geração e leitura do IFC dentro de um software de um mesmo fornecedor. Para esse teste foi salvo um modelo estrutural em IFC criado no Revit Architecture 2011 e aberto no Revit Strucutre 2011, Figura 36.

Este teste foi repetido por algumas vezes durante os experimentos e seus resultados foram divididos na questão da qualidade de utilizar essa ferramenta, ao invés do próprio rvt (formato Revit Autodesk), o qual não teria deficiência alguma na questão de transmitir as informações entre softwares.

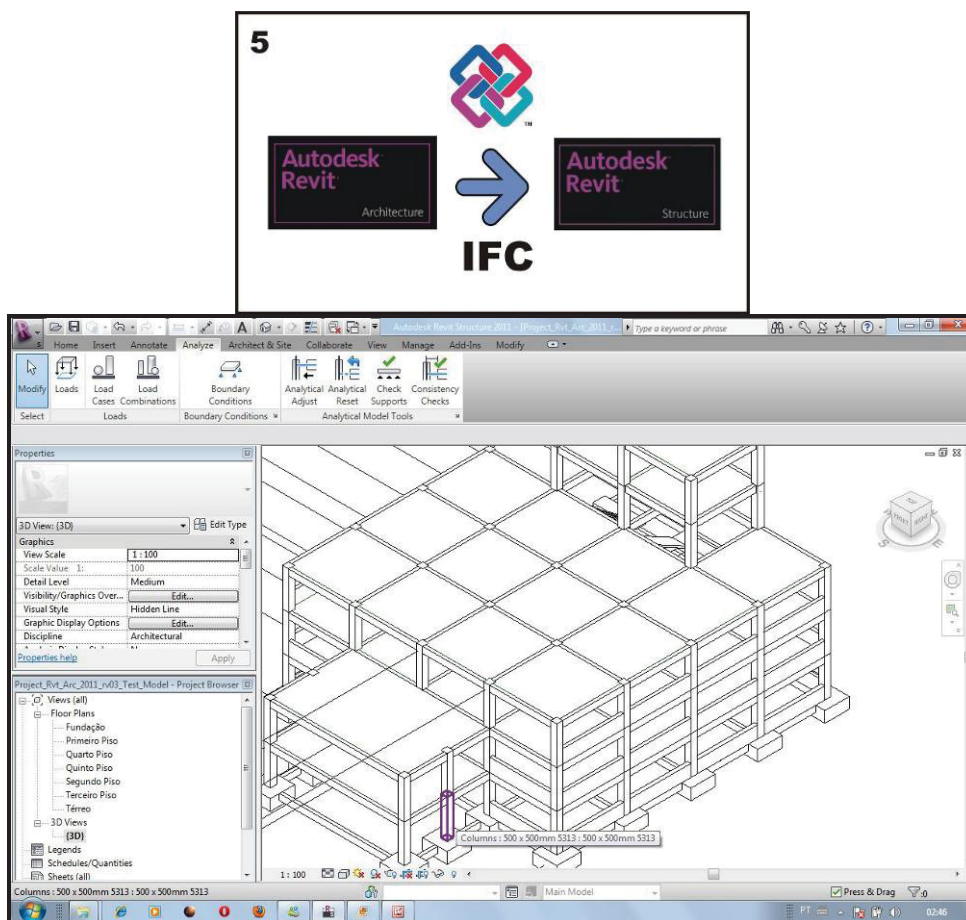


FIGURA 36 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 5 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

Em alguns casos as informações foram corretamente transmitidas, conforme Quadro 16, porém, na mesma quantidade de vezes, foram obtidas pequenas deformações nas vigas de visualização 3D, 12,13% do total. Em planta, os elementos estavam perfeitos. Vale salientar que os modelos foram testados em dois sistemas operacionais diferentes, o que não proporcionou divergência alguma, e que foram observadas questões do software no que diz respeito a opções de exportações IFC.

Informações Identificadas no Fluxo		%
5	Características Geométricas	87,87
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	100
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 16 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 5
 FONTE: O autor (2012)

6.6.6 Fluxo 6

O Fluxo 6 tem como objeto avaliar o IFC entre os diferentes ambientes de abordagem do arquivo neutro, no caso de fabricantes distintos a prática comprova mais a aplicabilidade do BIM em ambientes de trabalho diferentes e profissionais que desejam adotar os sistemas de modelagem que mais tenham facilidade de trabalhar ou que possuam um atrativo de mercado mais favorável.

O modelo estrutural elaborado no software ArchiCAD 14 foi exportado em seu formato IFC para o Revit Structure 2011, a fim de dar continuidade ao processo de desenvolvimento do modelo, com as funções que o Revit Structure 2011 apresenta para ampliação das informações estruturais (Figura 37). Contudo, os resultados obtidos no Fluxo 6 merecem alguns comentários para que futuramente essas divergências possam ser solucionadas. A identificação dos elementos estruturais aconteceu de forma satisfatória, ocorreram poucas deformações em vigas e pilares, em geral deficiências que são corrigíveis de maneira fácil. Com relação à identificação geral das peças e dados textuais introduzidos aos elementos, a fim de facilitar o processo de entendimento da cadeia de informações, nenhuma dessas foi atendida e o sistema de nomenclaturas foi refeito pelo Revit, ou seja, nenhum elemento estava nomeado como no Grupo 1 e nenhuma das informações era apresentada nas características de cada objeto. Foi uma transmissão de dados puramente

geométrica de elementos modelados e de níveis de pavimentos, como no Quadro 17, nada mais abrangente ou semelhante, como na leitura realizada do IFC em modelos já validados dos softwares do Grupo 4.

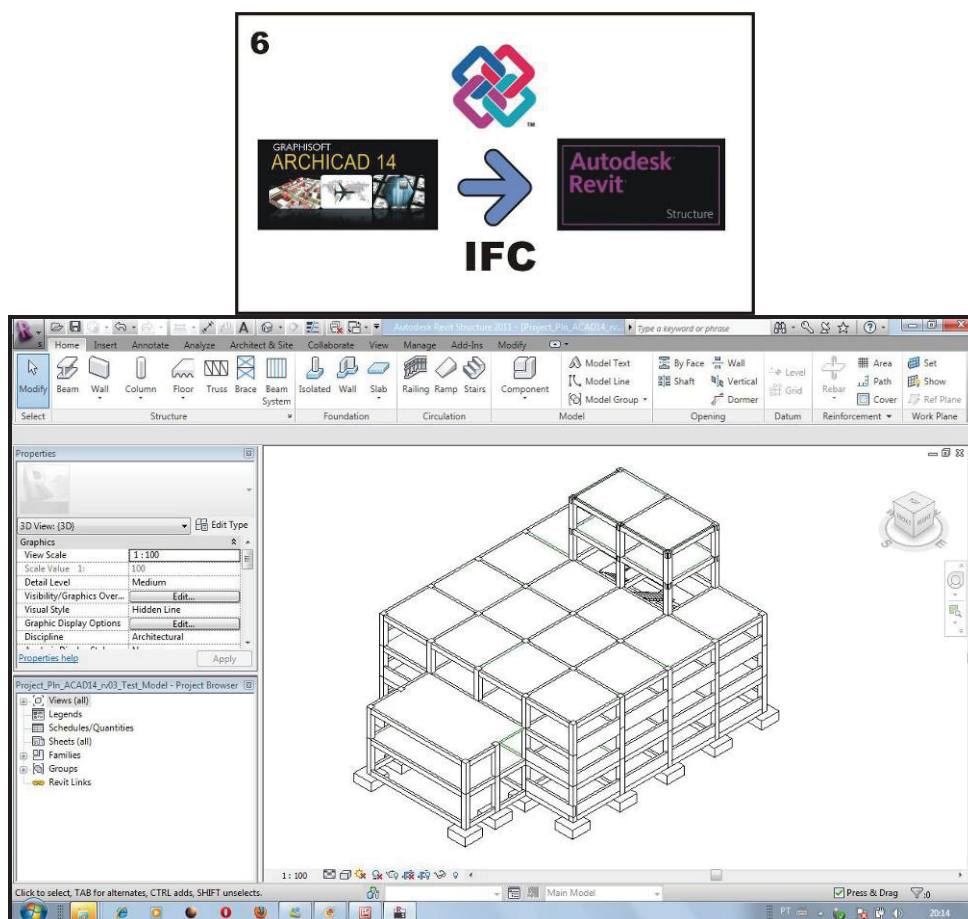


FIGURA 37 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 6 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Informações Identificadas no Fluxo		%
FLUXO	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
6	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 17 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 6
FONTE: O autor (2012)

6.6.7 Fluxo 7

A opção pelo uso do RVT não está ligada ao BIM e a aplicação interoperável com uso do IFC, no entanto, esse procedimento se faz necessário para ilustrar uma opção que seja possível ampliar as informações do modelo-padrão de estudo, sem ter retrabalho com os modelos obtidos nos Fluxos 5 e 6.

No ambiente do Revit Structure 2011 é possível dar continuidade as informações estruturais no modelo, conforme relatado anteriormente no protocolo de inserção de dados.

A Figura 38 representa o novo perfil do modelo, com o carregamento praticamente pleno dos elementos estruturais e com a nova modalidade de fundação, pois o software permite esse refinamento nos detalhes de blocos e estacas.

O Quadro 18 confirma a esperada totalidade de informações pelo RVT.

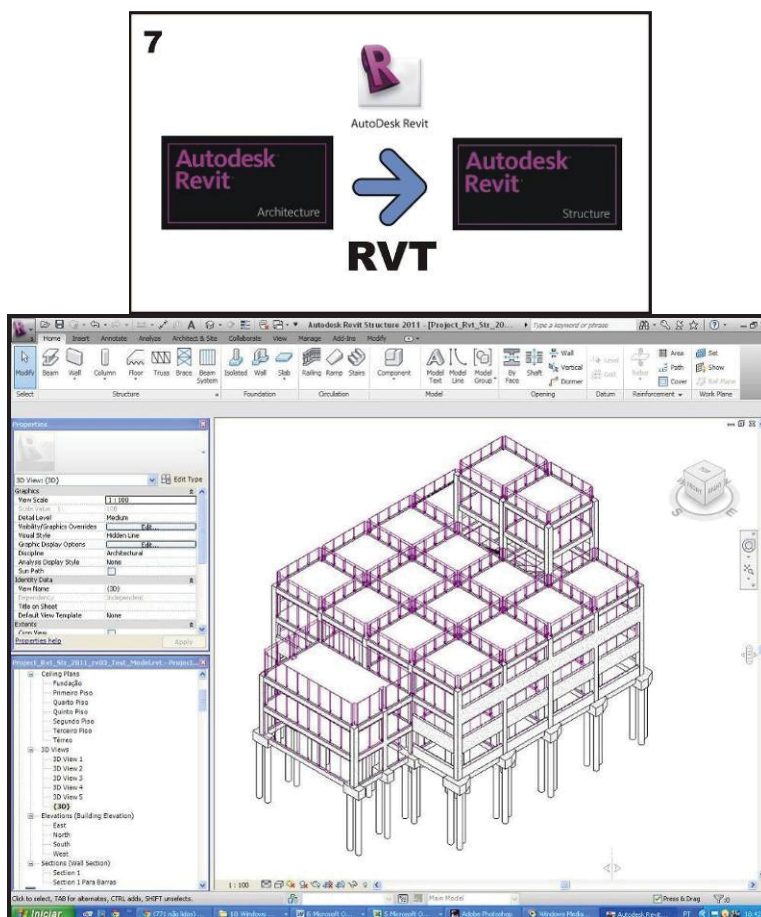


FIGURA 38 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 7 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

	Informações Identificadas no Fluxo	%
FLUXO	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
7	Informações Inerentes ao Elemento	100
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 18 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 7
FONTE: O autor (2012)

6.6.8 Fluxo 8

Para validação das informações inseridas e corrigidas do Revit Structure 2011, foi adotado um novo ponto de validação das informações do IFC2X3, agora visando observar se os carregamentos inseridos nos elementos estruturais foram identificados nos programas visualizadores e checadores do Grupo 4, conforme ilustrado na Figura 39.

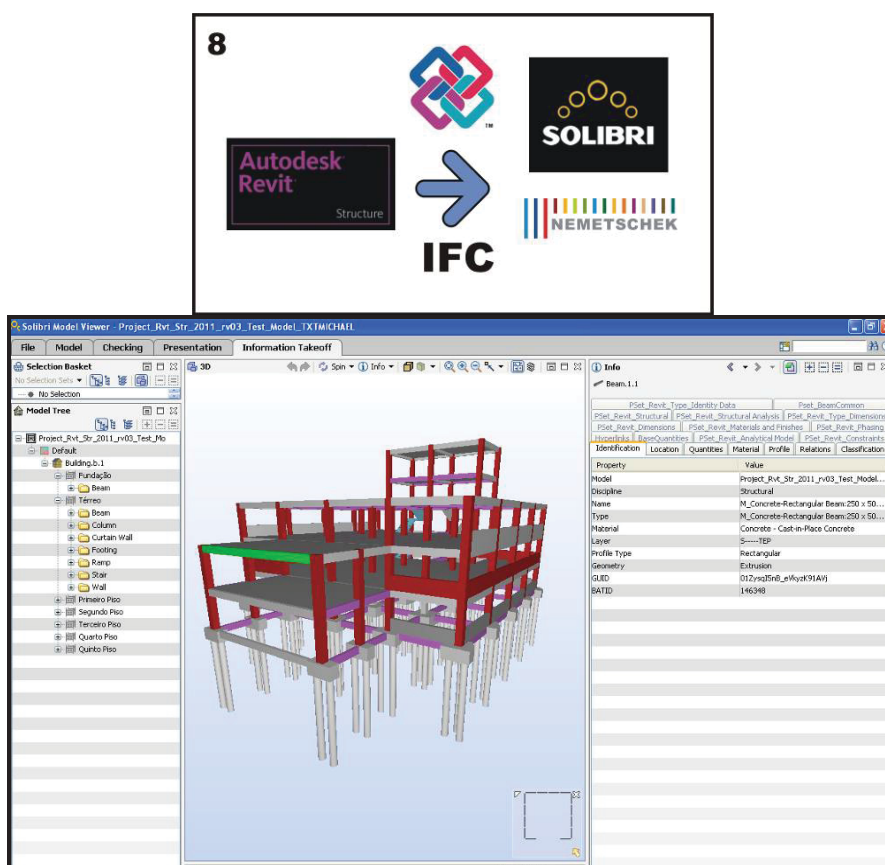


FIGURA 39 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 8 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Contudo, após a importação do modelo de informação nenhum dado adicional referente aos carregamentos realizados, sejam lineares, em área (por metros quadrado) ou pontuais, foi reconhecido pelos visualizadores ou

checadores do IFC2X3. Este fato identificado reduziu as informações inerentes ao modelo a 68,42%, conforme Quadro 19.

Informações Identificadas no Fluxo		%
FLUXO 8	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	68,42
	Informações Textuais Complementares	100

QUADRO 19 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 8
 FONTE: O autor (2012)

6.6.9 Fluxo 9

Com o modelo já ampliado e com carregamento inserido nos elementos estruturais, a etapa seguinte seria o dimensionamento estrutural com uso das ferramentas do Grupo 3. A Figura 40 mostra uma particularidade desse fluxo de informações entre Revit Structure 2011 e CAD/TQS 16.

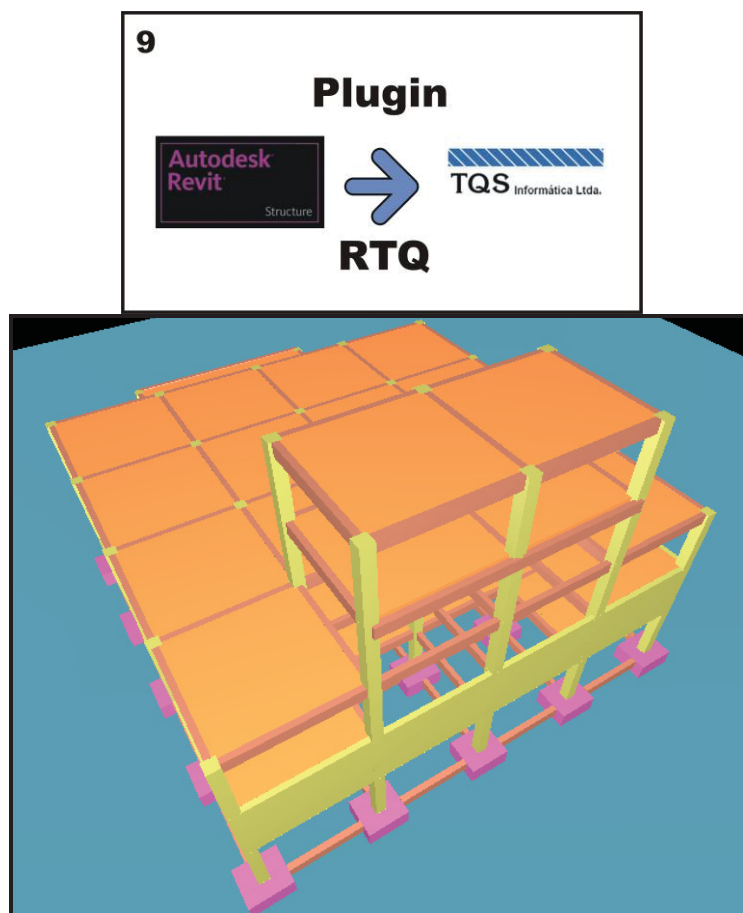


FIGURA 40 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 9 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

No CAD/TQS, apesar de haver uma interface que contém um exportador de arquivos em formato IFC, a entrada de dados ainda não é possível se fazer com uso desse arquivo. Para este procedimento, é utilizado um plugin do próprio fabricante, em que dentro do Revit Structure 2011 pode ser gerado um arquivo no formato RTQ, como mostrado na Figura 41. A partir desse formato gerado, o CAD/TQS tem acesso a algumas informações do modelo estrutural, salientando que o fabricante deixa claro que o escopo dessa interação de software serve apenas para importar informações textuais, níveis de pavimentos e características geométricas. Com relação à nomenclatura adotada pelo projetista, carregamento realizado e descrição dos elementos; infelizmente nada pode se esperar dessas informações por meio desta metodologia com RTQ, que além de apresentar inconsistências na transmissão de informações e gerar considerável volume de

retrabalhos, não servem de parâmetro para uma exemplificação de conceito amplamente BIM.

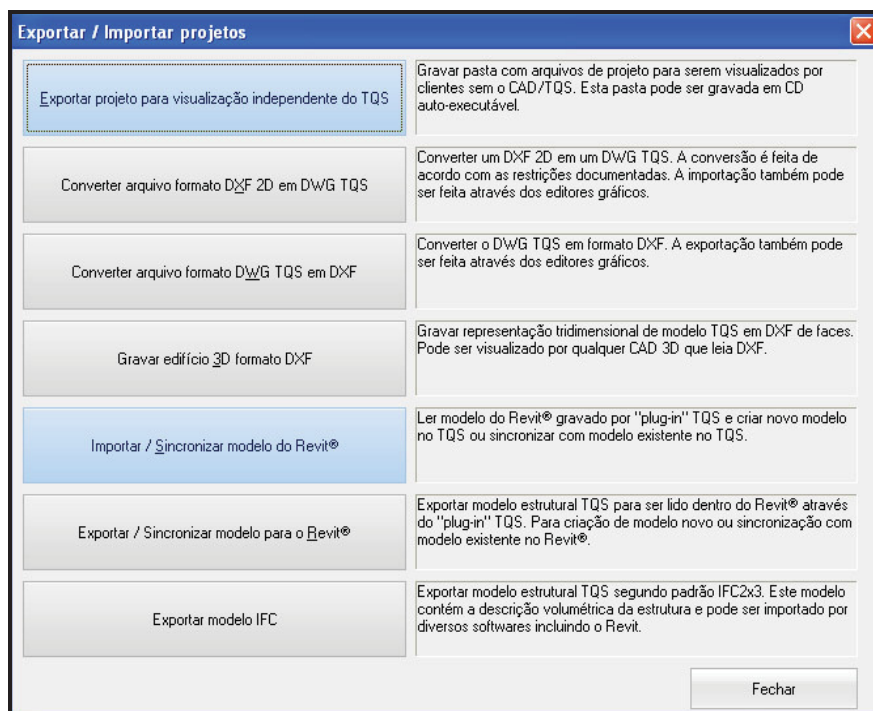


FIGURA 41 – IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO PELO CAD/TQS
FONTE: O autor (2012)

O CAD/TQS está em processo de se tornar mais interoperável e futuramente encaixar-se nas características BIM entre software. O Quadro 20 exemplifica o resultado do Fluxo 9 em que foram observadas algumas distorções no sentido e posicionamento de algumas vigas, substituição de alguns elementos e ausência de elementos estruturais mais complexos modelados. As rampas e escadas de concreto não estão presentes no modelo CAD/TQS.

Informações Identificadas no Fluxo		%
9	Características Geométricas	70,09
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 20 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 9
FONTE: O autor (2012)

6.6.10 Fluxo 10

Outra das alternativas adotadas dentro do estudo é comprovar a eficácia do IFC2X3 no processo de exportação do Revit Structure 2011 para o CypeCAD 2010, conforme ilustrado na Figura 42.



FIGURA 42 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 10 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Dentro das propostas BIM um dos grandes objetivos é agilizar o processo de elaborar projetos com o menor tempo possível, visando sempre a redução do retrabalho, e até mesmo evitar o desperdício de recursos financeiros.

O CypeCAD possui uma entrada automática do arquivo IFC onde, inicialmente, são gerados questionamentos ao projetista que, em teoria, o IFC por si já traria essas informações de antemão, pois foram inseridas na fase carregamento das estruturas. No entanto, há a possibilidade de não saber ao certo o conteúdo completo do IFC, mesmo com o auxílio dos softwares do Grupo 4, pois seria necessário que o gerador IFC dos programas, estivesse em sintonia com a evolução dos validadores, principalmente na questão de leitura dos componentes inseridos no arquivo (validação).

As Figuras 43 e 44 ilustram, respectivamente, algumas características encontradas na introdução automática do IFC pelo CypeCAD. As cargas são questionadas na abertura do modelo e o IFC leitor do CypeCAD reconheceu algumas características das lajes.



Nome	SCU (t/m²)	CP (t/m²)
Quinto Piso	0.20	0.25
Quarto Piso	0.20	0.25
Terceiro Piso	0.20	0.25
Segundo Piso	0.20	0.25
Primeiro Piso	0.20	0.25
Fundação	0.20	0.25

FIGURA 43 – INTRODUÇÃO AUTOMÁTICA IFC - CYPECAD
FONTE: O autor (2012)

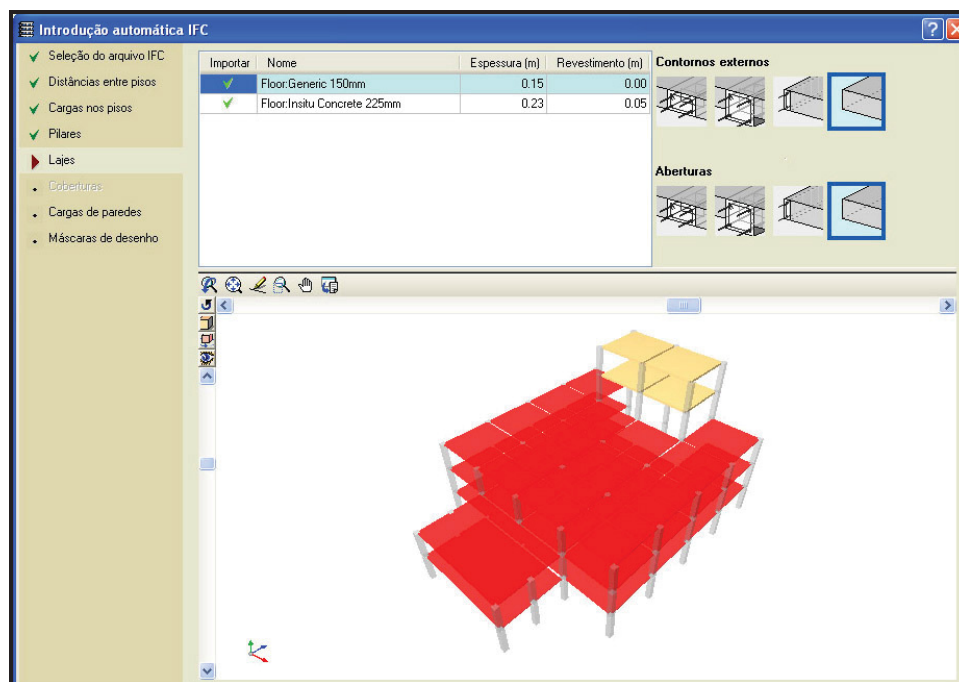


FIGURA 44 – RECONHECIMENTO DAS LAJES - CYPECAD
 FONTE: O autor (2012)

O Quadro 21 mostra o resultado do Fluxo 10 de informações, onde é possível notar que todos os elementos de fundação foram perdidos, elementos mais complexos como rampas e escadas tampouco foram reconhecidas no processo, há ausência de todas as vigas, além de um mínimo de informações textuais repassadas, sem o carregamento de nenhum elemento estrutural.

	Informações Identificadas no Fluxo	%
FLUXO 10	Características Geométricas	20
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 21 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 10
 FONTE: O autor (2012)

6.6.11 Fluxo 11

O Tekla Structures é o software de teste para o Fluxo 11. As informações foram geradas a partir do modelo estrutural carregado no Revit Structure 2011 (Figura 45). A entrada de dados no formato IFC dentro do Tekla apresenta algumas particularidades que devem ser levadas em consideração no que diz respeito aos seus conceitos BIM difundidos.

Para a versão do v.16 Tekla Structures utilizada no estudo, a inserção ou a importação de dados IFC são feitas por modelos de referência e não como uma importação simples de arquivos. Essa inserção de modelos de referência, como diz o nome, serviria apenas para se obter o modelo aberto, porém, sem a possibilidade de editar o modelo e assim ampliar, editar ou corrigir as informações, nesta etapa principalmente estruturais.

O modelo estrutural como referência se torna impossível de ser simplesmente “explodido” ou desagrupado, dependendo da linguagem do software. Para realizar essa função é necessária a utilização de plugin existente no Tekla Structures, somente assim se torna possível separar o elemento completo em partes independentes. O Quadro 22 repassa as porcentagens identificadas no processo de interoperabilidade no Fluxo 11.

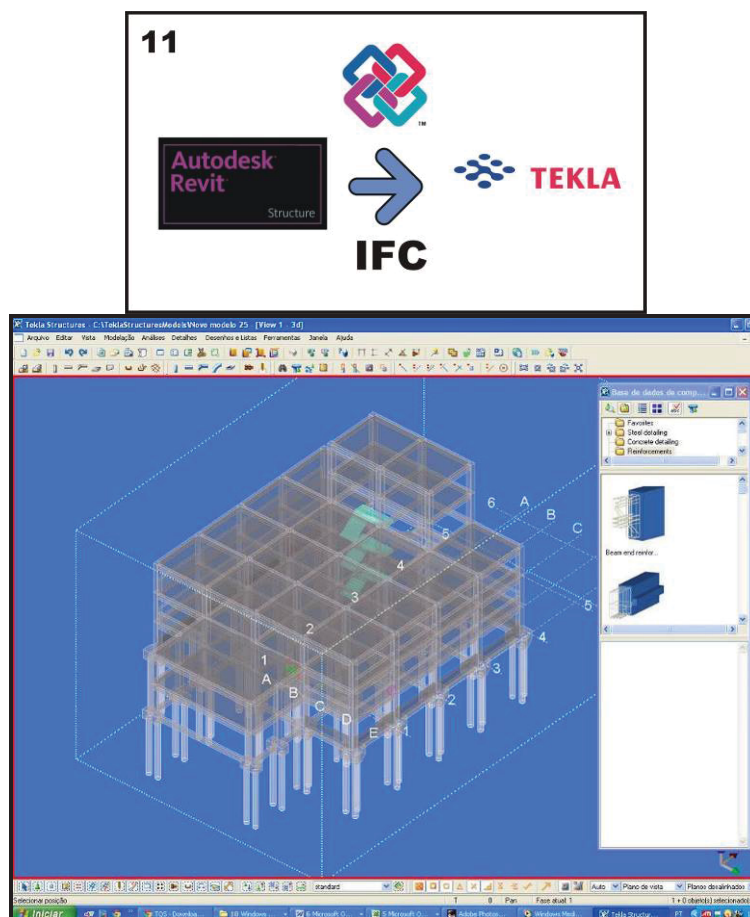


FIGURA 45 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 11 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

	Informações Identificadas no Fluxo	%
FLUXO	Características Geométricas	70
	Pavimentos da obra	0
11	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 22 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 11
 FONTE: O autor (2012)

A macro IFCObjectConverter possui uma certa limitação no desagrupamento dos elementos estruturais, assim gerando apenas os objetos simples como pilares, vigas e paredes, deixando todas as informações inseridas em um momento do passado, e como um possível retrabalho futuro (Figura 46).

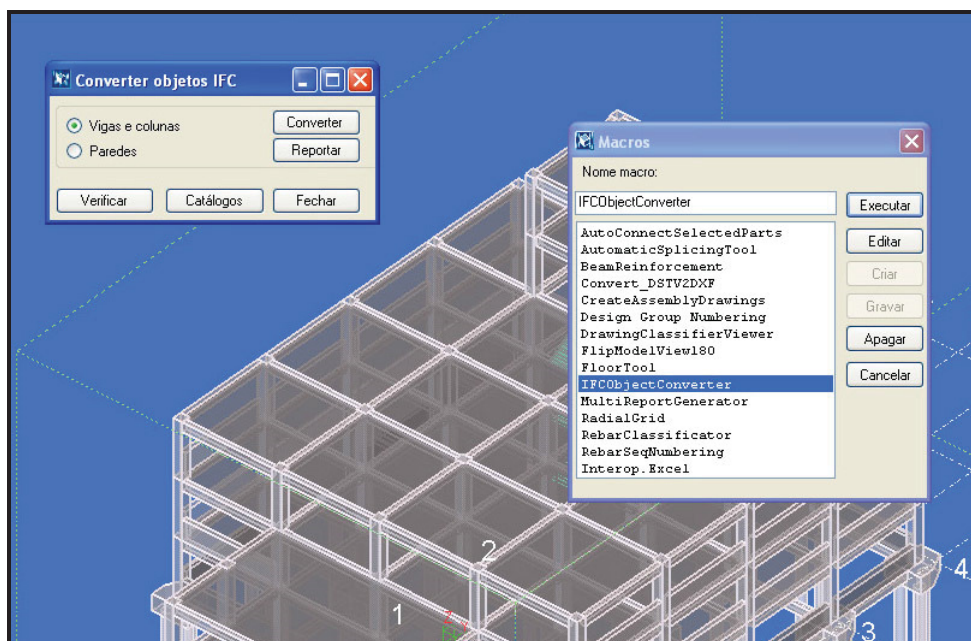


FIGURA 46 – MACRO IFCOBJECTCONVERTER
 FONTE: O autor (2012)

6.6.12 Fluxo 12

A Figura 47 demonstra na prática uma opção de fluxo que a interoperabilidade ainda não funciona corretamente, e por consequência sem maiores detalhamentos ou descrições. O CAD/TQS conforme já mencionado, possui apenas um plugin que funciona com o Revit Structure 2011, neste procedimento é gerado um arquivo RTQ. O software não possui entrada IFC, apenas exportação do formato, o que limita sua comunicação entre outros aplicativos de mercado e fabricantes que pensam em expandir sua trabalhabilidade entre outros softwares de proposta BIM.



FIGURA 47 – FLUXO 12 DE INFORMAÇÕES PARA O MODELO ESTRUTURAL
 FONTE: O autor (2012)

6.6.13 Fluxo 13

Um resultado semelhante ao encontrado no Fluxo 10 ocorreu na operação de exportação e importação para o Fluxo 13 (Figura 48). Tanto o Revit Structure 2011 como o ArchiCAD 14 não obtiveram êxito completo na interoperabilidade com o Cypecad 2010.

Contudo, esses modelos tiveram validação anterior à importação do Cypecad e atingiram ótimos resultados no Grupo 4. Isso leva a acreditar que o leitor de IFC2X3 do Cypecad 2010 ainda apresenta conflito com os arquivos gerados nos softwares supramencionados, como é possível notar no Quadro 23, em que são ilustrados os percentuais encontrados no fluxo de informações para os modelos estruturais.

A grande semelhança e fato primordial para as características geométricas obterem apenas 20% de resultado positivo são os elementos estruturais ausentes no fluxo, é possível verificar inconsistência completa dos elementos vigas nesta opção.

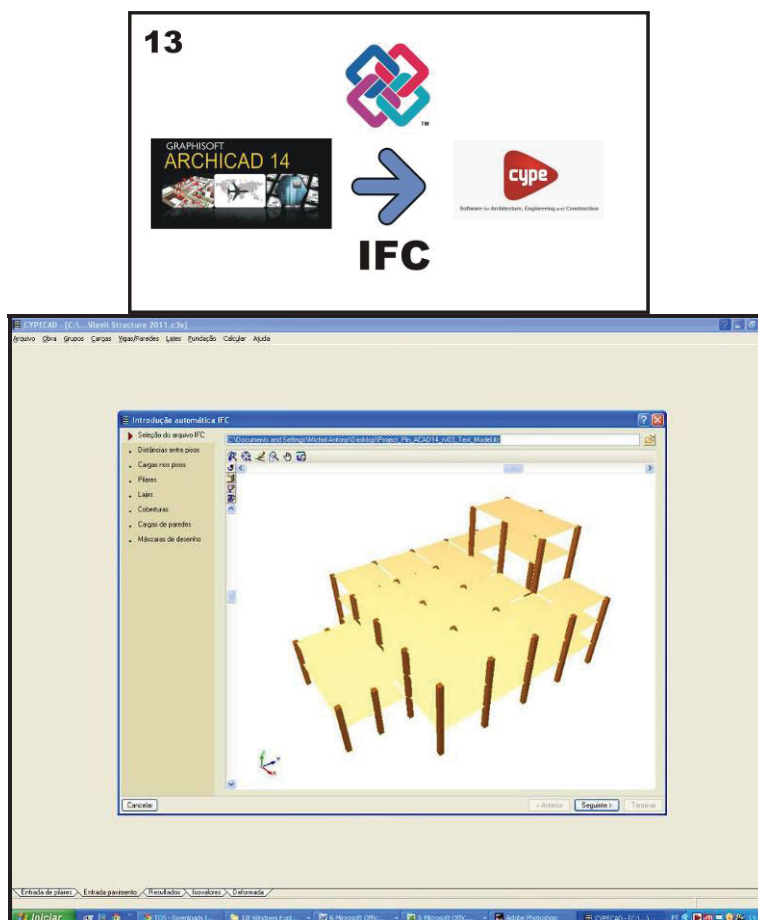


FIGURA 48 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 13 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

	Informações Identificadas no Fluxo	%
FLUXO	Características Geométricas	20
	Pavimentos da obra	100
13	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 23 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 13
 FONTE: O autor (2012)

6.6.14 Fluxo 14

Com a confirmação apresentada dentro desse Fluxo 14, utilizando o IFC e com os resultados obtidos anteriormente no Fluxo 11, eles praticamente se repetem, fundamentalmente na questão de ter que se adotar um plugin para utilizar o arquivo no ambiente do software, pois o modelo de referência gerado é agrupado e não aceita edições. O Fluxo 14 é representado na Figura 49.

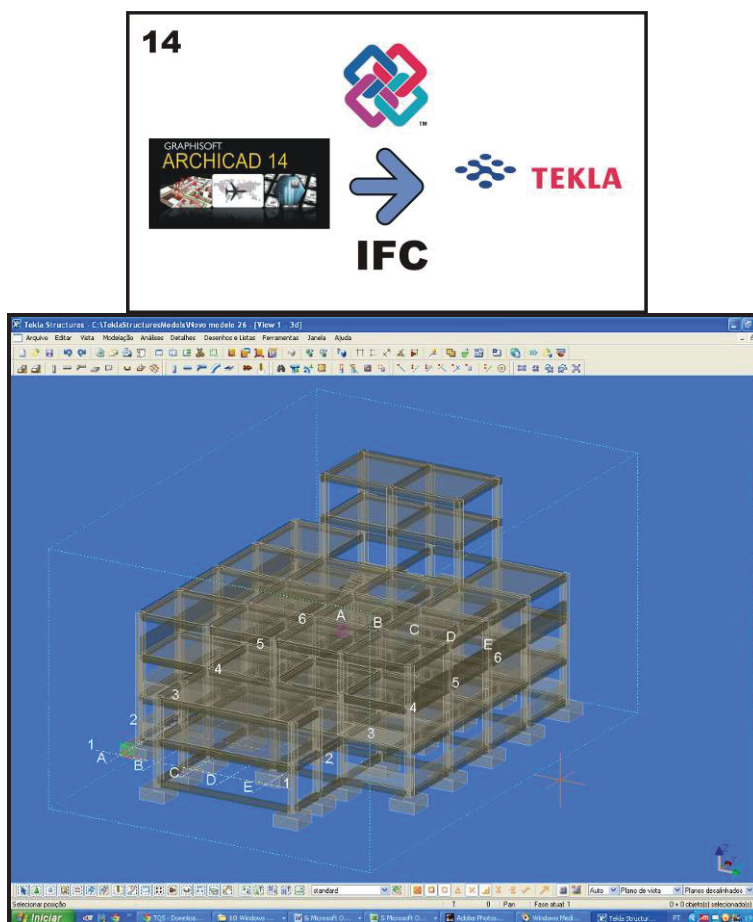


FIGURA 49 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 14 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

O Quadro 24 também ilustra o fenômeno ocorrido no Fluxo 11, que torna a acontecer tanto para o Revit Structure 2011 como para o ArchiCAD 14, portanto

fica evidente não existir objetivamente nenhuma vantagem em se optar por um ou outro sistema na elaboração do projeto arquitetônico ou na ampliação, ou edição estrutural, a qual não foi identificada em nenhum âmbito dentro desse fluxo de informações.

Após o uso da macro IFCObjectConverter, a edição dos elementos estruturais reconhecidos pode ser feita de maneira simples, uma caixa de opções para a caracterização do elemento pode ser acessada e assim se pode introduzir informações relevantes ao elemento estrutural, mesmo se tratando de um retrabalho claro dentro do processo, conforme apresentado na Figura 50.

Informações Identificadas no Fluxo		%
14	FLUXO Características Geométricas	70
	Pavimentos da obra	0
	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 24 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 14
FONTE: O autor (2012)

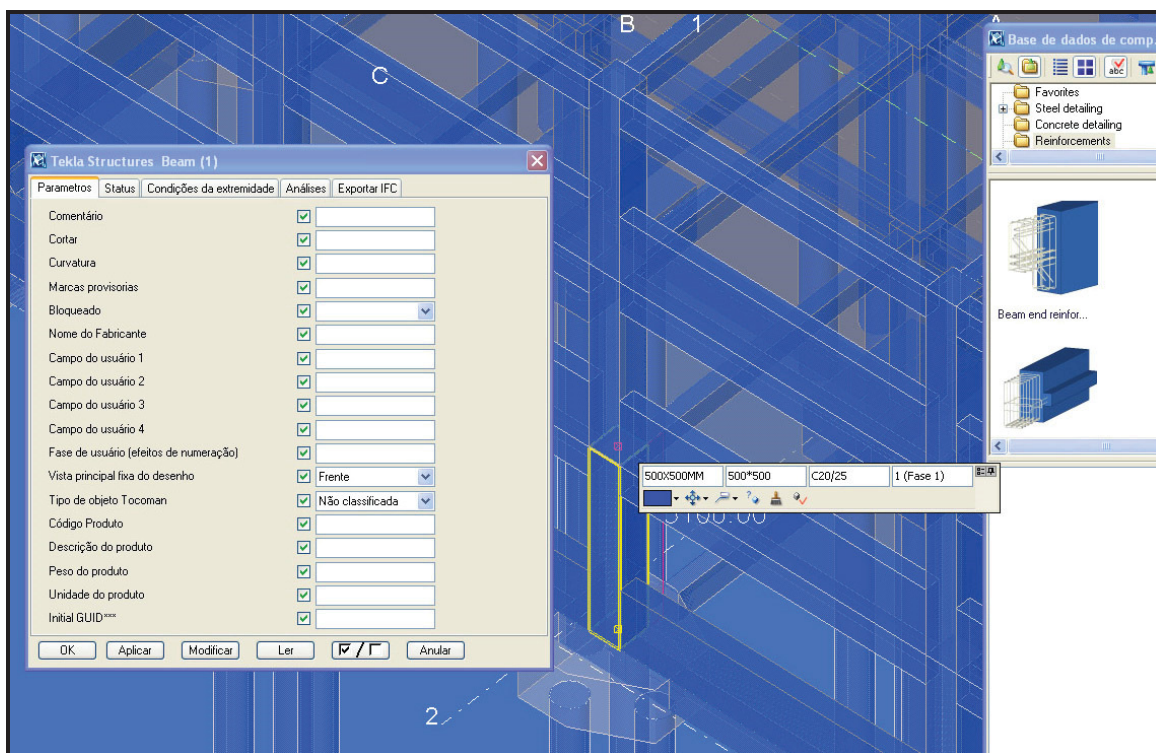


FIGURA 50 – ACESSO A EDIÇÃO DE INFORMAÇÕES TEKLA STRUCTURES
FONTE: O autor (2012)

6.6.15 Fluxo 15

No fluxo em que é estudado o uso do CAD/TQS e averiguação das informações contidas nos modelos, da mesma forma como é usado o teste no sistema de origem do projeto arquitetônico ao estrutural, a avaliação de retorno também foi necessária no sentido contrário do fluxo inicial, ou seja, do projeto estrutural ao arquitetônico, procedimento trivial no caso de uma compatibilização de projeto estrutural finalizado, conforme a Figura 51.

O CAD/TQS não possui importação IFC, mas tem como opção a exportação IFC para outros sistemas que possam ler as informações do arquivo.

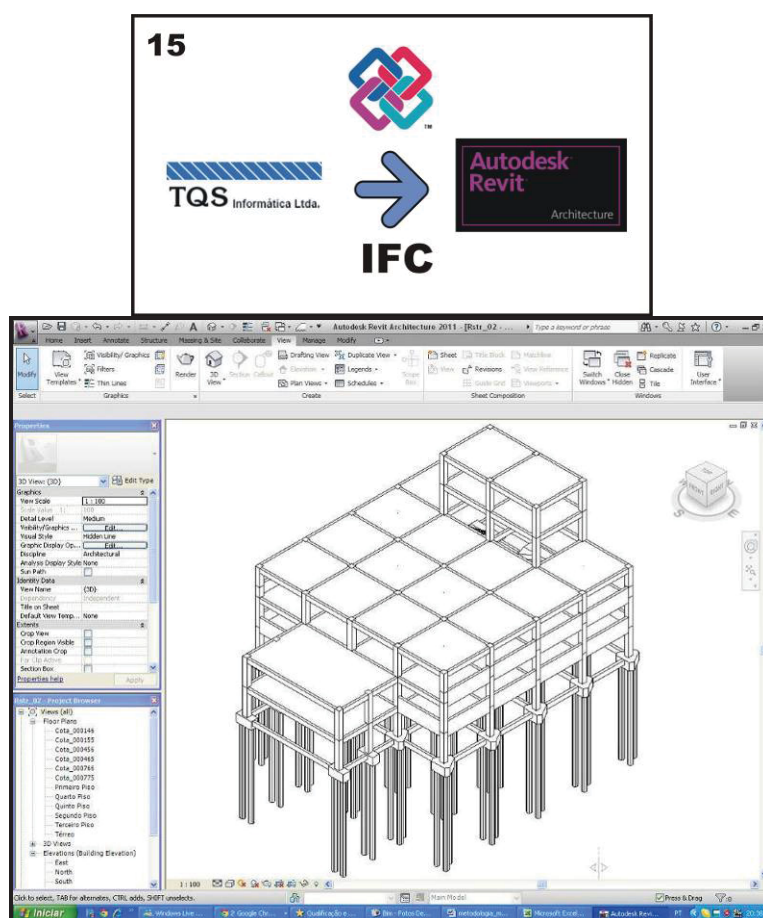


FIGURA 51 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 15 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

No entanto, o retorno realizado de informações para a arquitetura do Revit Architecture 2011, pertencente ao Grupo 1, apresentou resultados consideráveis e de alto percentual no que diz respeito ao uso IFC. Muitas informações podem ser utilizadas, e certo tempo de retrabalho evitado, como mostra o Quadro 25.

Informações Identificadas no Fluxo		%
FLUXO 15	Características Geométricas	100
	Pavimentos da obra	100
	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 25 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 15
 FONTE: O autor (2012)

6.6.16 Fluxo 16

O CypeCAD não possui nenhum sistema integrado para exportar informações com o uso do IFC, possuindo apenas o importador. Assim, é impossível o retorno das informações utilizadas no software para a arquitetura de origem, conforme Figura 52.

A sua plataforma de exportação é direta para outros programas, dentre os quais podemos citar o próprio Tekla Structures. A exportação é feita de maneira simples e não requer nenhuma configuração especial para o arquivo. No entanto, como estamos estudando ambiente de importação e exportação IFC nos conceitos BIM de bidirecionalidade, esse sistema de aplicação conjunta não faz parte do nosso escopo de estudo, a priori, por não se tratar de um método de ampliação de informações em que se possa optar pelos fabricantes sem direcionamento do próprio software, utilizando um arquivo livre, aberto e separado do software, como unicamente ter a opção de salvar o arquivo em formato IFC2X3, por exemplo.



FIGURA 52 – MODELO NO FLUXO 16 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

6.6.17 Fluxo 17

O Fluxo 17 trata-se do retorno das informações contidas no IFC do Tekla Structures para o Revit Architecture 2011 e está ilustrado na Figura 53.

A manipulação do arquivo no ambiente estrutural do Tekla Structures permitiu a ampliação de informações ao modelo, o aplicativo apresentava ferramentas para atribuição de detalhes e incorporação de elementos construtivos, que por consequência, foram inseridos também ao formato IFC.

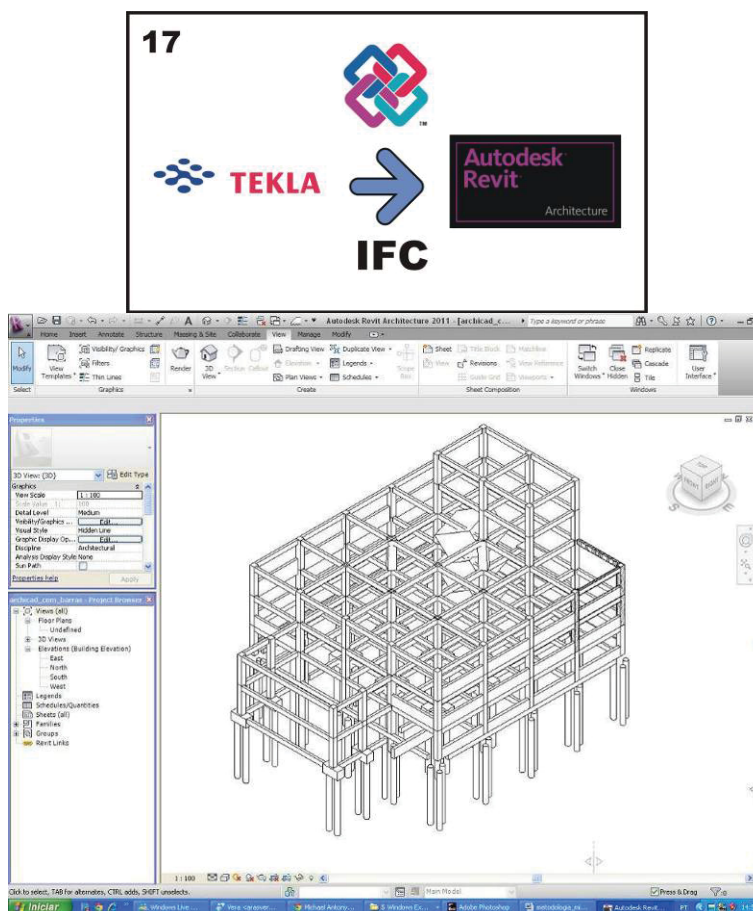


FIGURA 53 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 17 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

	Informações Identificadas no Fluxo	%
FLUXO	Características Geométricas	70
	Pavimentos da obra	0
17	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 26 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 17
 FONTE: O autor (2012)

Dentro do ambiente de modelagem do Tekla Structures a inclusão das armaduras para os elementos estruturais é possível por meio de uso de macros do software, que facilitam a introdução automática de barras longitudinais e estribos.

A escolha da norma a utilizar e dimensionamento das barras se dá pelas ferramentas de edição existentes dentro do programa. Assim, o Tekla Structures não funciona no dimensionamento direto dos elementos estruturais, mas como um instrumento para auxílio na aplicação dos conceitos de dimensionamento pré-estabelecidos e considerados pelo projetista. Em resumo, o Tekla Structures não trabalha sozinho no dimensionamento ou gera um dimensionamento para simples conferência, quem dimensiona é o projetista responsável.

Entretando, esse procedimento só pode ser aplicado em pilares e vigas, pois a macro utilizada para desagregar o modelo de informação inserido pelo IFC, não funciona para outros elementos que não sejam pilares, vigas e paredes, conforme ilustra a Figura 54.

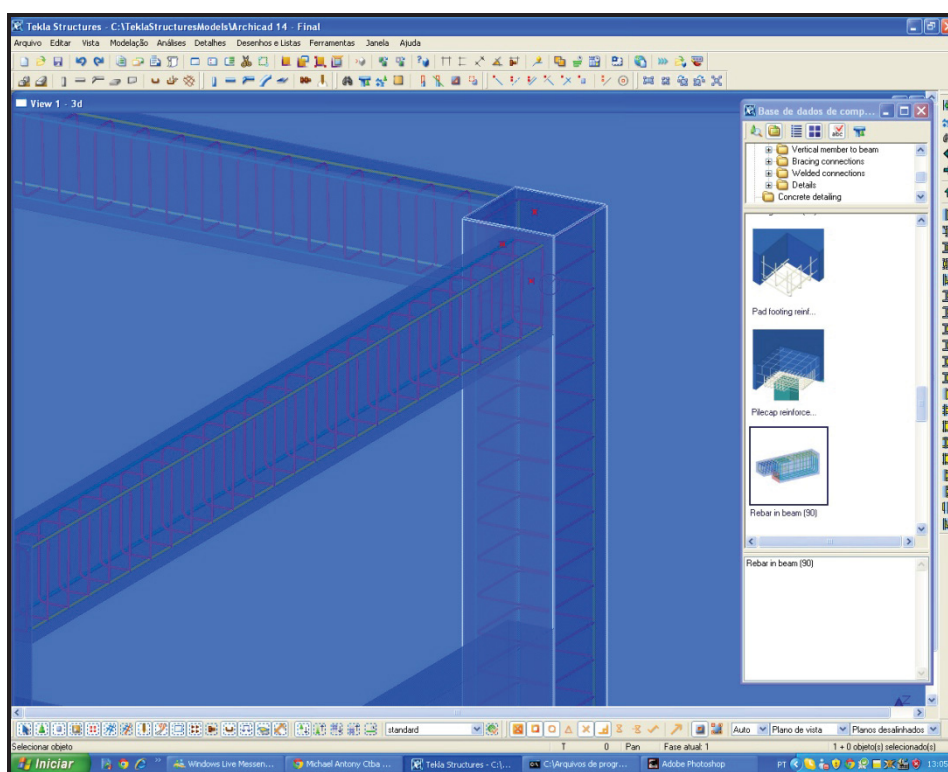


FIGURA 54 – ARMADURAS INSERIDAS NOS MODELO – TEKLA STRUCTURES
FONTE: O autor (2012)

A Figura 55 apresenta visualmente os resultados obtidos no quesito de transmissão das barras dimensionadas no Tekla Structures e importadas como IFC2X3 no Revit Architecture 2011. A transmissão de barras foi completa para esse Fluxo 17 de informação, e ainda houve ampliações no formato.

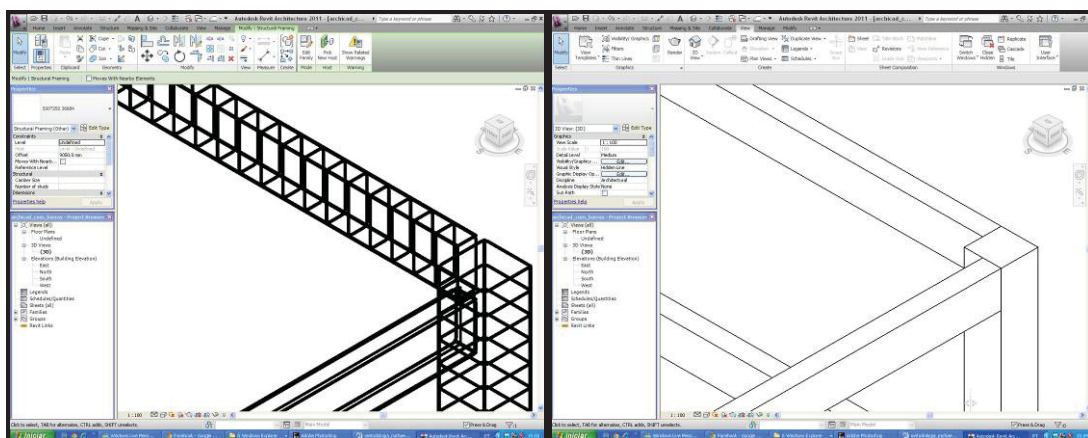


FIGURA 55 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 13 DE INFORMAÇÕES
 FONTE: O autor (2012)

6.6.18 Fluxo 18

O Fluxo 18 está representado na Figura 56 e para efetuar esse experimento de interoperabilidade, o modelo de informação foi elaborado apenas do ArchiCAD 14 e não foi ampliado com carregamento no Grupo 2, e assim introduzido como modelo de referência no ambiente do Tekla Structures.

Com isso, as mesmas dificuldades apresentadas que envolvem o uso da macro também ocorreram neste fluxo, que perdeu a identidade elaborada dos elementos básicos estruturais por completo, se limitando a reconhecer pilares, vigas e paredes. Cumpre lembrar novamente que a atribuição de armaduras se dá apenas para os elementos reconhecidos pelo software.

O Quadro 27 apresenta os percentuais identificados no Fluxo 18 de informação, esse fluxo foi basicamente composto por alguns elementos estruturais (os reconhecidos pelo Tekla Structures; tais como pilares, vigas e paredes), e pelas armaduras inseridas nos elementos identificadas no Tekla Structures.

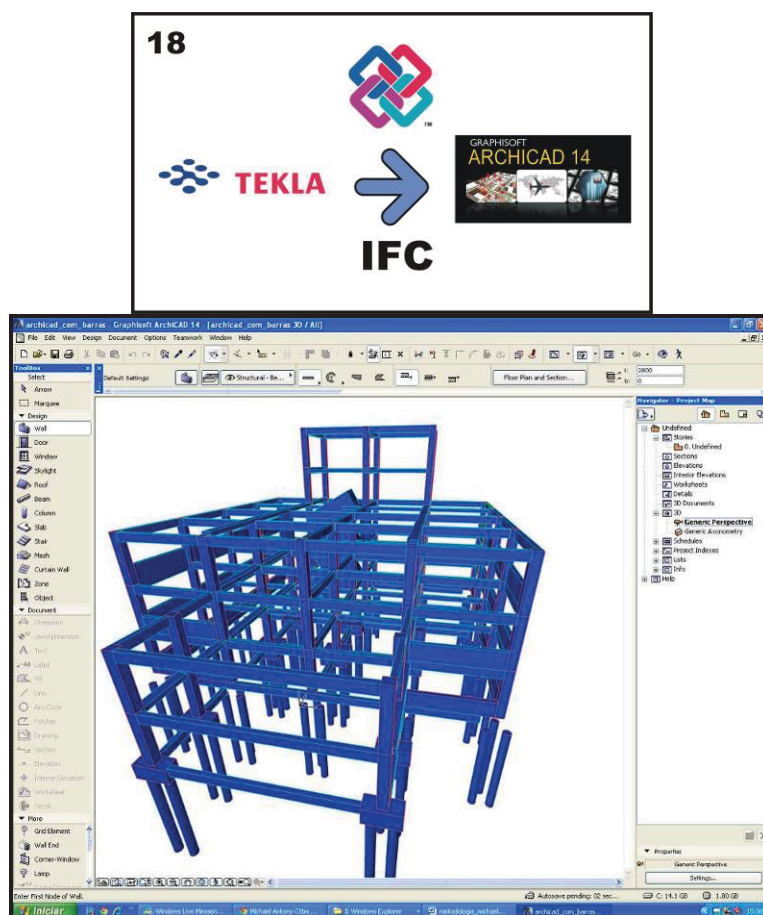


FIGURA 56 – MODELO OBTIDO NO FLUXO 18 DE INFORMAÇÕES
FONTE: O autor (2012)

Informações Identificadas no Fluxo		%
18	FLUXO Características Geométricas	50
	Pavimentos da obra	0
	Informações Inerentes ao Elemento	0
	Informações Textuais Complementares	0

QUADRO 27 – INFORMAÇÕES IDENTIFICADAS NO FLUXO 18
FONTE: O autor (2012)

Após o uso do IFCObjectConverter, nenhum dos elementos modelados foi identificado como concreto, ou teve qualquer outra informação recuperada e reconhecida pelo Tekla Structures. Vale ressaltar que no ambiente do Tekla Structures é possível inserir novamente essas propriedades aos elementos estruturais do modelo.

A Figura 57 mostra a ferramenta de edição das armaduras dentro do Tekla Structures, em que é possível optar por diversas bitolas de aço e normas vigentes. Já na Figura 58, a ilustração destacada é da identificação obtida das armaduras inseridas nas vigas e pilares dentro do ambiente do ArchiCAD 14. Esta inserção de armaduras nos elementos estruturais gerou um aumento significativo do tamanho no arquivo IFC2X3, cerca de 150,00%.

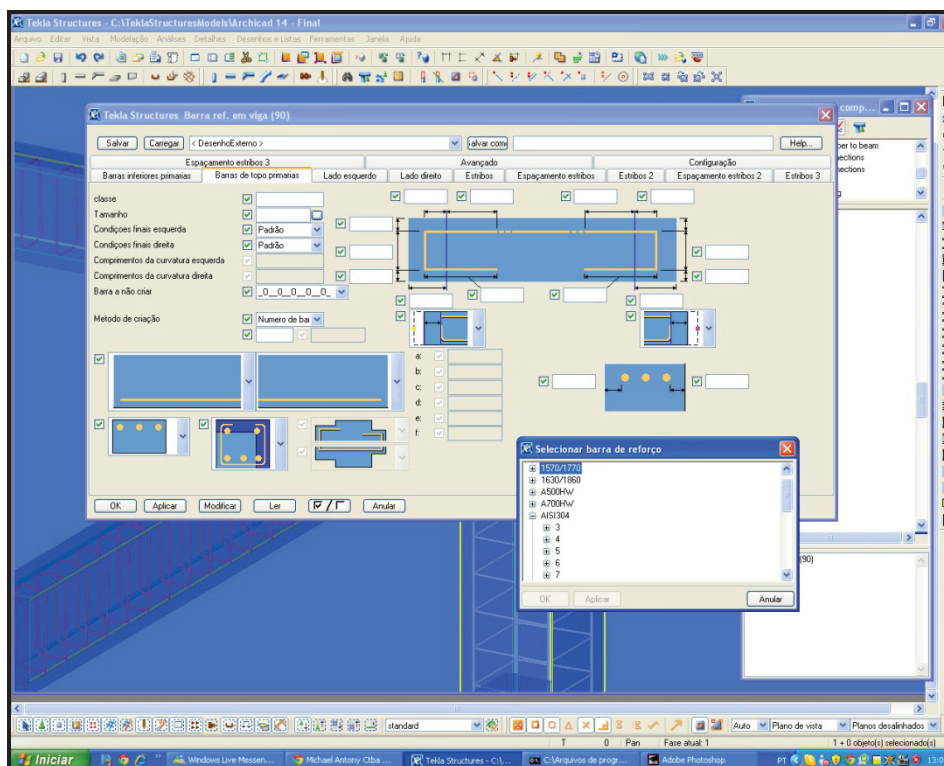


FIGURA 57 – AMBIENTE DE EDIÇÃO DAS ARMADURAS – TEKLA STRUCTURES
FONTE: O autor (2012)

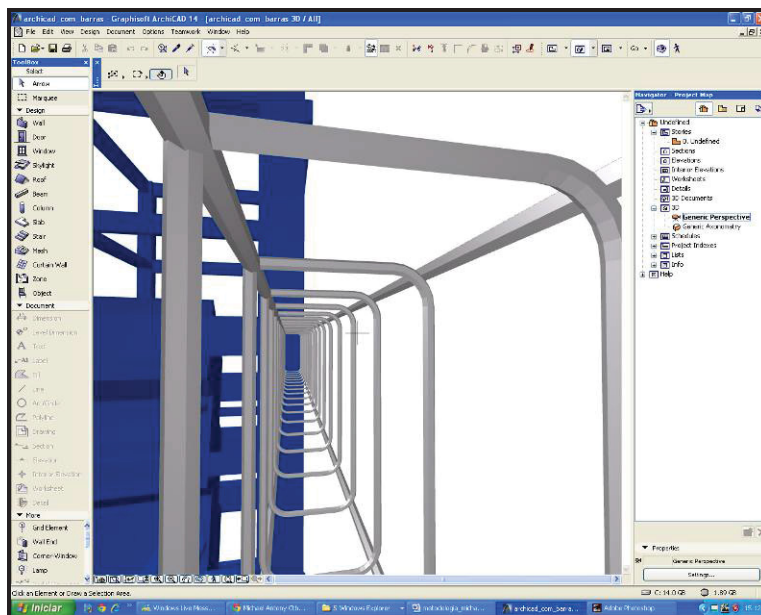


FIGURA 58 – ARMADURAS IDENTIFICADAS NO ARCHICAD 14
 FONTE: O autor (2012)

6.7 RESUMO DOS EXPERIMENTOS E VERIFICAÇÕES GERAIS

A análise de todos os fluxos de informações relacionados no fluxograma IFC2X3 entre os aplicativos arquitetônicos, estruturais e verificadores, os quais aparecem resumidos no Quadro 28, geram algumas conclusões no sentido orientar, exemplificar e direcionar os profissionais que desejam utilizar as ferramentas de algum destes softwares de proposta BIM para realizar suas tarefas de projetos com elementos de concreto armado, a partir de modelos de informação arquitetônicos.

Fluxo	Saída	Entrada	Arquivo
1	Revit Architecture 2011	Solibri Model Viewer 7.0.0.220	IFC2X3
2	Revit Architecture 2011	Nemetschek IfcViewer v1.2	IFC2X3
3	ArchiCAD 14	Solibri Model Viewer 7.0.0.220	IFC2X3
4	ArchiCAD 14	Nemetschek IfcViewer v1.2	IFC2X3
5	Revit Architecture 2011	Revit Structure 2011	IFC2X3
6	ArchiCAD 14	Revit Structure 2011	IFC2X3
7	Revit Architecture 2011	Revit Structure 2011	RVT
8	Revit Structure 2011	Solibri Model Viewer 7.0.0.220 Nemetschek IfcViewer v1.2	IFC2X3
9	Revit Structure 2011	CAD/TQS v16	RTQ
10	Revit Structure 2011	CypeCAD 2010	IFC2X3
11	Revit Structure 2011	Tekla Structures v16	IFC2X3
12	ArchiCAD 14	CAD/TQS v16	NO
13	ArchiCAD 14	CypeCAD 2010	IFC2X3
14	ArchiCAD 14	Tekla Structures v16	IFC2X3
15	CAD/TQS v16	Revit Architecture 2011	IFC2X3
16	CypeCAD 2010	Revit Architecture 2011 & ArchiCAD 14	NO
17	Tekla Structures v16	Revit Architecture 2011	IFC2X3
18	Tekla Structures v16	ArchiCAD 14	IFC2X3

QUADRO 28 – RESUMO DOS EXPERIMENTOS DE INTEROPERABILIDADE DO ESTUDO
 FONTE: O autor (2012)

O ponto fundamental deste trabalho foi analisar as possibilidades de manter as informações pertinentes aos modelos de informação referentes às suas características estruturais, geometrias básicas e carregamentos, principalmente as ações determinantes para melhorar o tempo de dimensionamento ou cálculo estrutural, e que ao menos facilitasse a fabricação do elemento estrutural, seja por simplesmente identificar a resistência característica do concreto à compressão, nome ou posição do elemento, níveis na obra, ou apenas fornecendo o nome do funcionário responsável pela execução do serviço de montagem da fôrma, por exemplo.

Com base nos fluxos experimentados, relatos percebidos e percentuais exitosos repassados no estudo, foi possível descrever alguns relatos práticos para os futuros usuários desses formatos de arquivos e consumidores dos produtos encontrados no mercado.

6.8 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

Com a experimentação independente dos fluxos de informação via IFC2X3, padronizações podem ser estudadas e organizadas, a fim de se montar um roteiro profissional em que não haja problemas demasiados com retrabalho nos sistemas apresentados para projeto arquitetônico e estrutural.

É importante salientar que as considerações sobre a facilidade de modelagem ou ferramentas de ilustração dos modelos com maior perfeição, não foram levadas em consideração no estudo, por consequência alguns profissionais podem optar por determinado aplicativo por possuir maior desenvoltura com o mesmo.

Em nenhum dos fluxos da sequência de experimentos criados no Grupo 1 e ampliado com os carregamentos do Grupo 2, com exceção das validações no Grupo 4, as informações textuais foram repassadas aos modelos por meio do arquivo IFC e poderiam, em um âmbito geral, serem ignoradas para qualquer opção de fluxo de trabalho, pois o trabalho de inserir as informações textuais, muitas delas bem relevantes, não obteve êxito de continuidade em nenhuma das opções testadas neste trabalho.

Após catalogação de praticamente todas as informações estruturais para todos os elementos modelados em dois ambientes distintos de concepção arquitetônica de proposta BIM, os resultados são claramente conflitantes entre os geradores do IFC de cada software, em se tratando dos leitores dessas informações em outra plataforma.

Existe uma diferenciação nas entidades de cada sistema para a geração dos arquivos IFC e cada unidade arquitetônica apresenta uma listagem de entidades diferentes da outra, ou seja, em cada gerador IFC uma entidade pode ser responsável por guardar certa informação, que em outro sistema alguma outra entidade seria utilizada para essa função.

Este fato pode gerar um grande conflito de identificação das informações, devido à utilização de entidades diferentes e até mesmo essa entidade IFC, pode não existir cadastrada em seu banco gerador do formato.

Para os sistemas de validação das informações analisadas (checadores), praticamente todo o formato IFC foi lido, com pequenas exceções em pontos isolados, caracterizando o arquivo com dados de informação importantes para as continuidades estruturais para o decorrer na cadeia.

Após a validação do IFC a partir do Fluxo 5 de informações, os conflitos são mais visíveis na identificação do conteúdo repassado ao software estrutural, até para fabricantes de software de uma mesma empresa, como é o caso do Fluxo 6, onde é recomendado o uso do próprio formato do fabricante, mesmo não se encaixando no conceito BIM e tomado o uso do RVT para considerar integralmente as ampliações do Revit Structure.

Grande parte da facilidade em optar por um ou outro programa do Grupo 1 está no fato de existir um sistema em que se possa ampliar as características estruturais com maior facilidade, fato reconhecido na questão de usar o mesmo fabricante para o Fluxo 6, neste caso há grande possibilidade de reconhecimento praticamente integral das informações, por se tratar de um mesmo conceito de fabricante para o gerador e para a leitura do IFC.

Para o Fluxo 5 existe uma grande quantidade de retrabalhos e os benefícios são nulos em se tratando da sequência das informações.

Um importante fator a ser salientado na questão dos fluxos é a inoperância dos carregamentos no arquivo IFC, no ambiente do Revit Structure, para salvar um arquivo, existe um sistema de opções em IFC para a indicação de entidades responsáveis pelo recebimento de informações da modelagem, no entanto a edição desses itens não vem alterando significativamente os resultados observados no arquivo final gerado.

Finalmente, entende-se que o escopo previsto na questão de interações como experimentos e com uso de modelos de informação foi satisfatória no quesito de obtenção de um retorno informativo destes procedimentos e que a questão do BIM e do IFC ainda necessitam de um tempo de maturação, continuidade de aplicação aos profissionais, investimento de fabricantes e estudiosos das linguagens utilizadas nestes formatos envolvidos de arquivos.

7 CONCLUSÃO

Após uma verificação geral sobre o uso de arquivo no formato IFC como elemento de comunicação entre sistemas que propõem a difusão do BIM para troca de informação entre softwares, foram identificadas muitas inconformidades que prejudicam uma operação completa de implementação desta metodologia com uso corrente em ambientes de trabalho de projeto para a construção civil, principalmente nos quesitos analisados no trabalho aqui apresentado.

Foi simulada a atividade de um projeto de arquitetura conciliada e integrada com o projeto estrutural em uma análise de concepção de edificações, carregamento de estruturas, dimensionamento dos elementos estruturais para construção e finalizando com a compatibilização do ciclo de gestão, retornando aos sistemas de origem na arquitetura, por meio de IFC, esse procedimento pode certamente funcionar auxiliando adequações de esquadrias, acabamentos e qualquer outro elemento da construção que dependa das dimensões das estruturas para sua realização.

Seguindo a revisão sobre o assunto e tomando os resultados obtidos mais recentemente dentro desse estudo, é possível observar que ainda não existe um consenso entre quais informações introduzir para o elemento estrutural e quais aquelas que realmente serão usadas pelo próximo participante da cadeia de modelagem.

O IFC2X3 é uma realidade dentro dos programas atuais de mercado e sua participação dentro de ambientes de modelagem BIM está cada vez maior.

No entanto, sua eficácia vem sendo avaliada com o passar do tempo e ainda vem mostrando ter muita fragilidade no quesito de garantia de acesso às informações em diferentes ambientes de projeto.

Apesar desta condição de instabilidade na garantia de proporcionar agilidade nos trabalhos da construção, deve ser ressaltado que o uso do IFC ainda é uma prática de aplicação em constante desenvolvimento e com grande

possibilidade de melhorar com o tempo e com estudos direcionados ao seu aperfeiçoamento.

Pesquisas relacionadas à interoperabilidade e testes para reduzir o tempo das etapas de projetos provam que essa é uma necessidade clara dos profissionais na gestão da construção civil, principalmente no que tange a esfera de recursos financeiros e redução de desperdícios.

Futuramente, muitos problemas encontrados em um estudo como esse apresentado poderão deixar de existir com a evolução dos padrões neutros IFC2X4, por exemplo, juntamente com o melhoramento e efetiva organização na padronização das questões que envolvem a geração computacional por programação do IFC dentro do software e leitura destes arquivos em demais ambientes, a partir de sistemas diferentes de exportação.

Com essa rotina de testes com fluxos de informação, auxiliados pelo arquivo IFC, foi possível gerar sugestões práticas dos melhores rumos a se tomar no uso BIM entre o responsável pela arquitetura e o projetista estrutural de concreto armado, dando opção de identificar algumas possibilidades de maior compatibilidade entre sistemas e direcionar os pesquisadores interessados em promover novos estudos com a quantidade de ferramentas existentes e outras que possam existir futuramente.

7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Utilização de sistemas mais desenvolvidos de criação ou leitura IFC para análise da melhoria na transmissão de dados entre aplicativos;
- Identificar a evolução e efetiva implementação do IFC2X4 e seus benefícios aos softwares de mercado;
- Ampliação das informações aos modelos por meio de elementos arquitetônicos, 4D/5D e/ou manipulação com estruturas metálicas.

REFERÊNCIAS

AAKER, D. A.; KUMAR V.; DAY G. S. **Pesquisa de marketing**. Tradução Reynaldo Cavalheiro Marcondes. São Paulo: Atlas, 2001.

ANDRADE, M.L.V.X.; RUSCHEL, R.C. **Interoperabilidade entre ArchiCAD e Revit por meio do formato IFC**. IV TIC, Rio de Janeiro, Brasil, 2009. Artigo disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14790.pdf>>. Acesso em: jun/2011.

AUTODESK. Produtos Autodesk. 2011. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/adsk/servlet/pc/index?siteID=1003425&id=15061619>>. Acesso em: abr/2011.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao Modelo Integrado do Edifício**. Curitiba, 2009, 149 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d01113.pdf>>. Acesso em: jan/2012.

AZUMA, F.; MACHADO C. B. Z.; FREITAS M. C. D.; SCHEER S.; SCHMID A. L. **Inovações Tecnológicas Aplicadas ao Projeto de Edificações Revista Produção OnLine**. v. 7, n. 3, 2007. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/viewFile/70/70>>. Acesso em: abril/2011.

BRUNNERMEIER, S. B.; MARTIN, S. A. Interoperability Cost Analysis of the US Automotive Supply Chain - Final Report. **Research Triangle Institute**. mar/1999, p. 93.

BSI, BuildingSMART. **International home of openBIM**. 2011. Disponível em: <<http://buildingsmart-tech.org/>>. Acesso em: abr/ 2011.

CRESPO, C.C.; RUSCHEL R.C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. III – Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil – 2007. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/norie/tic2007/artigos/A1085.pdf>>. Acesso em: mar/2011

COELHO, S.B.S. **Coordenação de projetos de edifícios com emprego de sistemas colaborativos baseados em software livre**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, 2008.

EASTMAN, C. **Building Information Modeling. What is BIM?** Agosto, 2009. <<http://bim.arch.gatech.edu/?id=402> > Acesso em: 10/05/2010.

EASTMAN, C; TEICHOLZ,P.; SACKS, R; LISTON, K. **BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**, Second Edition – Wiley, 2011.

EASTMAN, C.M; SACKS, R.; JEONG, Y-S.; KANER, I. **Building Information Modeling (BIM) Architectural for Precast Concrete**, National Institute of Building Sciences, Washington DC, USA, 2008, 215 pages.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP.

FABRICIO, M.M.; MELHADO, S.B. **Por um Processo de Projeto Simultâneo**. São Paulo, SP, 2002.
Disponível em: <<http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A036.pdf>> Acesso em: mai/2011.

FERREIRA, S.L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (Bim): Contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa**. XII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção Civil – 2007. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>>. Acesso em: mar/2011.

FREITAS, M.R.; RUSCHEL, R.C. **O Processo de Projeto de Edificações e Ferramentas Gráficas Utilizadas**. Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 2000, Ouro Preto, Brasil.

FROESE, T.; FISCHER, M.; GOBLER, F.; RITZENTHALER, J.; YU, K. **Industry Foundation Classes for Project Management: A Trial Implementation**. ITcon. v.4, p 17-36, 1999. Disponível em: < <http://itcon.org/1999/2/>> Acesso em: mar/2011.

GRAPHISOFT. ArchiCAD. 2011. Disponível em: <<http://www.graphisoft.com/products/archicad/>>. Acesso em: mar/2011.

HOWARD, R. e BJÖRK, B. □ C. **Building information modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment. Advanced Engineering Informatics**, v. 22, n. 2, 2008, p.271 □ 280. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6X1X-4R8M4CW-3&_user=684709&_coverDate=04%2F30%2F2008&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=se arch&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000036719&_version=1&_urlVersion=0&_userid=684709&md5=e8ac97eb2c350013e0c1dda447eeffb6>. Acesso em: abril/2011.

IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R.; SCHIPPORIET G. **Two Approaches to BIM: A Comparative Study** College of Architecture, Illinois Institute of Technology - 2004 <<http://mypages.iit.edu/~krawczyk/miecad04.pdf>>. Acesso em: jan/2011.

JACOSKI, C. A. O intercâmbio de dados SIG e Projetos de Edificações. In: SIGAC - 2004. São José dos Campos - SP. **Workshop sobre aplicações de Sistemas de Informações Geográficas no Ambiente Construído**. São José dos Campos - SP: ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2004.

JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R. **A Viabilidade da Integração Técnica de Projetos de Construção Através da WEB**. 2004. Disponível em: <<http://claudio.jacoski.googlepages.com/PAP0211rprojetosweb.pdf>>. Acesso em: ago/2011.

JEONG, Y. S.; EASTMAN, C. M.; SACKS, R.; KANER, I. Benchmark **tests for BIM data exchanges of precast concrete, Automation in construction** 18, p. 469-484, Jul-2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V20-4VB5596-1/2/3aee576a1211bd65202cb183335276f2>>. Acesso em: mar/2011.

KANER, I.; SACKS, R.; KASSIAN, W.; QUITT, T. Case **studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms, ITcon**, v. 13, p. 303-323, 2008. Disponível em: <http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2008_21>. Acesso em: abr/2011.

KERLINGER, T. C.; TAYLOR, J. R. **Marketing research: an applied approach**. Tóquio: McGraw-Hill Kogakusha, 1979.

LOBO, A. V. R.; LOBO, F. H. R.; SCHEER, S. **Ambiente Colaborativo na Fiscalização de Projetos de Edificações de Obras Públicas**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído – Universidade de São Paulo, 2009.

MANZIONE, L.; MELHADO, S. B. **Porque os projetos atrasam? Uma análise crítica da ineficácia do planejamento de projetos adotada no mercado imobiliário de São Paulo** - III – Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil – 2007.

MARCOS, M. H. C. **Análise da Emissão de CO2 na Fase Pré-Operacional da Construção de Habitações de Interesse Social Através da Utilização de Uma Ferramenta CAD-BIM**. Curitiba, 2009, 70p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná.

MELHADO, S.B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 295f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MILES, M. B., HUBERMAN, M. **Drawing and Verifying Conclusions. In: Qualitative data analysis**. 6. Ed. London: SAGE Publications, 1987.

MOECKEL, A. **Modelagem de processos de desenvolvimento em ambiente de engenharia simultânea: implementações com as tecnologias workflow e Bscw**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), 2000 – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – Curitiba – Paraná.

MOTA, D.A.R.; FELIPE, A.A.C. **Gestão do conhecimento em empresas através de sistemas colaborativos**. KM Brasil 2009 – 8ª Edição do Congresso Brasileiro de Gestão do Conhecimento – Salvador – Bahia.

MULTIPLUS. Cypecad. 2011. Disponível em:
<http://cypecad.multiplus.com/Novidades_2011.htm>. Acesso em: abr/2011.

MÜLLER, M.F. **A interoperabilidade entre sistemas CAD de projetos de estruturas de concreto armado baseado em arquivos IFC**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

NASCIMENTO, L. A. **Proposta de um sistema de recuperação de informação para extranet de projeto**. 2004. 130 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

NIBS. National Building Information Modeling Standard. **National Institute of Building Sciences** – BuldingSMARTalliance – Dec-2007, 183 p.

OLIVEIRA, S. L. Coleta do material. In: **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

PAZLAR, T.; TURK, Z. **Interoperability in practice: geometric data exchange using the IFC standard**, ITcon, v. 13, special issue, p. 362-380, 2008.

PISSARRA, N.M.M. **Utilização de plataformas colaborativas para o desenvolvimento de empreendimentos de engenharia civil**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, out/2010.

ROBSON, C. **General design issues**. In: **Real world research: a resource for social scientists and practitioner**. Cambridge: Blackwell Publishers, 1993.

RODRIGUEZ, M. A. A. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. Florianópolis, 2005. 170p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas), Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHEER, S.; ITO, A.; AYRES, C.; AZUMA, F. e BEBER, M. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 7, 2007, Curitiba. Artigo disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007>>. Acesso em: mar/2011.

SILVA JUNIOR, H. **A experiência de implementação do sistema de ambiente colaborativo Sisac para a gestão de projetos em uma entidade pública**. Dissertação de Mestrado em Construção Civil - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2009.

SOARES, L.P.; COURSEUIL, E.T.L.; RAPOSO, A.B.; GATTASS, M. **Environ: Uma Ferramenta de Realidade Virtual para Projetos de Engenharia**. XXIX CILAMCE, 2008, Maceió – Brasil.

SOUZA, et. al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1995.

TAVARES JÚNIOR, W.; POSSAMAI, O.; BARROS NETO, J. P. **Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e fmea.** In: Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. II., 2002. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: PUC-RS/UFSM, 2002. 1CD.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.** Florianópolis, 2001. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

TEKLA, Tekla **Structures.** 2011. Disponível em:
<<http://www.tekla.com/international/products/tekla-structures/full/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: abr./2011.

VARGAS, R.V. **Gerenciamento de Projetos.** 6. ed. Editora Brasport, 2005, p. 276.

YIN, R. K. **Projetando estudos de caso.** In: **Estudos de caso: planejamento e método.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXOS

PLANTAS DO MODELO – ARCHICAD 14

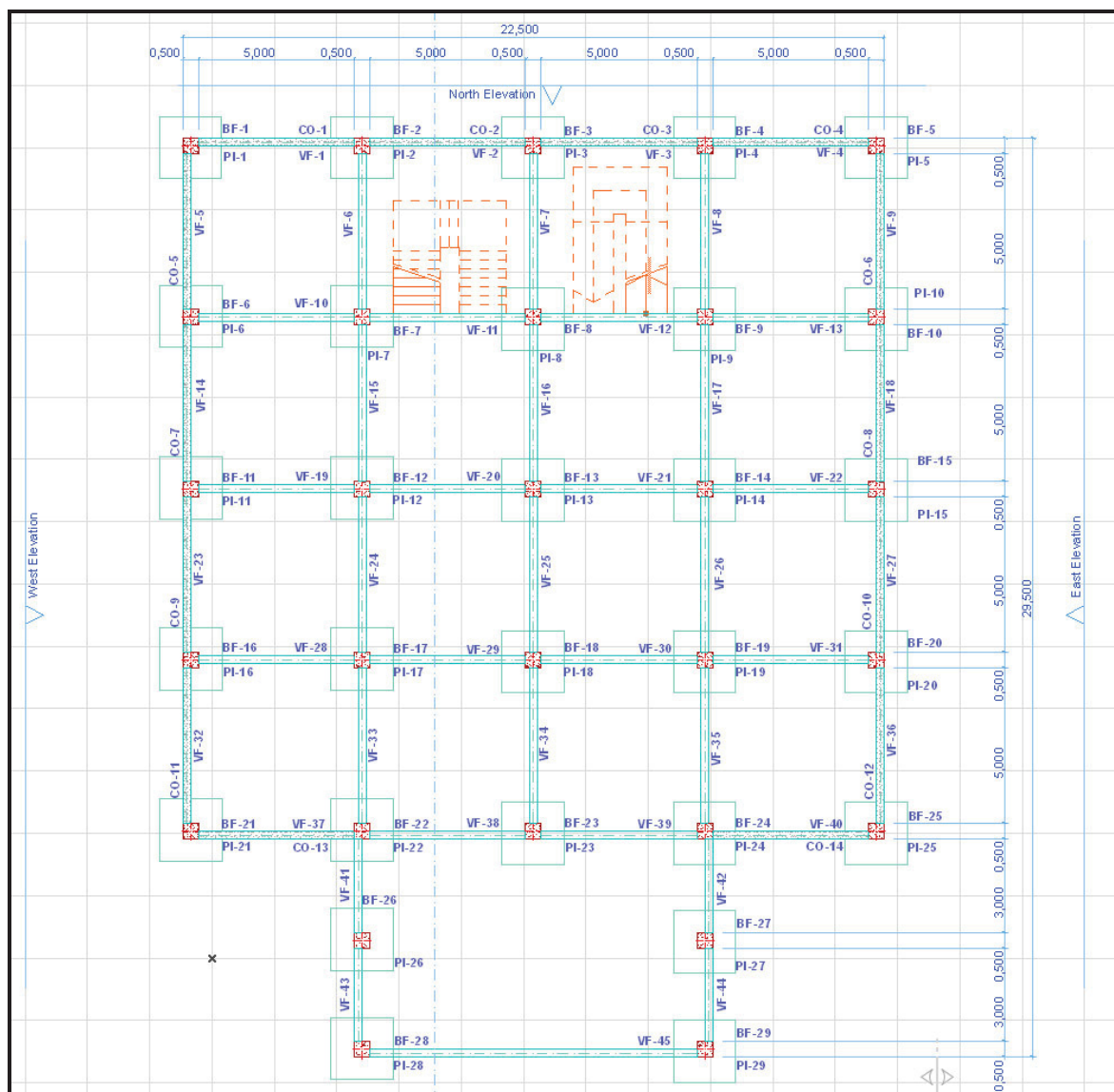


FIGURA 58 – MODELO ARCHICAD 14 – PAVIMENTO TÉRREO DO MODELO DE INFORMAÇÃO
 FONTE: O autor (2012)

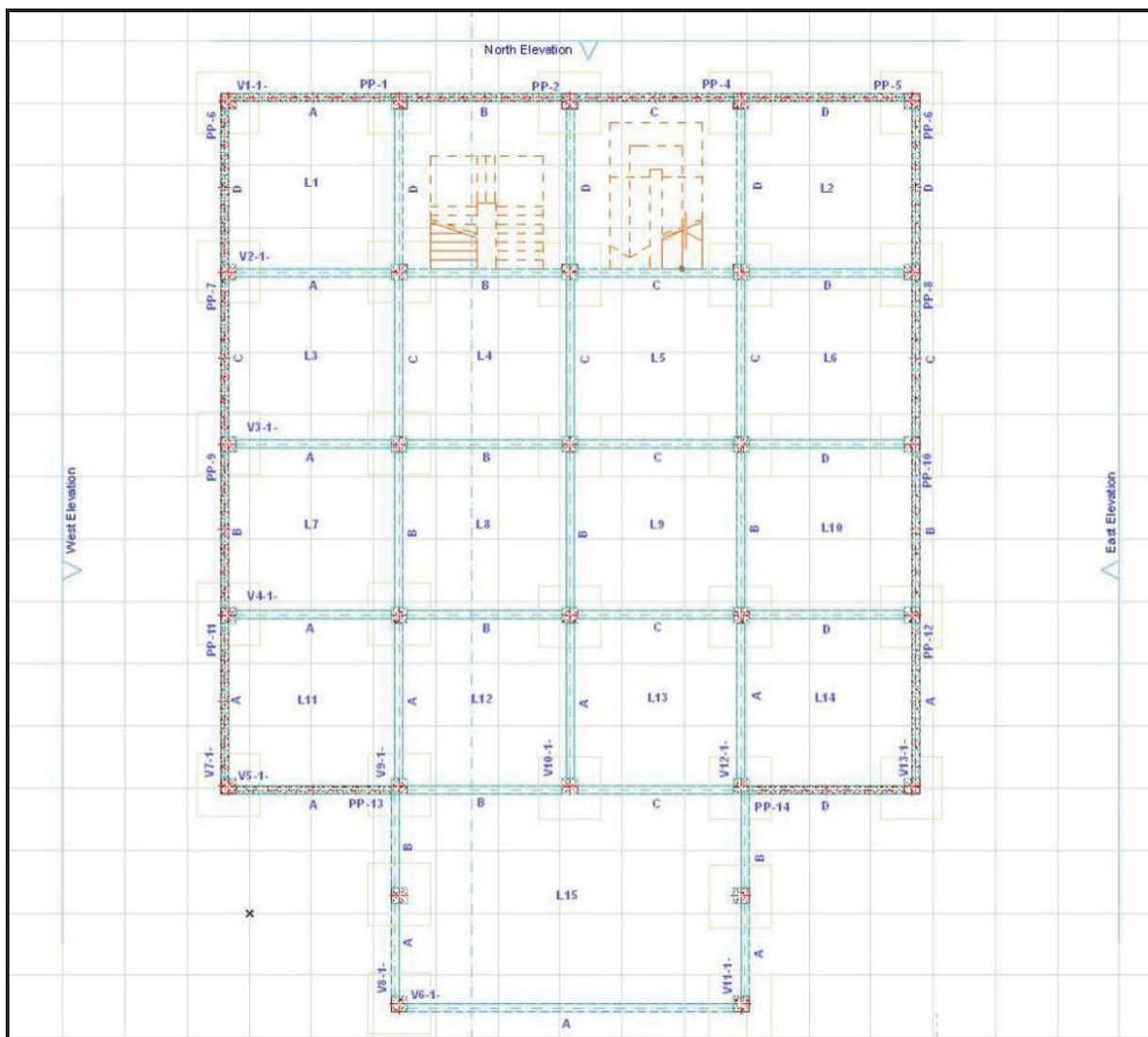


FIGURA 59 – MODELO ARCHICAD 14 – PRIMEIRO PAVIMENTO DO MODELO DE INFORMAÇÃO
 FONTE: O autor (2012)

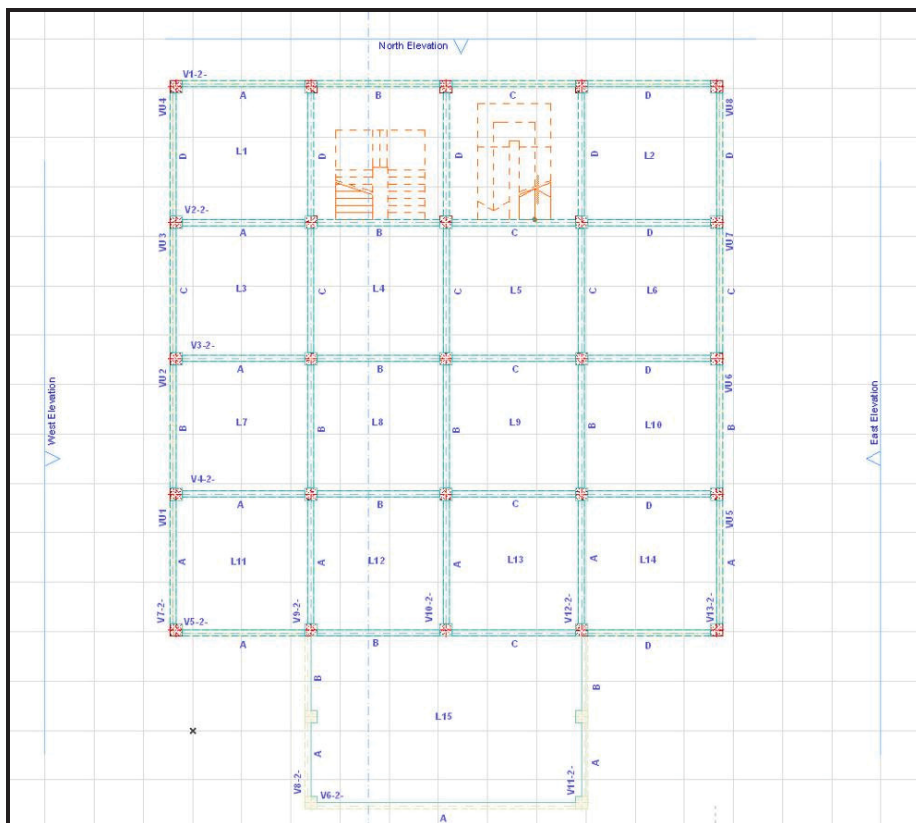


FIGURA 60 – MODELO ARCHICAD 14 –SEGUNDO PAVIMENTO DO MODELO DE INFORMAÇÃO
 FONTE: O autor (2012)

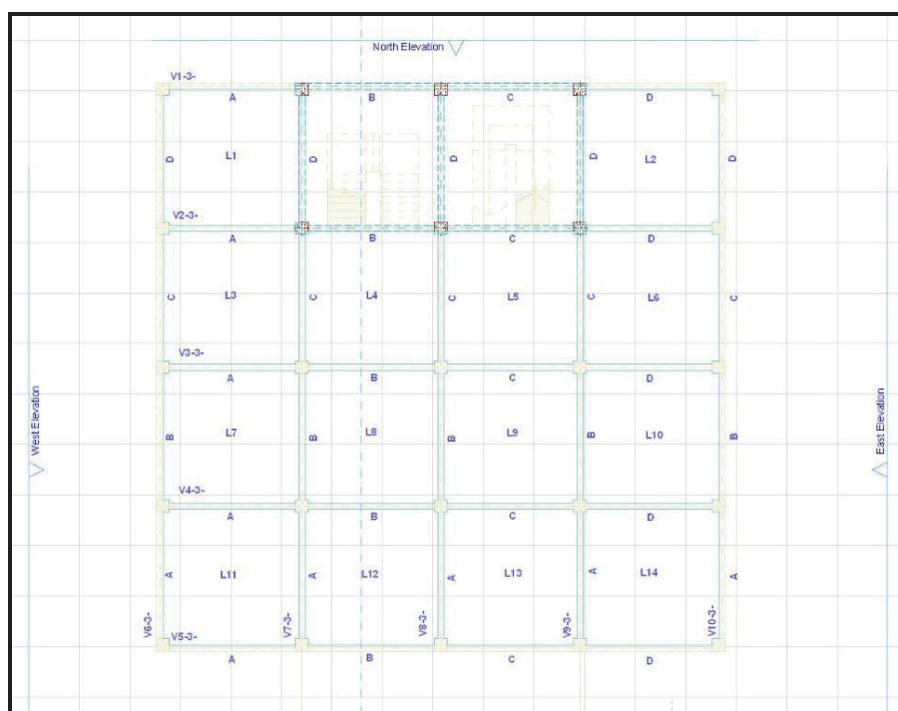


FIGURA 61 – MODELO ARCHICAD 14 – TERCEIRO PAVIMENTO DO MODELO DE INFORMAÇÃO
 FONTE: O autor (2012)

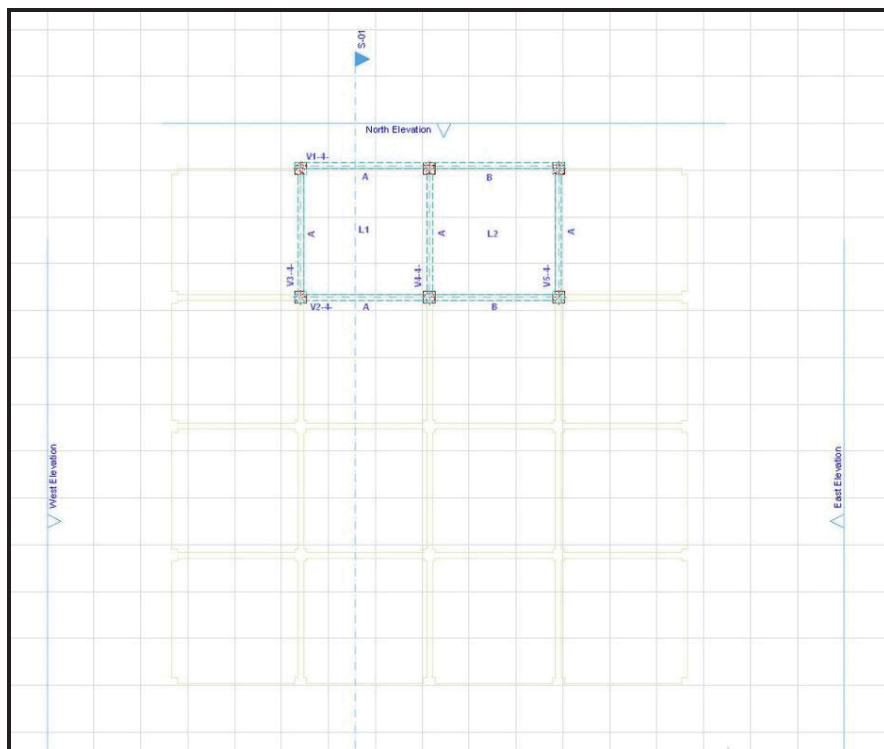


FIGURA 62 – MODELO ARCHICAD 14 – QUARTO PAVIMENTO DO MODELO DE INFORMAÇÃO.
 FONTE: O autor (2012)

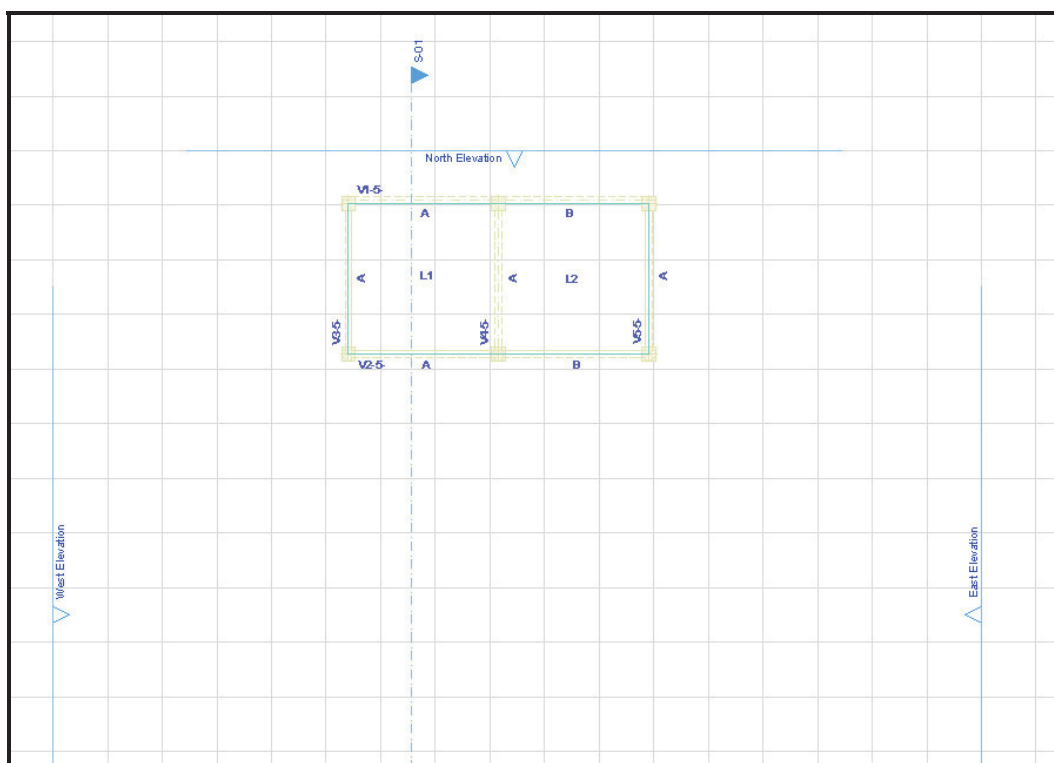


FIGURA 63 – MODELO ARCHICAD 14 – QUINTO PAVIMENTO DO MODELO DE INFORMAÇÃO.
 FONTE: O autor (2012)

PLANTAS DO MODELO – REVIT ARCHITECTURE 2011

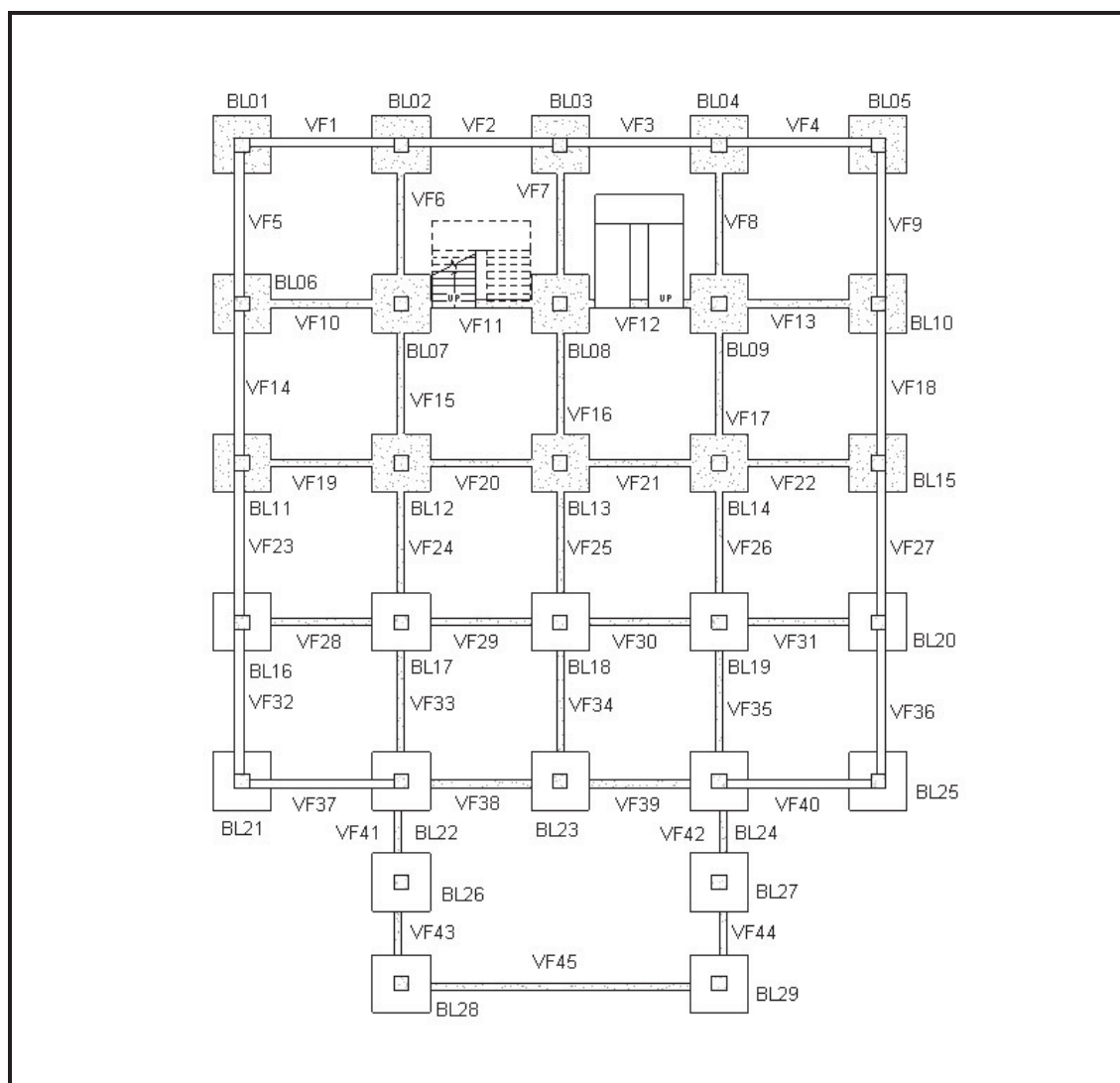


FIGURA 64 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL "I" METÁLICO
FONTE: O autor (2012)

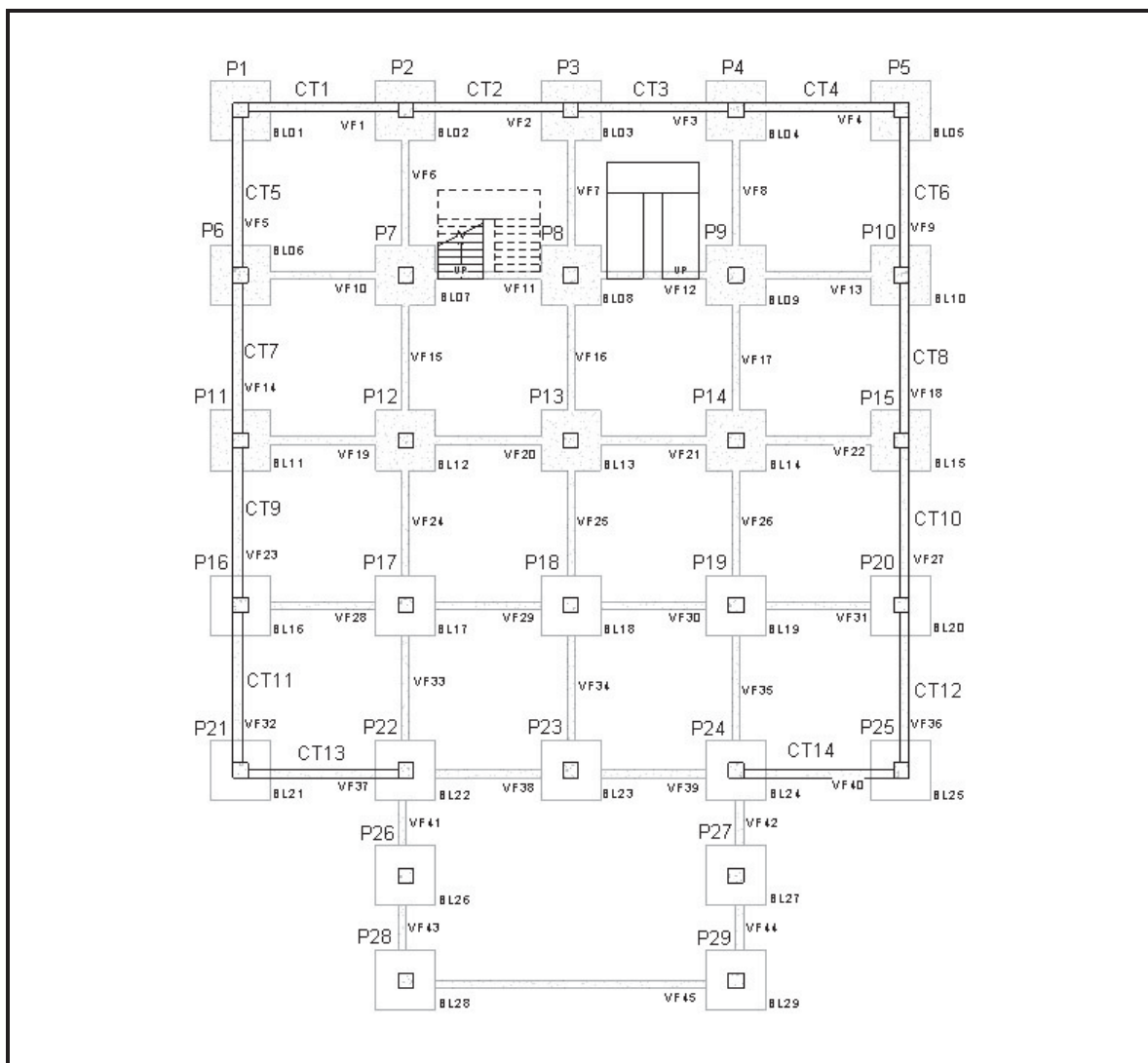


FIGURA 65 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

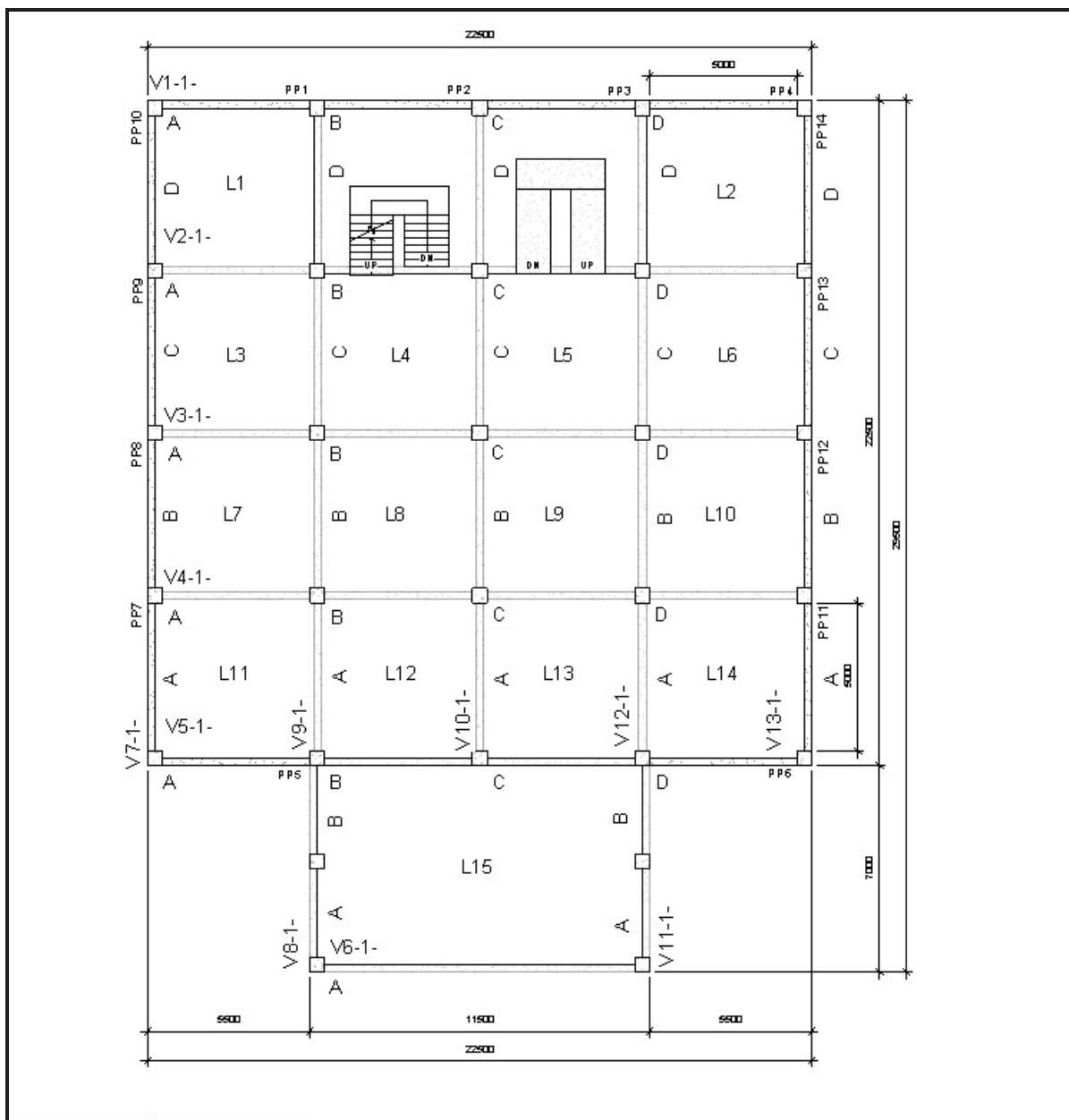


FIGURA 66 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

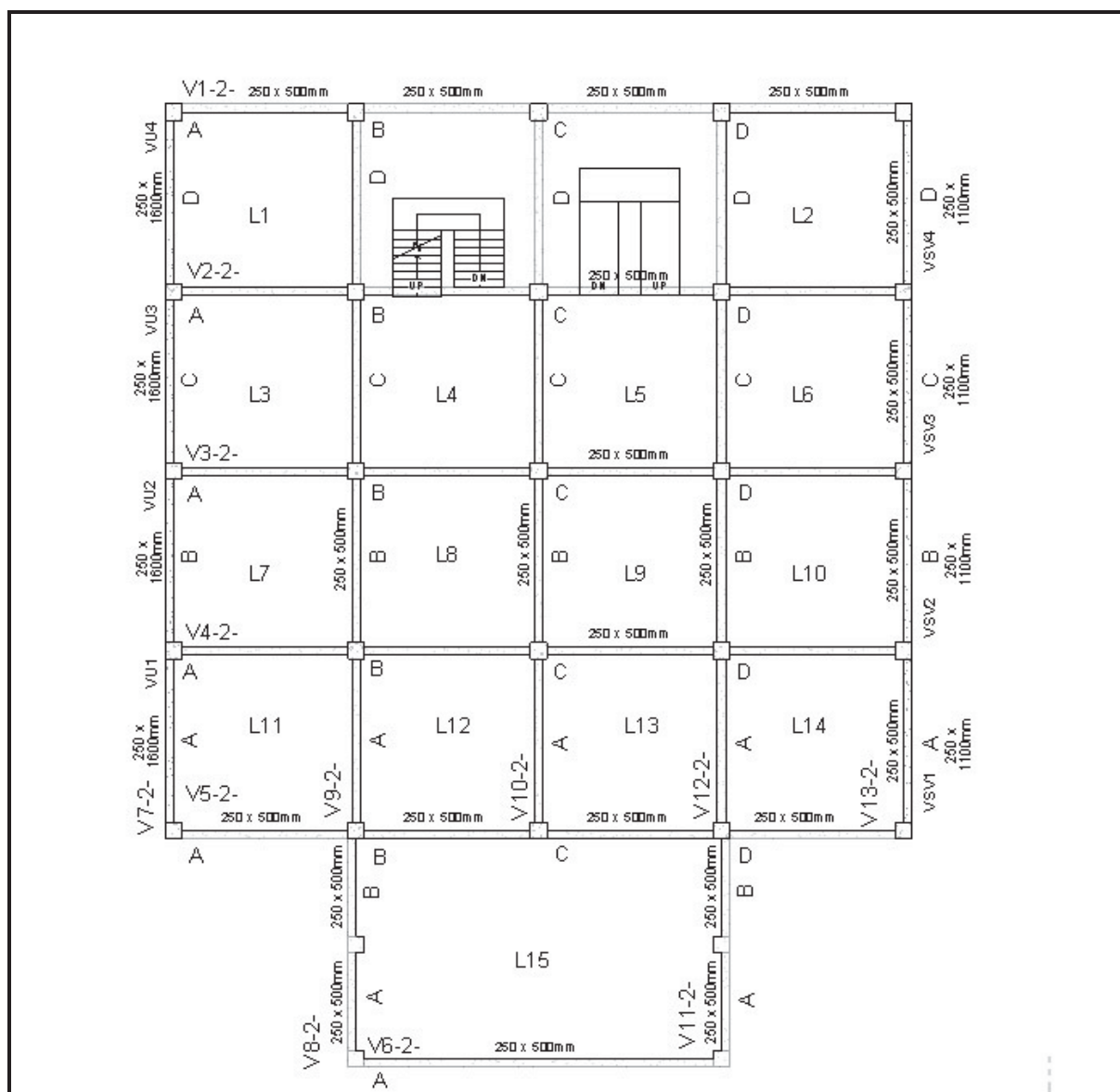


FIGURA 67 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

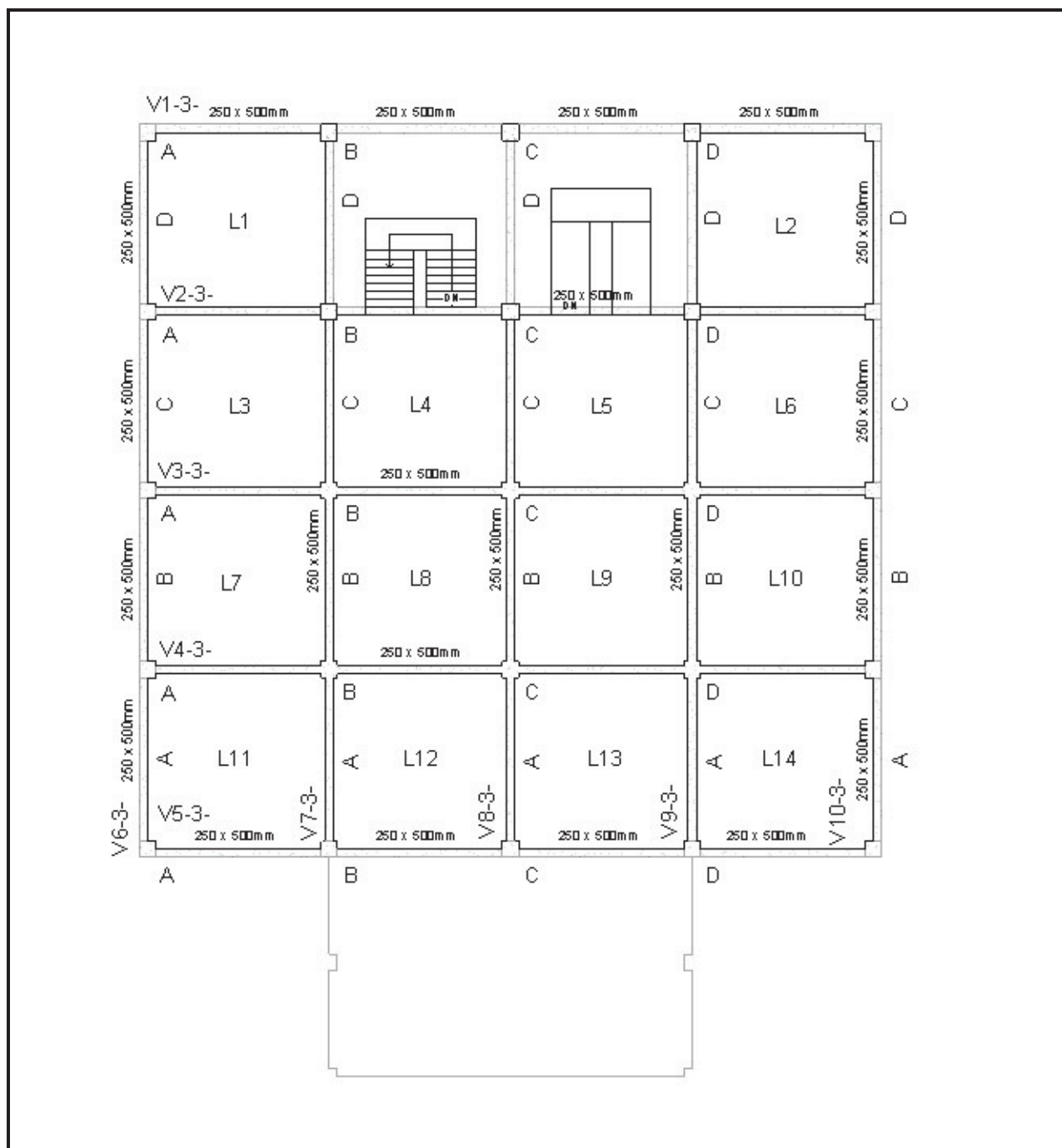


FIGURA 68 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

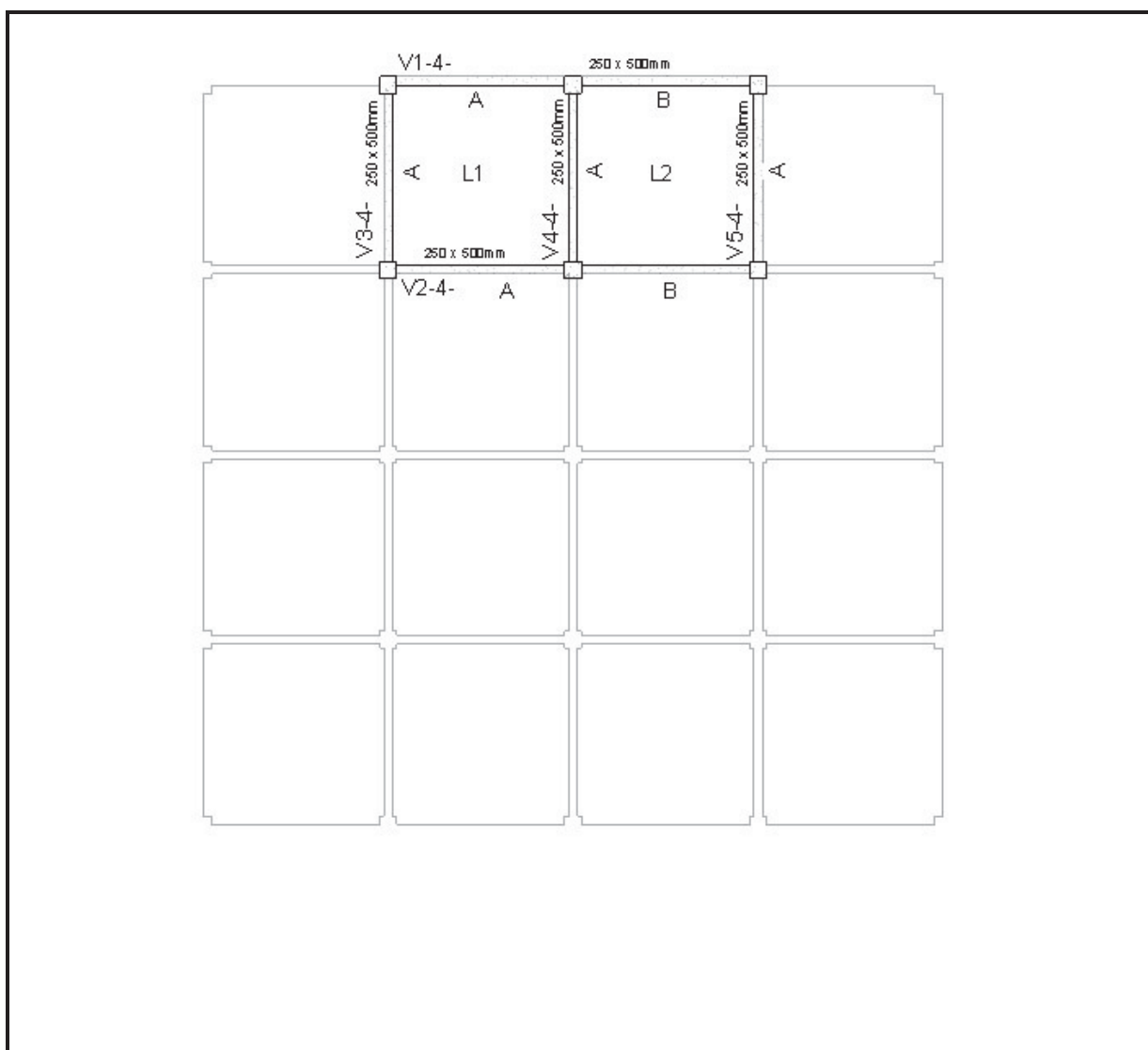


FIGURA 69 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
FONTE: O autor (2012)

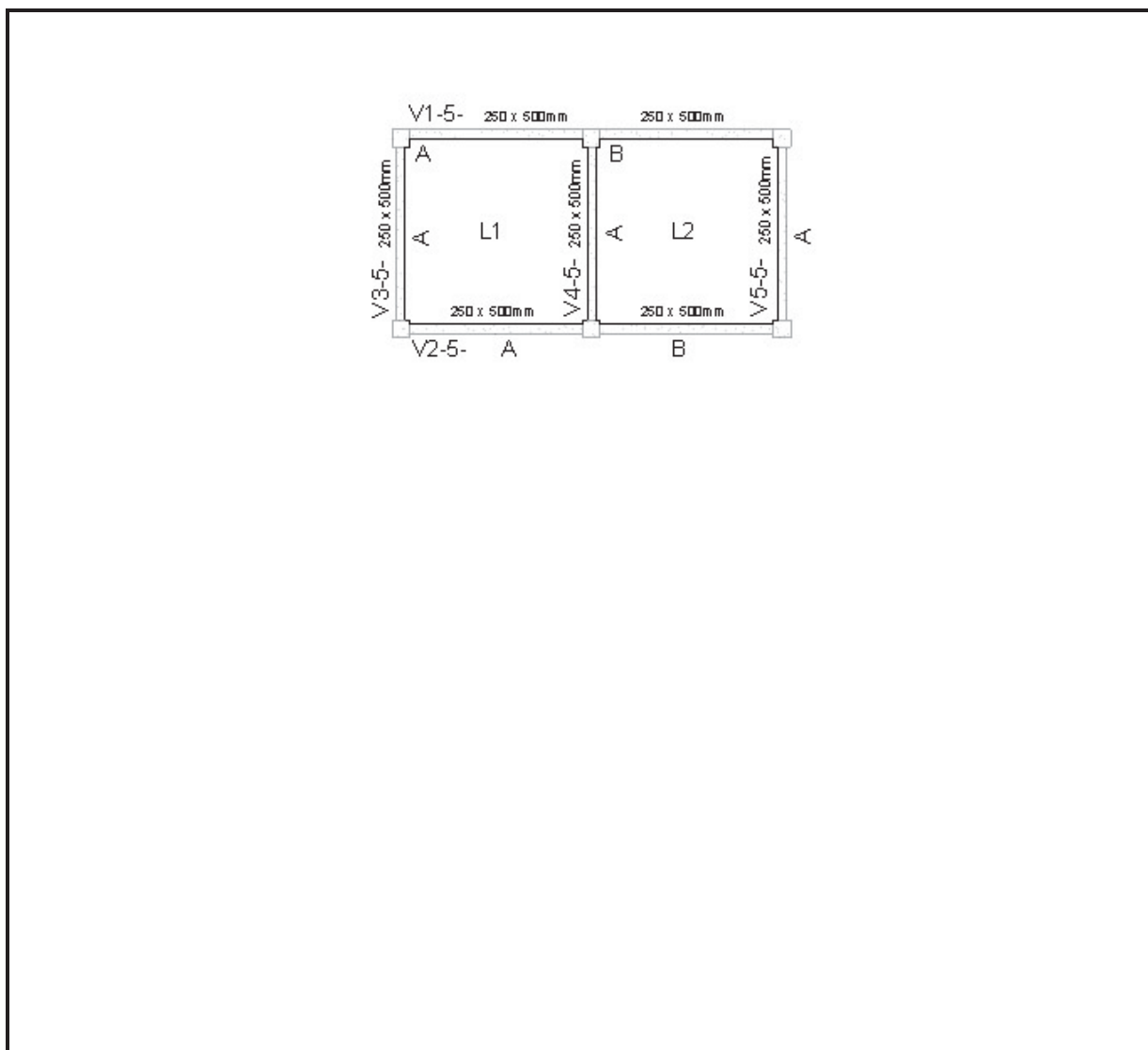


FIGURA 70 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
FONTE: O autor (2012)

PLANTAS DO MODELO – REVIT STRUCTURE 2011.

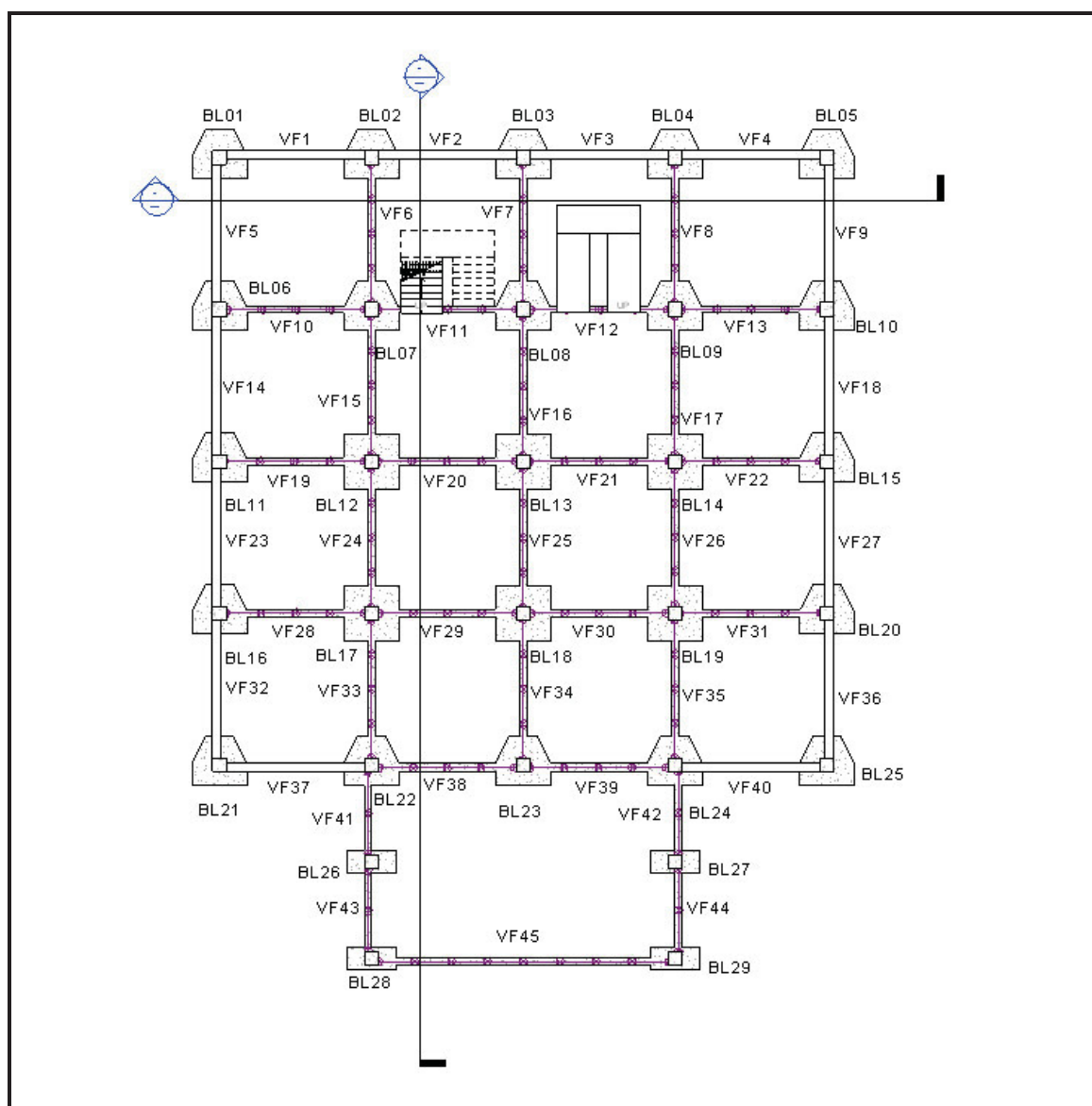


FIGURA 71 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL "I" METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

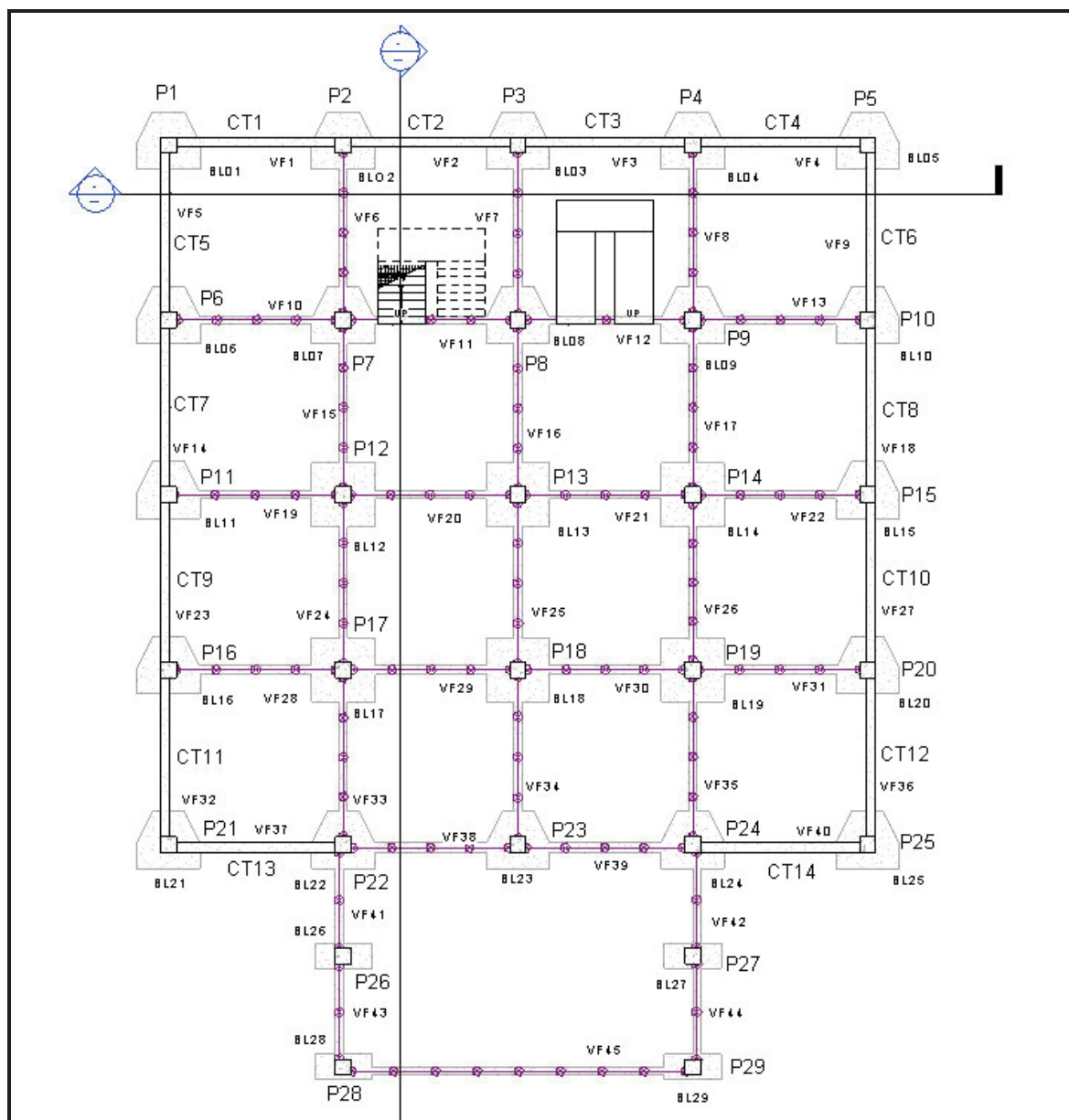


FIGURA 72 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

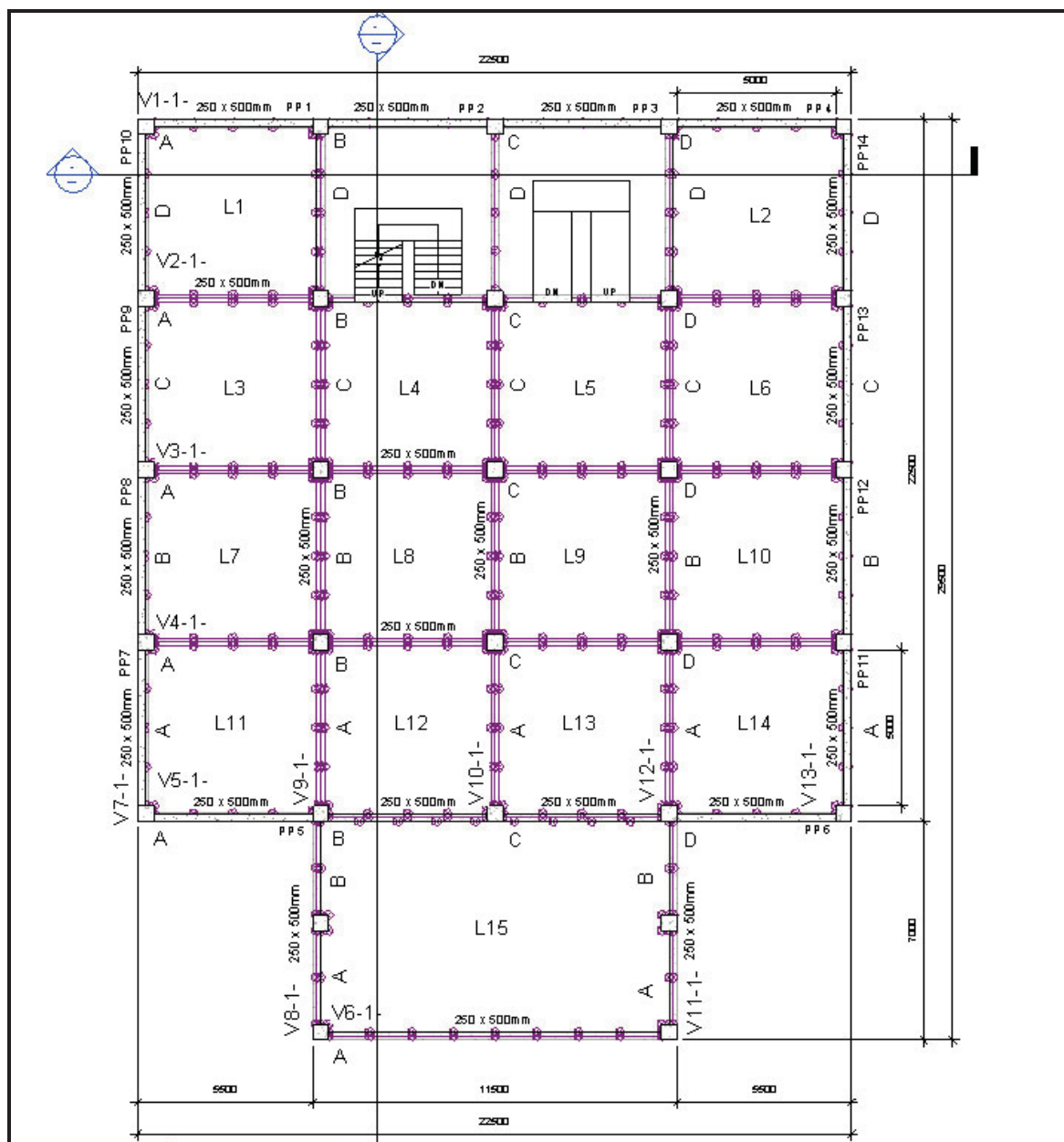


FIGURA 73 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

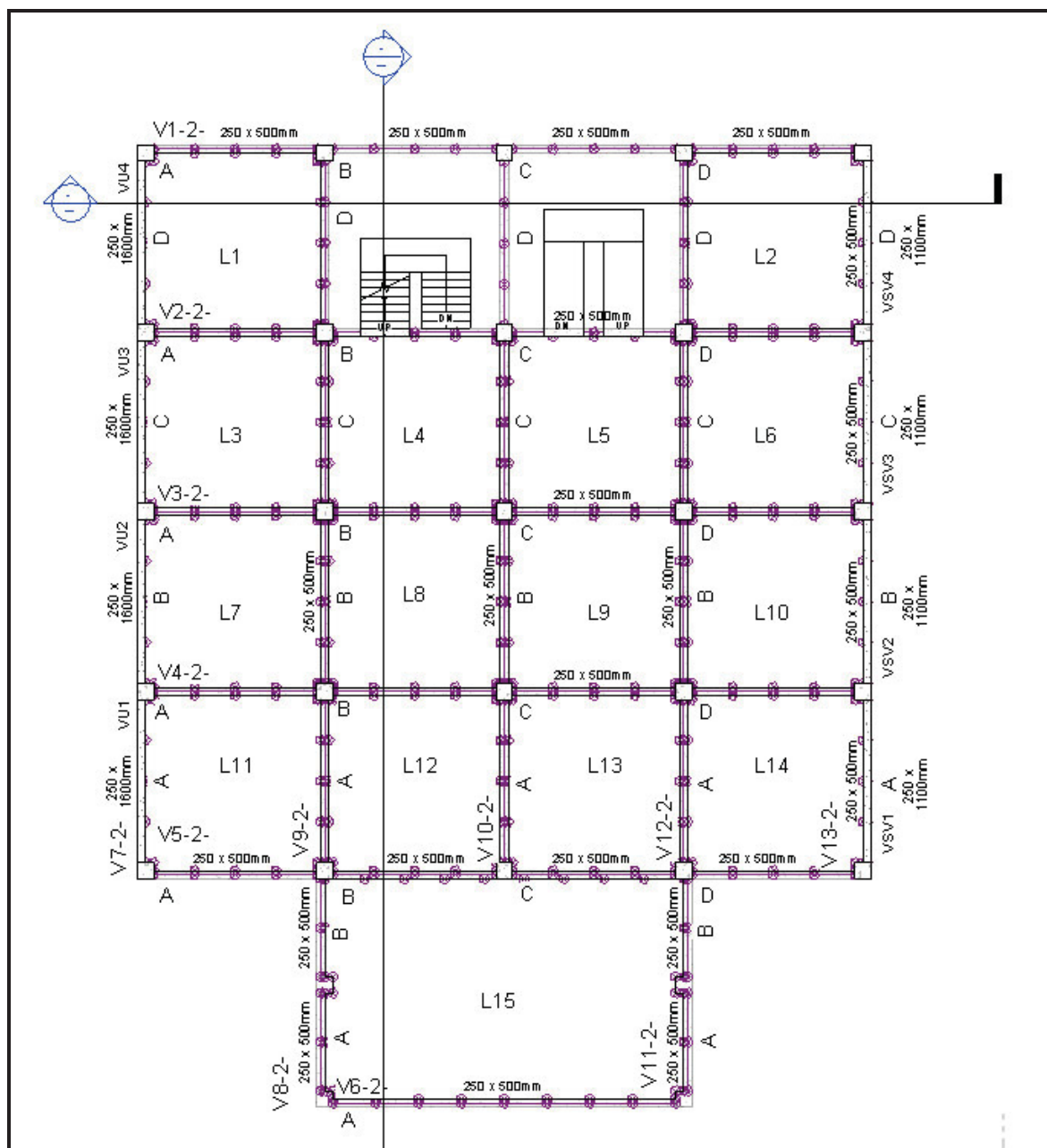


FIGURA 74 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

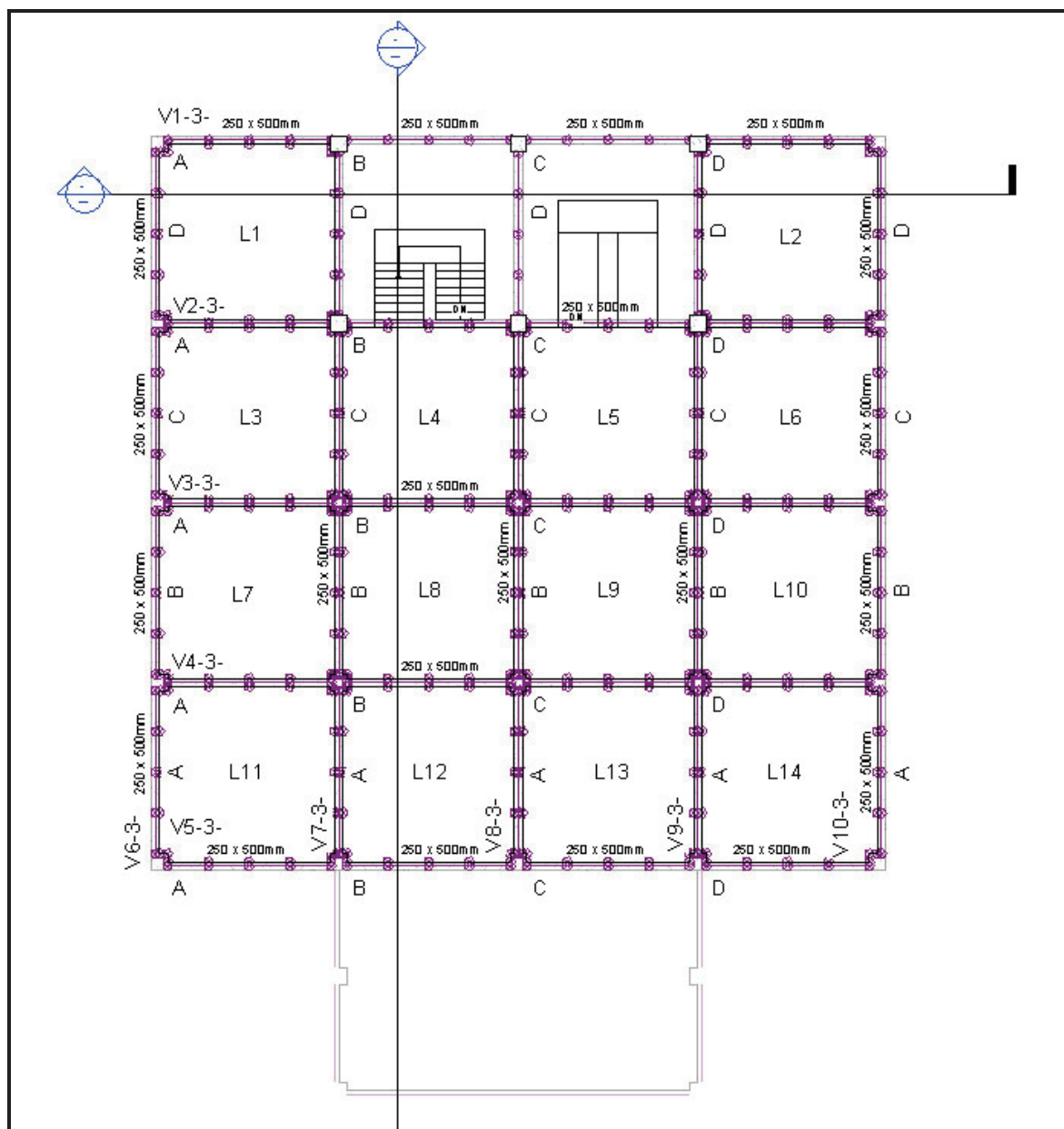


FIGURA 75 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
 FONTE: O autor (2012)

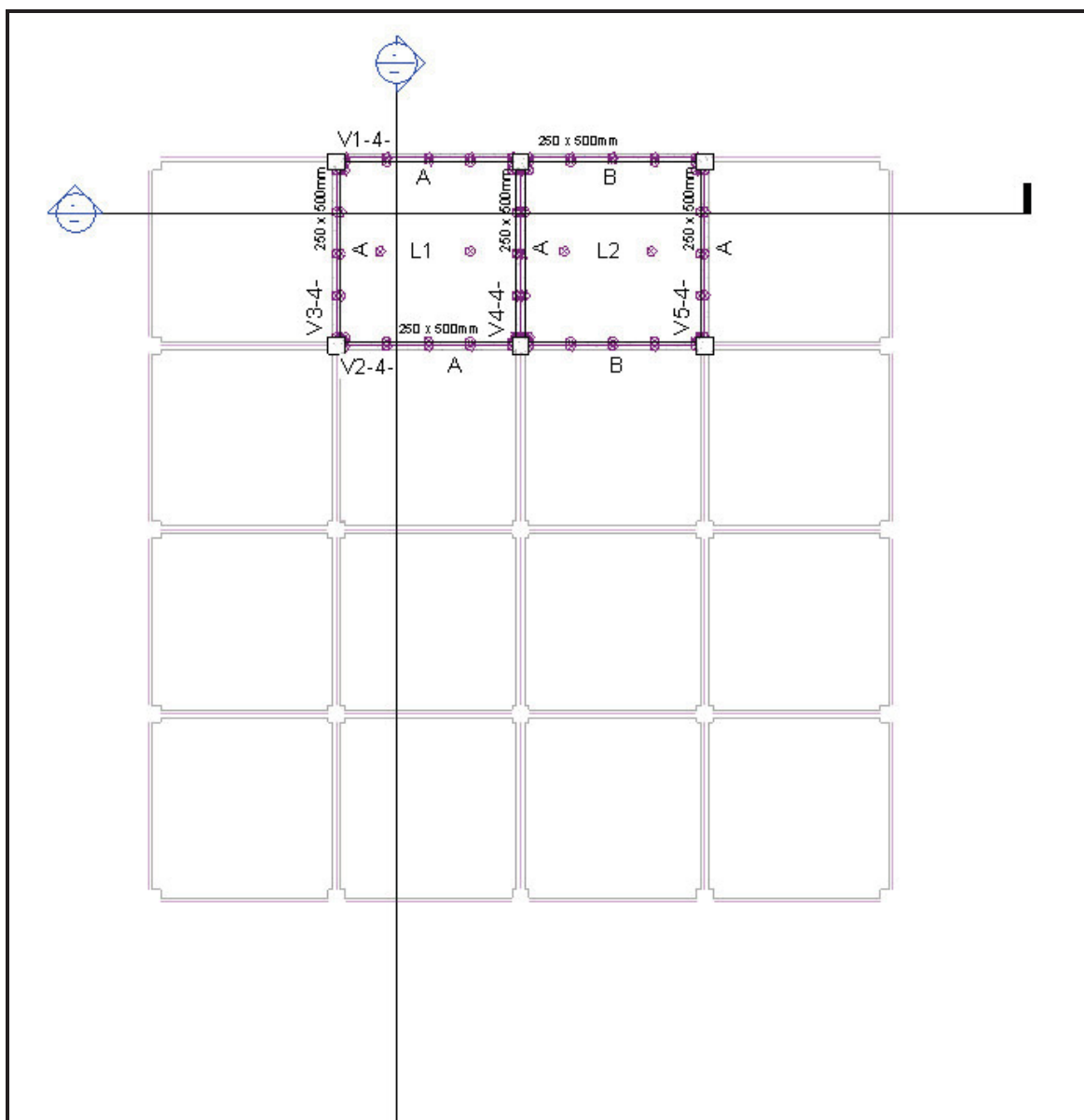


FIGURA 76 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
FONTE: O autor (2012)

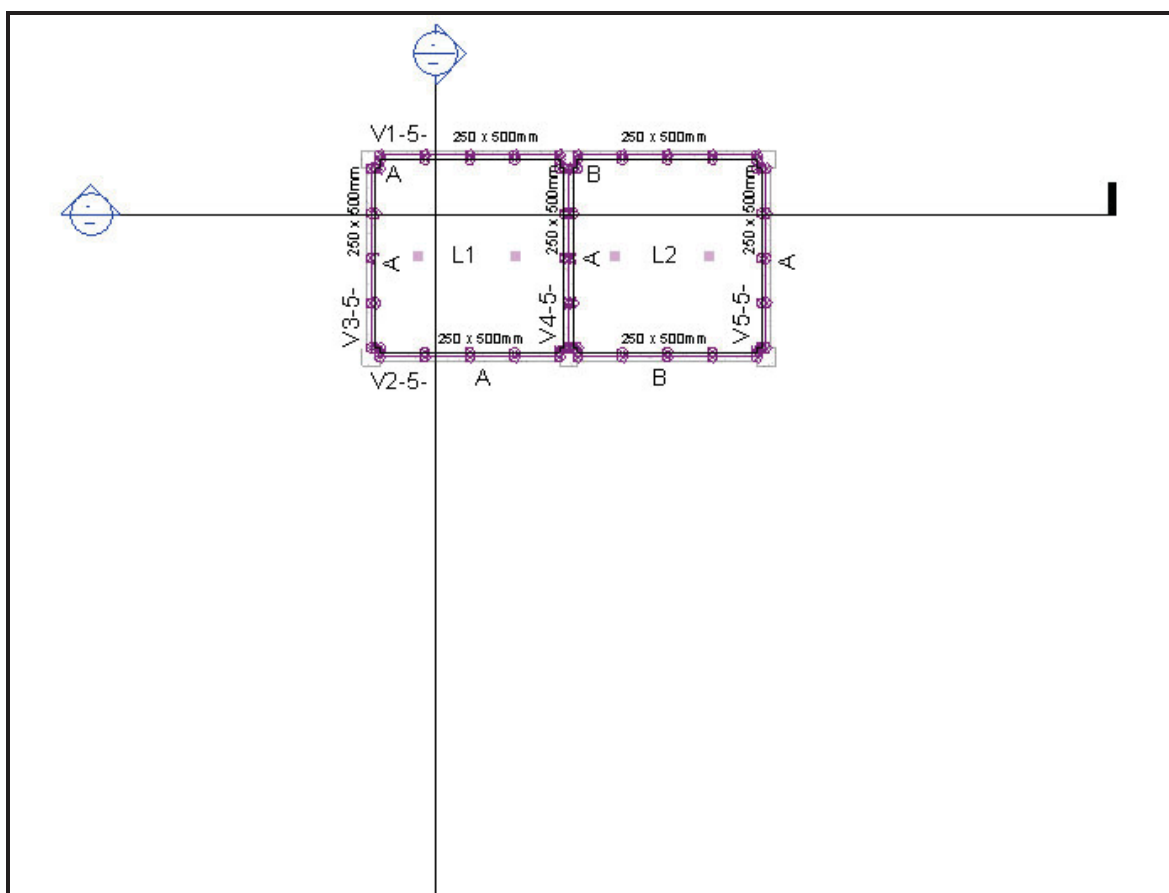


FIGURA 77 – TRECHO IFC2X3 PARA UM PERFIL “I” METÁLICO
FONTE: O autor (2012)

INFORMAÇÕES INSERIDAS EM CADA ELEMENTO ESTRUTURAL

ARCHICAD 14

ArchiCAD 14 - Blocos de Fundação

ID	Dimensions - Slab (mm)			Elevation (mm)		Layer	Model		
	Length	Width	Height	Top	Bottom		Top Material	Edge Material	Bottom Material
BF-1	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-2	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-3	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-4	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-5	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-6	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-7	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-8	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-9	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-10	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-11	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-12	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-13	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-14	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-15	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-16	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-17	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-18	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-19	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-20	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-21	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-22	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-23	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-24	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-25	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-26	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-27	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-28	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete
BF-29	2000	2000	900	-500	-1400	Structural - Bearing	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete	Surf-Poured Concrete

QUADRO 29 – ARCHICAD 14 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – 1ª PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	ID
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-1
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-2
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-3
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-4
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-5
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-6
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-7
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-8
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-9
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-10
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-11
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-12
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-13
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-14
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-15
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-16
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-17
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-18
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-19
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-20
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-21
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-22
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-23
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-24
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-25
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-26
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-27
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-28
LightWeight Concrete	Footing	Exterior	Load-Bearing Element	BF-29

QUADRO 30 – ARCHICAD 14 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – 2ª PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas de Fundação ou Equilíbrio

ID	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		All Sides (Left-Right-Top-Bottom-Both End)
VF-1	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-2	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-3	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-4	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-5	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-6	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-7	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-8	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-9	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-10	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-11	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-12	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-13	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-14	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-15	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-16	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-17	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-18	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-19	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-20	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-21	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-22	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-23	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-24	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-25	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-26	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-27	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-28	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-29	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-30	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-31	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-32	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-33	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-34	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-35	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-36	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-37	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-38	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-39	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-40	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-41	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-42	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-43	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-44	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark
VF-45	250	0	-500	Structural - Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 31 – ARCHICAD 14 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			ID
	IFC Type Element	Position	Structural Function	
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-1
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-2
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-3
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-4
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-5
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-6
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-7
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-8
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-9
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-10
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-11
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-12
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-13
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-14
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-15
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-16
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-17
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-18
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-19
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-20
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-21
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-22
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-23
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-24
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-25
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-26
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-27
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-28
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-29
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-30
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-31
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-32
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-33
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-34
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-35
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-36
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-37
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-38
LightWeight Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	VF-39
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-40
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-41
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-42
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-43
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-44
LightWeight Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VF-45

QUADRO 32 – ARCHICAD 14 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO
– 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Pilares

ID	Dimensions - Column Core (mm)		Elevation (mm)		Layer	Model
	Diameter	Diameter 1	Top	Bottom		
PI-1	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-2	500	500	15500	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-3	500	500	15500	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-4	500	500	15500	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-5	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-6	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-7	500	500	15500	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-8	500	500	15500	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-9	500	500	15500	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-10	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-11	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-12	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-13	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-14	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-15	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-16	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-17	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-18	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-19	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-20	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-21	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-22	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-23	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-24	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-25	500	500	9300	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-26	500	500	6200	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-27	500	500	6200	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-28	500	500	6200	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
PI-29	500	500	6200	-500	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 33 – ARCHICAD 14 – PILARES – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	ID
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-1
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-2
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-3
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-4
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-5
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-6
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-7
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-8
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-9
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-10
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-11
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-12
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-13
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-14
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-15
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-16
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-17
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-18
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-19
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-20
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-21
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-22
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-23
Structural Concrete	Column	Interior	Load-Bearing Element	PI-24
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-25
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-26
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-27
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-28
Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PI-29

QUADRO 34 – ARCHICAD 14 – PILARES – 2ª PARTE

ArchiCAD 14 - Cortinas de Concreto - Térreo

ID	Wall Thickness (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model - Materials
		Top	Bottom		Side - Edge - Side
CO-1	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-2	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-3	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-4	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-5	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-6	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-7	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-8	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-9	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-10	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-11	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
CO-12	250	1100	0	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 35 – ARCHICAD 14 – CORTINAS DE CONCRETO DO PAVIMENTO TÉRREO – 1ª PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	ID
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-1
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-2
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-3
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-4
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-5
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-6
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-7
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-8
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-9
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-10
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-11
Structure Concrete	Wall	Exterior	Load-Bearing Element	CO-12

QUADRO 36 – ARCHICAD 14 – CORTINAS DE CONCRETO DO PAVIMENTO TÉRREO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Escadas de Concreto

X3	Dimensions (mm)				Geometry (n°)(mm)	
ID	Flight Width	Tread Depth	Riser Height	Stair Slab Thickness	Riser	Total Height
STA - 001	1500	285	172	200	18	3100
Attributes - Material			Classification			
Upper - Bottom - Tread - Riser - Surface			IFC Type Element	Position	Structural Function	
Surf-Poured Concrete			Stair	Interior	Load-Bearing Element	

QUADRO 37 – ARCHICAD 14 – ESCADAS DE CONCRETO GERAIS DA OBRA

ArchiCAD 14 - Rampas de Concreto

X3	Dimensions (mm)			Geometry (n°)(mm)		
ID	Flight Width	Stair Width	Slope Angle	Stair Slab Thickness	Riser	Total Height
RAMP - 001	1300	3000	27,7	200	0	3100
Attributes - Material			Classification			
Upper - Bottom - Tread - Surface			IFC Type Element	Position	Structural Function	
Surf-Poured Concrete			Ramp	Interior	Load-Bearing Element	

QUADRO 38 – ARCHICAD 14 – RAMPAS DE CONCRETO GERAIS DA OBRA

ArchiCAD 14 - Lajes - Primeiro Piso

ID		Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		Top - Edge - Bottom
L1	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L2	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L3	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L4	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L5	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L6	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L7	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L8	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L9	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L10	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L11	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L12	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L13	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L14	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L15	SLA1 - 001	3100	2900	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 39 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 1º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L1
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L2
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L3
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L4
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L5
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L6
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L7
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L8
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L9
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L10
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L11
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L12
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L13
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L14
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L15

QUADRO 40 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 1º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Lajes - Segundo Piso

ID		Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		Top - Edge - Bottom
L1	SLA2 - 001	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L2	SLA2 - 002	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L3	SLA2 - 003	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L4	SLA2 - 004	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L5	SLA2 - 005	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L6	SLA2 - 006	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L7	SLA2 - 007	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L8	SLA2 - 008	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L9	SLA2 - 009	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L10	SLA2 - 010	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L11	SLA2 - 011	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L12	SLA2 - 012	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L13	SLA2 - 013	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L14	SLA2 - 014	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L15	SLA2 - 015	6200	6000	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 41 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 2º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L1
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L2
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L3
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L4
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L5
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L6
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L7
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L8
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L9
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L10
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L11
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L12
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L13
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L14
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L15

QUADRO 42 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 2º PISO – 2ª PARTE

ArchiCAD 14 - Lajes - Terceiro Piso

	ID	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		Top - Edge - Bottom
L1	SLA3 - 001	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L2	SLA3 - 002	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L3	SLA3 - 003	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L4	SLA3 - 004	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L5	SLA3 - 005	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L6	SLA3 - 006	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L7	SLA3 - 007	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L8	SLA3 - 008	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L9	SLA3 - 009	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L10	SLA3 - 010	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L11	SLA3 - 011	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L12	SLA3 - 012	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L13	SLA3 - 013	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L14	SLA3 - 014	9300	9100	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 43 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 3º PISO – 1ª PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L1
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L2
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L3
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L4
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L5
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L6
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L7
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L8
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L9
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L10
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L11
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L12
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L13
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L14

QUADRO 44 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 3º PISO – 2ª PARTE

ArchiCAD 14 - Lajes - Quarto Piso

	ID	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		
L1	SLA4 - 001	12400	12200	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L2	SLA4 - 001	12400	12200	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 45 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 4º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L1
LightWeight Concrete	Slab	Interior	Load-Bearing Element	L2

QUADRO 46 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 4º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Lajes - Quinto Piso

	ID	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		
L1	SLA5 - 001	12400	12200	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete
L2	SLA5 - 001	12400	12200	Structural Bearing	Surf-Poured Concrete

QUADRO 47 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 5º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
LightWeight Concrete	Slab	Exterior	Load-Bearing Element	L1
LightWeight Concrete	Slab	Exterior	Load-Bearing Element	L2

QUADRO 48 – ARCHICAD 14 – LAJES DO 5º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Pilares Paredes - Primeiro Piso

ID	Dimensions - Column Core (mm)		Elevation (mm)		Layer
	Diameter	Diameter 1	Top	Bottom	
PP1	250	5000	4200	3100	Structural Bearing
PP2	250	5000	4200	3100	Structural Bearing
PP3	250	5000	4200	3100	Structural Bearing
PP4	250	5000	4200	3100	Structural Bearing
PP5	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP6	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP7	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP8	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP9	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP10	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP11	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP12	5000	250	4200	3100	Structural Bearing
PP13	250	5000	4200	3100	Structural Bearing
PP14	250	5000	4200	3100	Structural Bearing

QUADRO 49 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 1º PARTE

Model	Floor Plan and Section	Classification			
Material	Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	ID
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP1
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP2
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP3
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP4
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP5
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP6
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP7
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP8
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP9
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP10
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP11
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP12
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP13
Surf-Poured Concrete	Structural Concrete	Column	Exterior	Load-Bearing Element	PP14

QUADRO 50 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas Peitoris - Segundo Piso

ID	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		
VU1	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU2	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU3	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU4	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU5	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU6	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU7	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
VU8	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 51 – ARCHICAD 14 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	ID
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU1
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU2
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU3
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU4
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU5
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU6
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU7
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	VU8

QUADRO 52 – ARCHICAD 14 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas - Primeiro Piso

	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		All Sides (Left-Right-Top-Bottom-Both End)
V1-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V2-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V3-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V4-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V5-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V6-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V7-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V8-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V9-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V10-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V11-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V12-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V13-1-					
A	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	3100	2600	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 53– ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
				V1-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V2-1-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V3-1-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V4-1-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V5-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V6-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
				V7-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V8-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V9-1-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V10-1-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V11-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V12-1-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V13-1-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D

QUADRO 54 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 1º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas - Segundo Piso

	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		All Sides (Left-Right-Top-Bottom-Both End)
V1-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V2-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V3-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V4-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V5-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V6-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V7-2-					
A	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V8-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V9-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V10-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V11-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V12-2-					
A	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	6200	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V13-2-					
A	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	7300	5700	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 55 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 2º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
				V1-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V2-2-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V3-2-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V4-2-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V5-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V6-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
				V7-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V8-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V9-2-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V10-2-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V11-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V12-2-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V13-2-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D

QUADRO 56 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 2º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas - Terceiro Piso

	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		All Sides (Left-Right-Top-Bottom-Both End)
V1-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V2-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V3-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V4-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V5-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V6-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V7-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V8-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V9-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V10-3-					
A	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
C	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
D	250	9300	8800	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 57 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 3º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
				V1-3-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V2-3-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V3-3-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V4-3-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V5-3-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V6-3-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D
				V7-3-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V8-3-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V9-3-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	D
				V10-3-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	C
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	D

QUADRO 58 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 3º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas - Quarto Piso

	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		All Sides (Left-Right-Top-Bottom-Both End)
V1-4-					
A	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V2-4-					
A	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V3-4-					
A	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V4-4-					
A	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V5-4-					
A	250	12400	11900	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 59 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 5º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
				V1-4-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V2-4-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V3-4-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
				V4-4-
Structure Concrete	Beam	Interior	Load-Bearing Element	A
				V5-4-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A

QUADRO 60 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 4º PISO – 2º PARTE

ArchiCAD 14 - Vigas - Quinto Piso

	Dimension - Offset (mm)	Elevation (mm)		Layer	Model
		Top	Bottom		All Sides (Left-Right-Top-Bottom-Both End)
V1-5-					
A	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V2-5-					
A	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
B	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V3-5-					
A	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V4-5-					
A	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark
V5-5-					
A	250	15500	15000	Structural Bearing	Surf- Concrete Dark

QUADRO 61 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 5º PISO – 1º PARTE

Floor Plan and Section	Classification			
Structure - Cut Fill	IFC Type Element	Position	Structural Function	
				V1-5-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V2-5-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	B
				V3-5-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
				V4-5-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A
				V5-5-
Structure Concrete	Beam	Exterior	Load-Bearing Element	A

QUADRO 62 – ARCHICAD 14 – VIGAS DO 5º PISO – 2ª PARTE

INFORMAÇÕES INSERIDAS EM CADA ELEMENTO ESTRUTURAL

REVIT ARCHITECTURE 2011

Revit Architecture 2011 - Blocos de Fundação

Revit Architecture 2011 - Blocos de Fundação

	Structural Foundations	Dimensions			Material and Finishes	Structural Analyses	Phasing
	Family Name	Width (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	Footing Material	Analyze As	Phasing Created
BL01	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL02	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL03	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL04	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL05	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL06	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL07	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL08	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL09	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL10	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL11	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL12	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL13	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL14	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete Cast-in-Place Concrete	Foundation	New Construction
BL15	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL16	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL17	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL18	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL19	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL20	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL21	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL22	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL23	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL24	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL25	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL26	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL27	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL28	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction
BL29	M_Pile Cap- Retangular	2000	2000	900	Concrete - Sand/Cement Screed	Foundation	New Construction

QUADRO 63 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Blocos de Fundação

Type Properties		
Identify Data		
BL01	Assembly Code	A10
...	Manufacturer	Pessoal da Obra
...	Classification	Foundations
...	Model	Retangular
BL29	Keynote	Blocos de Fundação

QUADRO 64 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Vigas da Fundação ou Equilíbrio

	Structural Framing	Dimensions	Material Finishes	Phasing	Structural Analysis		
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created	Start Release	End Release	Analyze As
VF1	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF2	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF3	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF4	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF5	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF6	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF7	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF8	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF9	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF10	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF11	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF12	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF13	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF14	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF15	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF16	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF17	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF18	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF19	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF20	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF21	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF22	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF23	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF24	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity

VF25	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF26	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF27	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF28	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF29	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF30	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF31	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF32	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF33	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF34	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF35	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF36	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF37	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF38	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF39	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF40	M_Concrete-Rectangular Beam	300x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Pinned	Pinned	Gravity
VF41	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF42	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF43	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF44	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity
VF45	M_Concrete-Rectangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	Fixed	Fixed	Gravity

QUADRO 65 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Vigas da Fundação ou Equilíbrio

Type Properties		
Identify Data		
VF1	Assembly Code	C10
...	Manufacturer	Pessoal da Obra
...	Classification	Interior Construction
...	Model	Retangular
VF45	Keynote	Vigas

QUADRO 66 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Pilares

Structural Columns		Dimensions	Constraints		
Family Name		Dimensions (mm)	Base Level	Top Level	Column Style
P1	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P2	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Quinto Piso	Vertical
P3	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Quinto Piso	Vertical
P4	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Quinto Piso	Vertical
P5	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P6	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P7	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Quinto Piso	Vertical
P8	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Quinto Piso	Vertical
P9	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Quinto Piso	Vertical
P10	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P11	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P12	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P13	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P14	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P15	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P16	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P17	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P18	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P19	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P20	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P21	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P22	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P23	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P24	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P25	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Terceiro Piso	Vertical
P26	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Segundo Piso	Vertical
P27	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Segundo Piso	Vertical
P28	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Segundo Piso	Vertical
P29	M Concrete-Square-Column	500 x 500	Térreo	Segundo Piso	Vertical

QUADRO 67 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – PILARES – 1º PARTE

Materials and Finishes	Structural Analysis		Phasing		
Column Material	Top Release	Bottom Release	Analyze As	Phase Created	
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P1
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P2
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P3
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P4
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P5
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P6
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P7
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P8
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P9
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P10
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P11
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P12
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P13
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P14
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P15
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P16
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P17
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P18
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P19
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P20
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P21
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P22
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P23
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P24
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P25
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P26
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P27
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P28
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Pinned	Gravity	New Construction	P29

QUADRO 68 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – PILARES – 2º PARTE

Revit Architecture 2011 - Identificação - Pilares Gerais da Obra

Type Properties		
Identify Data		
P1	Assembly Code	B10
...	Manufacturer	Pessoal da Obra
...	Classification	Superstructure
...	Model	Quadrado
P29	Keynote	Pilares

QUADRO 69 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – PILARES GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Cortinas de Concreto - Térreo

	Curtain Wall / Basic Wall	Constraints	Structural	Phasing		Construction
	Family Name	Base Constraint	Structural Usage	Phase Created	Function	Curtain Panel / Type
CT1	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT2	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT3	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT4	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT5	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT6	Basic Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT7	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT8	Basic Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT9	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT10	Basic Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT11	Curtain Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT12	Basic Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT13	Basic Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete
CT14	Basic Wall	Térreo	Structural Combined	New Construction	Exterior	Basic Wall: Foundation - 300 Concrete

QUADRO 70 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – CORTINAS DE CONCRETO – PAVIMENTO TÉRREO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Cortinas – Térreo

Type Properties		
Identify Data		
CT1	Assembly Code	C10
...	Manufacturer	Pessoal da Obra
...	Classification	Interior Construction
...	Model	Peitoril
CT14	Keynote	Cortinas

QUADRO 71 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – CORTINAS DE CONCRETO DO PAVIMENTO TÉRREO - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Stair – Térreo

Stair	Constraints		Phasing	Construction	Identity Data
Family Name	Base Level	Top Level	Phase Created	Function	Comments
190mm max riser 250mm going	Térreo	Primeiro Piso	New Construction	Interior	Escada de Concreto
Dimensions	Width (mm)		1500		
	Desired Number of Risers		17		
	Actual Tread Depth (mm)		250		
	Tread Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
Materials and Finishes	Riser Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
	Monolithic Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
	Maximun Riser Height (mm)		190		
Risers	Riser Type		Straight		

QUADRO 72 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADA DO PAVIMENTO TÉRREO

Revit Architecture 2011 - Stair - Primeiro Piso

Stair	Constraints		Phasing	Construction	Identity Data
Family Name	Base Level	Top Level	Phase Created	Function	Comments
190mm max riser 250mm going	Primeiro Piso	Segundo Piso	New Construction	Interior	Escada de Concreto
Dimensions	Width (mm)		1500		
	Desired Number of Risers		17		
	Actual Tread Depth (mm)		250		
	Tread Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
Materials and Finishes	Riser Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
	Monolithic Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
	Maximun Riser Height (mm)		190		
Risers	Riser Type		Straight		

QUADRO 73 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADAS DO 1º PISO

Revit Architecture 2011 - Stair - Segundo Piso

Stair	Constraints		Phasing	Construction	Identify Data
Family Name	Base Level	Top Level	Phase Created	Function	Comments
190mm max riser 250mm going	Segundo Piso	Terceiro Piso	New Construction	Interior	Escada de Concreto
Dimensions	Width (mm)		1500		
	Desired Number of Risers		17		
	Actual Tread Depth (mm)		250		
Materials and Finishes	Tread Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
	Riser Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
	Monolithic Material		Concrete - Cast-in-Place Concrete		
Risers	Maximum Riser Height (mm)		190		
	Riser Type		Straight		

QUADRO 74 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADA DO 2º PISO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Escadas Gerais da Obra

Type Properties – Stairs	
Identify Data	
Assembly Code	C2010
Manufacturer	Pessoal da Obra
Classification	Stair Construction
Model	Um Patamar
Keynote	Escadas

QUADRO 75 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – ESCADAS GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Ramp – Térreo

Ramp	Constraints		Dimensions	Phasing	Materials and Finishes	Construction	Function	Type / Dimensions
Family Name	Base Level	Top Level	Width (mm)	Phase Created	Ramp Material	Thickness (mm)	Function	Maximum Incline Length
Ramp 1	Térreo	Primeiro Piso	1200	New Construction	Concrete - Cast-in-Place Concrete	150	Interior	12000

QUADRO 76 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – RAMPA DO TÉRREO

Revit Architecture 2011 - Ramp - Primeiro Piso

Ramp	Constraints		Dimensions	Phasing	Materials and Finishes	Construction	Function	Type / Dimensions
Family Name	Base Level	Top Level	Width (mm)	Phase Created	Ramp Material	Thickness (mm)	Function	Maximum Incline Length
Ramp 1	Primeiro Piso	Segundo Piso	1200	New Construction	Concrete - Cast-in-Place Concrete	150	Interior	12000

QUADRO 77 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – RAMPA DO 1º PISO

Revit Architecture 2011 - Ramp - Segundo Piso

Ramp	Constraints		Dimensions	Phasing	Materials and Finishes	Construction		Type / Dimensions
Family Name	Base Level	Top Level	Width (mm)	Phase Created	Ramp Material	Thickness (mm)	Function	Maximum Incline Length
Ramp 1	Segundo Piso	Terceiro Piso	1200	New Construction	Concrete - Cast-in-Place Concrete	150	Interior	12000

QUADRO 78 – REVIT ARCHITECTURE 2011 –RAMPA DO 2º PISO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Rampas Gerais da Obra

Type Properties – Ramps	
Identify Data	
Assembly Code	B1010600
Manufacturer	Pessoal da Obra
Classification	Ramps
Model	Um Patamar
Keynote	Rampas

QUADRO 79 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – RAMPAS GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Lajes - Primeiro Piso

	Floor	Construction		Constraints	Phasing	
	Family Name	Thickness (mm)	Function	Level	Phase Created	Structural
L1	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L2	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L3	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L4	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L5	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L6	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L7	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L8	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L9	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L10	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L11	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L12	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L13	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L14	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked
L15	Generic 150mm	150	Interior	Primeiro Piso	New Construction	Structural Marked

QUADRO 80 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 1º PISO

Revit Architecture 2011 - Lajes - Segundo Piso

	Floor			Construction	Constraints	Phasing	Structural
	Family Name	Thickness (mm)	Function	Level	Phase Created		
L1	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L2	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L3	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L4	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L5	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L6	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L7	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L8	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L9	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L10	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L11	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L12	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L13	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L14	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	
L15	Generic 150mm	150	Interior	Segundo Piso	New Construction	Structural Marked	

QUADRO 81 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 2º PISO

Revit Architecture 2011 - Lajes - Terceiro Piso

	Floor			Construction	Constraints	Phasing	Structural
	Family Name	Thickness (mm)	Function	Level	Phase Created		
L1	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L2	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L3	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L4	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L5	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L6	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L7	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L8	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L9	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L10	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L11	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L12	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L13	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	
L14	Generic 150mm	150	Interior	Terceiro Piso	New Construction	Structural Marked	

QUADRO 82 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 3º PISO

Revit Architecture 2011 - Lajes - Quarto Piso

	Floor	Construction		Constraints	Phasing	Structural
	Family Name	Thickness (mm)	Function	Level	Phase Created	
L1	Insitu Concrete 225mm	225	Interior	Quarto Piso	New Construction	Structural Marked
L2	Insitu Concrete 225mm	225	Interior	Quarto Piso	New Construction	Structural Marked

QUADRO 83 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 4º PISO

Revit Architecture 2011 - Lajes - Quinto Piso

	Floor	Construction		Constraints	Phasing	Structural
	Family Name	Thickness (mm)	Function	Level	Phase Created	
L1	Insitu Concrete 225mm	225	Interior	Quinto Piso	New Construction	Structural Marked
L2	Insitu Concrete 225mm	225	Interior	Quinto Piso	New Construction	Structural Marked

QUADRO 84 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES DO 5º PISO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Lajes - Generic 150mm

Type Properties – Slabs	
Identify Data	
Assembly Code	A1030100
Manufacturer	Pessoal da Obra
Classification	Standart Slab on Grade
Model	Maciça
Keynote	Lajes

QUADRO 85 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES/GENERIC 150MM - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Lajes - Insitu Concrete 225mm

Type Properties – Slabs	
Identify Data	
Assembly Code	A1030200
Manufacturer	Pessoal da Obra
Classification	Structural Slab on Grade
Model	Maciça
Keynote	Lajes

QUADRO 86 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – LAJES/ INSITU CONCRETE 225MM - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Pilares-Paredes - Primeiro Piso

	Structural Columns		Dimensions		Constraints		Column Style
	Family Name	Dimension (mm)	Base Level	Top Level	Top Offset (mm)		
PP1	M_Concrete-Retangular-Column	5000x250	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP2	M_Concrete-Retangular-Column	5000x250	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP3	M_Concrete-Retangular-Column	5000x250	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP4	M_Concrete-Retangular-Column	5000x250	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP5	M_Concrete-Retangular-Column	5000x250	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP6	M_Concrete-Retangular-Column	5000x250	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP7	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP8	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP9	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP10	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP11	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP12	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP13	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	
PP14	M_Concrete-Retangular-Column	250x5000	Primeiro Piso	Segundo Piso	-2000	Vertical	

QUADRO 87 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDES – 1º PARTE

Materials and Finishes	Structural Analysis			Phasing	
	Column Material	Top Release	Bottom Release		
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Pinned	Pinned	Gravity	New Construction	PP1
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Pinned	Pinned	Gravity	New Construction	PP2
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Pinned	Pinned	Gravity	New Construction	PP3
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Pinned	Pinned	Gravity	New Construction	PP4
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Pinned	Pinned	Gravity	New Construction	PP5
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Pinned	Pinned	Gravity	New Construction	PP6
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP7
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP8
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP9
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP10
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP11
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP12
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP13
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Fixed	Fixed	Gravity	New Construction	PP14

QUADRO 88 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDES – 2º PARTE

Revit Architecture 2011 - Identificação - Pilares Paredes - Primeiro Piso

Type Properties – Ramps		
Identify Data		
PP1	Assembly Code	B10
...	Manufacturer	Pessoal da Obra
...	Classification	Superstructure
...	Model	Retangular
PP14	Keynote	Pilares Paredes

QUADRO 89 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDE - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Vigas Peitoris - Segundo Piso

	Structural Framing	Dimensions	Materials and Finishes	Phasing	Constraints	(mm)	Structural
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created	Start Level Offset	End Level Offset	Structural Usage
VU1	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1600	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VU2	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1600	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VU3	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1600	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VU4	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1600	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VSV1	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1100	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VSV2	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1100	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VSV3	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1100	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder
VSV4	M_Concrete-Rectangular Beam	250x1100	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	1100	1100	Girder

QUADRO 90 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS

Revit Architecture 2011 - Identificação -

Vigas Peitoris - Segundo Piso

Type Properties	
Identify Data	
Assembly Code	C10
Manufacturer	Pessoal da Obra
Classification	Interior Construction
Model	Retangular
Keynote	Vigas Peitoris

QUADRO 91 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 2º PISO - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Vigas - Primeiro Piso

	Structural Framing	Dimensions	Materials and Finishes	Phasing	Constraints	(mm)	Structural
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created	Start Level Offset	End Level Offset	Structural Usage
V1-1-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V2-1-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V3-1-	Length= 5000mm						

B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V13-1-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder

QUADRO 92 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 1º PISO

Revit Architecture 2011 - Identificação - Vigas Gerais da Obra

Type Properties	
Identify Data	
Assembly Code	C10
Manufacturer	Pessoal da Obra
Classification	Interior Construction
Model	Retangular
Keynote	Vigas

QUADRO 93 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS GERAIS DA OBRA - IDENTIFICAÇÃO

Revit Architecture 2011 - Vigas - Segundo Piso

	Structural Framing	Dimensions	Materials and Finishes	Phasing	Constraints (mm)		Structural
					Start Level Offset	End Level Offset	
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created			Structural Usage
V1-2-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V2-2-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V3-2-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V4-2-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder

	Retangular Beam		Concrete				
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder

QUADRO 94 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 2º PISO

Revit Architecture 2011 - Vigas - Terceiro Piso

	Structural Framing	Dimensions	Materials and Finishes	Phasing	Constraints	(mm)	Structural
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created	Start Level Offset	End Level Offset	Structural Usage
V1-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V2-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V3-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V4-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V5-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V6-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V7-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete-	250x500	Concrete - Cast-in-Place	New Construction	0	0	Girder

	Retangular Beam		Concrete				
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V8-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V9-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V10-3-	Length= 5000mm (A,B,C,D)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
C	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
D	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder

QUADRO 95 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 3º PISO

Revit Architecture 2011 - Vigas - Quarto Piso

	Structural Framing	Dimensions	Materials and Finishes	Phasing	Constraints	(mm)	Structural
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created	Start Level Offset	End Level Offset	Structural Usage
V1-4-	Length= 5000mm (A,B)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V2-4-	Length= 5000mm (A,B)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V3-4-	Length= 5000mm (A)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V4-4-	Length= 5000mm (A)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V5-4-	Length= 5000mm (A)						
A	M_Concrete- Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder

QUADRO 96 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 4º PISO

Revit Architecture 2011 - Vigas - Quinto Piso

	Structural Framing	Dimensions	Materials and Finishes	Phasing	Constraints	(mm)	Structural
	Family Name	Dimensions (mm)	Beam Material	Phase Created	Start Level Offset	End Level Offset	Structural Usage
V1-5-	Length= 5000mm (A,B)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V2-5-	Length= 5000mm (A,B)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
B	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V3-5-	Length= 5000mm (A)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V4-5-	Length= 5000mm (A)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder
V5-5-	Length= 5000mm (A)						
A	M_Concrete-Retangular Beam	250x500	Concrete - Cast-in-Place Concrete	New Construction	0	0	Girder

QUADRO 97 – REVIT ARCHITECTURE 2011 – VIGAS DO 5º PISO

INFORMAÇÕES INSERIDAS EM CADA ELEMENTO ESTRUTURAL REVIT STRUCTURE 2011

Complemento Revisado - Revit Structure 2011 - Blocos de Fundação

	Structural Foundations	Dimensions						
	Family Name	Width (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	Length 1 (mm)	Width Indent (mm)	Cut-off (mm)	Clearance (mm)
BL01	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL02	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL03	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL04	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL05	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL06	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL07	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL08	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL09	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL10	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL11	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL12	M_Pile Cap-4 Pile	2000	2000	900	0	0	150	450
BL13	M_Pile Cap-4 Pile	2000	2000	900	0	0	150	450
BL14	M_Pile Cap-4 Pile	2000	2000	900	0	0	150	450
BL15	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL16	M_Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL17	M_Pile Cap-4 Pile	2000	2000	900	0	0	150	450

BL18	M Pile Cap-4 Pile	2000	2000	900	0	0	150	450
BL19	M Pile Cap-4 Pile	2000	2000	900	0	0	150	450
BL20	M Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL21	M Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL22	M Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL23	M Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL24	M Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL25	M Pile Cap-3 Pile	2000	1800	900	800	500	150	450
BL26	M Pile Cap-2 Pile	1800	800	900	0	0	150	400
BL27	M Pile Cap-2 Pile	1800	800	900	0	0	150	400
BL28	M Pile Cap-2 Pile	1800	800	900	0	0	150	400
BL29	M Pile Cap-2 Pile	1800	800	900	0	0	150	400

QUADRO 98 – REVIT STRUCTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – COMPLEMENTO REVISADO – 1º PARTE

Complemento Revisado - Revit Structure 2011 - Blocos de Fundação

Pile Type	Construction		
	Identity Data	Classifications	
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL01
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL02
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL03
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL04
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL05
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL06
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL07
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL08
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL09
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL10
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL11
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL12
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL13
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL14
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL15
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL16
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL17
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL18
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL19
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL20
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL21
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL22
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL23
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL24
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL25
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL26
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL27
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL28
M Pile-Steel : 500mm Diameter	A1010130	Pile Caps - Foundations Piles	BL29

QUADRO 99 – REVIT STRUCTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – COMPLEMENTO REVISADO – 2º PARTE

Revisão Revit Structure 2011 - Identificação - Blocos de Fundação

Type Properties		
Identify Data		
BL01	Assembly Code	A1010130
...	Manufacturer	Pessoal da Obra
...	Classification	Pile Caps - Foundation Piles
...	Model	Triangular - Retangular - Quadrada
BL29	Keynote	Blocos de Fundação

QUADRO 100 – REVIT STRUCTURE 2011 – IDENTIFICAÇÃO GERAL DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Complemento Revisado Barras - Revit Structure 2011 - Blocos de Fundação

Properties		
Structural		Definition
BL01	Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
...	Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>
BL29	Rebar Cover - Other Faces	Rebar Cover 1 <25>

QUADRO 101 – REVIT STRUCTURE 2011 – BLOCOS DE FUNDAÇÃO –
COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

Complemento Revisado - Revit Structure 2011 - Vigas da Fundação ou Equilíbrio - Cargas Lineares

Line Loads - Structural Analysis								
Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 kN/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load	
VF1	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF2	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF3	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF4	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF5	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF6	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF7	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF8	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF9	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF10	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF11	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF12	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF13	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF14	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF15	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF16	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF17	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF18	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF19	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF20	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF21	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF22	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF23	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF24	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF25	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF26	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF27	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF28	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF29	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF30	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF31	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF32	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked

VF33	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF34	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF35	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF36	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF37	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF38	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF39	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF40	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF41	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF42	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF43	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF44	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
VF45	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked

QUADRO 102 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DA FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO

Complemento Revisado Barras -

Revit Structure 2011 - Vigas da Fundação ou Equilíbrio

Properties		
Structural		Definition
VF1	Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
...	Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>
...	Rebar Cover - Other Faces	Rebar Cover 1 <25>
VF45	Structural Usage	Girder

QUADRO 103 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGA DE FUNDAÇÃO OU EQUILÍBRIO – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

Complemento Revisado Barras -

Revit Structure 2011 - Pilares Gerais da Obra

Properties		
Structural		Definition
P1	Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
...	Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>
P29	Rebar Cover - Other Faces	Rebar Cover 1 <25>

QUADRO 104 – REVIT STRUCTURE 2011 – PILARES GERAIS DA OBRA – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

Complemento Revisado Barras -

Revit Structure 2011 - Cortinas de Concreto - Térreo -

Basic Wall

Properties - Basic Wall		
Structural		Definition
CT1	Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
...	Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>
...	Rebar Cover - Other Faces	Rebar Cover 1 <25>
CT14	Structural Usage	Structural Combined

QUADRO 105 – REVIT STRUCTURE 2011 – CORTINAS DE CONCRETO – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

**Complemento Revisado Barras -
Revit Structure 2011 - Escadas Gerais da
Obra**

Properties - Stairs	
Structural	Definition
Rebar Cover	Rebar Cover 1 <25>

QUADRO 106 – REVIT STRUCTURE 2011 – ESCADAS GERAIS DA OBRA – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

**Complemento Revisado Cargas em Área -
Revit Structure 2011 - Lajes Primeiro Piso**

Area Loads - Structural Analysis				
	Load Case	Fx1 kN/m2	Fy1 Kn/m2	Fz1 kN/m2
L1	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L2	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L3	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L4	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L5	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L6	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L7	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L8	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L9	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L10	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L11	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L12	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L13	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L14	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L15	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50

QUADRO 107 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 1º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO

**Complemento Revisado Cargas em Área -
Revit Structure 2011 - Lajes Segundo Piso**

Area Loads - Structural Analysis				
	Load Case	Fx1 kN/m2	Fy1 Kn/m2	Fz1 kN/m2
L1	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L2	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L3	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L4	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L5	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L6	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L7	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L8	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L9	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L10	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L11	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L12	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L13	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L14	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50
L15	DL1 (1)	0,00	0,00	-7,50

QUADRO 108 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 2º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO

**Complemento Revisado Cargas em Área -
Revit Structure 2011 - Lajes Terceiro Piso**

Area Loads - Structural Analysis				
	Load Case	Fx1 kN/m2	Fy1 Kn/m2	Fz1 kN/m2
L1	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L2	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L3	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L4	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L5	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L6	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L7	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L8	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L9	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L10	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L11	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L12	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L13	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L14	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50

QUADRO 109 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 3º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO

**Complemento Revisado Cargas em Área -
Revit Structure 2011 - Lajes Quarto Piso**

Area Loads - Structural Analysis				
	Load Case	Fx1 kN/m2	Fy1 Kn/m2	Fz1 kN/m2
L1	DL1 (1)	0,00	0,00	-10,00
L2	DL1 (1)	0,00	0,00	-10,00

QUADRO 110 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 4º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO

**Complemento Revisado Cargas Pontuais -
Revit Structure 2011 - Lajes Quarto
Piso**

Point Loads - Structural Analysis						
Fx kN	Fy Kn	Fz kN	Mx Kn-m	My Kn-m	Mz Kn-m	
0	0	2x(-10,00)	0	0	0	L1
0	0	2x(-10,00)	0	0	0	L2

QUADRO 111 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 4º PISO – CARGAS PONTUAIS – COMPLEMENTO REVISADO

**Complemento Revisado Cargas em Área -
Revit Structure 2011 - Lajes Quinto Piso**

Area Loads - Structural Analysis				
	Load Case	Fx1 kN/m2	Fy1 Kn/m2	Fz1 kN/m2
L1	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50
L2	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,50

QUADRO 112 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES DO 5º PISO – CARGAS EM ÁREA – COMPLEMENTO REVISADO

**Complemento Revisado Barras -
Revit Structure 2011 - Lajes - Generic 150mm**

Properties - Slabs	
Structural	Definition
Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>

QUADRO 113 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES/GENERIC 150MM –
COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

**Complemento Revisado Barras -
Revit Structure 2011 - Lajes - Insitu Concrete
225mm**

Properties - Slabs	
Structural	Definition
Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>

QUADRO 114 – REVIT STRUCTURE 2011 – LAJES/INSITU CONCRETE
225MM – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

**Complemento Revisado Barras -
Revit Structure 2011 - Pilares Paredes - Primeiro Piso**

Properties – Columns	
Structural	Definition
Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Others Faces	Rebar Cover 1 <25>

QUADRO 115 – REVIT STRUCTURE 2011 – 1º PISO PILARES/PAREDES –
COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

**Complemento Revisado Barras -
Revit Structure 2011 - Vigas Peitoris - Segundo
Piso**

Properties - Structural Framing	
Structural	Definition
Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Other Faces	Rebar Cover 1 <25>
Structural Usage	Girder

QUADRO 116 – REVIT STRUCTURE 2011 – 2º PISO VIGAS/PEITORIS –
COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V13-1-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked

QUADRO 117 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 1º PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO

Line Loads - Structural Analysis								
V1-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V2-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V3-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V4-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V5-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V6-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V7-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V8-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V9-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V10-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V11-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load

A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V12-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V13-2-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked

QUADRO 118 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 2º PISO – CARGAS LINEARES –
COMPLEMENTO REVISADO

Line Loads - Structural Analysis								
V1-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V2-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V3-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V4-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V5-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V6-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V7-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V8-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V9-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked

B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V10-3-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
C	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
D	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked

QUADRO 119 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 3° PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO

Line Loads - Structural Analysis								
V1-4-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V2-4-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V3-4-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V4-4-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V5-4-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-8,00	0,00	0,00	0,00	Marked

QUADRO 120 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 4° PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO

Line - Structural Analysis								
V1-5-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V2-5-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
B	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V3-5-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V4-5-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked
V5-5-	Load Case	Fx1 kN/m	Fy1 Kn/m	Fz1 kN/m	Mx1 Kn-m/m	My1 Kn-m/m	Mz1 Kn-m/m	Uniforme Load
A	DL1 (1)	0,00	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	Marked

QUADRO 121 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS DO 5° PISO – CARGAS LINEARES – COMPLEMENTO REVISADO

Properties - Structural Framing	
Structural	Definition
Rebar Cover - Top Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Bottom Face	Rebar Cover 1 <25>
Rebar Cover - Other Faces	Rebar Cover 1 <25>
Structural Usage	Girder

QUADRO 122 – REVIT STRUCTURE 2011 – VIGAS GERAIS DA OBRA – COMPLEMENTO REVISADO DAS BARRAS

**RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE DE CADA ITEM NO PROCESSO DE
INTEROPERABILIDADE ENTRE GRUPOS 1 E 2 COM O GRUPO 4 DE
VALIDAÇÃO**

Blocos Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Width (mm)	✓
Length (mm)	✓
Thickness (mm)	✓
Footing Material	✓
Analyzed As	✗
Phasing Created	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 123 – INTEROPERABILIDADE – BLOCOS DE FUNDAÇÃO
– REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER &
NEMETSCHek IFCVIEWER

Blocos Str

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Width (mm)	✓
Length (mm)	✓
Thickness (mm)	✓
Length 1 (mm)	✓
Width Indent (mm)	✓
Cut-off (mm)	✓
Clearance (mm)	✓
Pile Type	✓
Assembly Code	✓

Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓

QUADRO 124 – INTEROPERABILIDADE – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHKEK IFCVIEWER

Blocos AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Length (mm)	✓
Width (mm)	✓
Height (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Top Material	✗
Edge Material	✗
Bottom Material	✗
Structure - Cut Fill	✓
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 125– INTEROPERABILIDADE – BLOCOS DE FUNDAÇÃO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHKEK IFCVIEWER

Vigas Fund Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Release	✗
End Release	✗
Analized As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 126 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS DE FUNDAÇÃO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHKE IFCVIEWER

Vigas Fund Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m	✗
Fy1 Kn/m	✗
Fz1 Kn/m	✗
Mx1 Kn-m/m	✗
My1 Kn-m/m	✗
Mz1 Kn-m/m	✗
Uniforme Load	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 127 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS DE FUNDAÇÃO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHKE IFCVIEWER

Vigas Fund AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 128 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS DE FUNDAÇÃO – ARCHICAD14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas Arg

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Base Level	✓
Top Level	✓
Column Style	✓
Column Material	✓
Top Release	✗
Bottom Release	✗
Analyzed As	✗
Phase Created	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 129 – INTEROPERABILIDADE – PILARES – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Pilares Str

Structural Informations	Interoperability
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓

QUADRO 130 – INTEROPERABILIDADE – PILARES – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Pilares AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Diameter (mm)	✓
Diameter 1 (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 131 – INTEROPERABILIDADE – PILARES – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Cortinas Arg

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Base Constraint	✓
Phase Created	✓
Function	✓
Curtain Panel / Type	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 132 – INTEROPERABILIDADE – CORTINAS – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Cortinas Str

Structural Informations	Interoperability
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 133 – INTEROPERABILIDADE – CORTINAS – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Cortinas AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Wall Thickness (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✗
Model - Material	✗

Structure - Cut Fill	x
IFC Type Element	x
Position	x
Structure Function	x

QUADRO 134 – INTEROPERABILIDADE – CORTINAS – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Escadas Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Base Level	✓
Top Level	✓
Phase Created	✓
Function	✓
Comments	✓
Width (mm)	✓
Desired Number of Risers	✓
Actual Tread Depth (mm)	✓
Tread Material	✓
Riser Material	✓
Monolithic Material	✓
Maximun Riser Height (mm)	✓
Riser Type	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 135 – INTEROPERABILIDADE – ESCADAS – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Escada Str

Structural Informations	Interoperability
Rebar Cover	✓

QUADRO 136 – INTEROPERABILIDADE – ESCADAS – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Escadas AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Flight Width (mm)	✓
Tread Depth (mm)	✓
Riser Height (mm)	✓
Stair Slab Thickness (mm)	✓
Riser	✗
Total Height (mm)	✓
Attributes – Material	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 137 – INTEROPERABILIDADE – ESCADAS – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Rampas Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Base Level (mm)	✓
Top Level (mm)	✓
Width (mm)	✓
Phase Created	✓
Ramp Material	✓
Thickness (mm)	✓
Function	✓
Maximum Incline Length	✓
Assembly Code	✓

Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 138 – INTEROPERABILIDADE – RAMPAS – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Structural Informations	Interoperability
No items	✗

QUADRO 139 – INTEROPERABILIDADE – RAMPAS – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Rampas AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Flight Width (mm)	✓
Stair Width (mm)	✓
Slope Angle	✓
Stair Slab Thickness (mm)	✓
Riser	✗
Total Height (mm)	✓
Attributes – Material	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 140 – INTEROPERABILIDADE – RAMPAS – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Lajes Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Thickness (mm)	✓
Function	✓
Level	✓
Phase Created	✓
Structural	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 141 – INTEROPERABILIDADE – LAJES – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Lajes Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m2	✗
Fy1 Kn/m2	✗
Fz1 Kn/m2	✗
Fx Kn	✗
Fy Kn	✗
Fz Kn	✗
Mx Kn-m	✗
My Kn-m	✗
Mz Kn-m	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓

QUADRO 142 – INTEROPERABILIDADE – LAJES – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Lajes AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structural Function	✗

QUADRO 143 – INTEROPERABILIDADE – LAJES – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER

Pilar Parede Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Base Level	✓
Top Level	✓
Top Offset (mm)	✓
Column Style	✓
Column Material	✓
Top Release	✗
Bottom Release	✗
Analyzed As	✗
Phase Created	✓
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 144 – INTEROPERABILIDADE – PILAR PAREDE – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHEK IFCVIEWER

Pilar Parede Str

Structural Informations	Interoperability
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓

QUADRO 145 – INTEROPERABILIDADE – PILAR PAREDE – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Pilar Parede AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Diameter (mm)	✓
Diameter 1 (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 146 – INTEROPERABILIDADE – PILAR PAREDE – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas Peitoril Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Level Offset	✓
End Level Offset	✓
Analyzed As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 147 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS PEITORIL – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas Peitoril Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m	✗
Fy1 Kn/m	✗
Fz1 Kn/m	✗
Mx1 Kn-m/m	✗
My1 Kn-m/m	✗
Mz1 Kn-m/m	✗
Uniforme Load	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 148 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS PEITORIL – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas Peitoril AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 149 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS PEITORIL – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 1p Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Level Offset	✓
End Level Offset	✓
Analyzed As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 150 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 1° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 1p Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m	✗
Fy1 Kn/m	✗
Fz1 Kn/m	✗
Mx1 Kn-m/m	✗
My1 Kn-m/m	✗
Mz1 Kn-m/m	✗
Uniforme Load	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 151 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 1° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 1p AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 152 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 1° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 2p Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Level Offset	✓
End Level Offset	✓
Analized As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 153 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 2° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 2p Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m	✗
Fy1 Kn/m	✗
Fz1 Kn/m	✗
Mx1 Kn-m/m	✗
My1 Kn-m/m	✗
Mz1 Kn-m/m	✗
Uniforme Load	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 154 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 2° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 2p AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 155 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 2° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 3p Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Level Offset	✓
End Level Offset	✓
Analyzed As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 156 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 3° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 3p Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✘
Fx1 Kn/m	✘
Fy1 Kn/m	✘
Fz1 Kn/m	✘
Mx1 Kn-m/m	✘
My1 Kn-m/m	✘
Mz1 Kn-m/m	✘
Uniforme Load	✘
Rebar Cover - Top Face	✔
Rebar Cover - Bottom Face	✔
Rebar Cover - Other Faces	✔
Structural Usage	✘

QUADRO 157 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 3° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 3p AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✔
Dimension - Offset (mm)	✔
Top (mm)	✔
Bottom (mm)	✔
Layer	✔
Model - Material - All sides	✘
Structure - Cut Fill	✘
IFC Type Element	✘
Position	✘
Structure Function	✘

QUADRO 158 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 3° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 4p Arg

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Level Offset	✓
End Level Offset	✓
Analyzed As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 159 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 4° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 4p Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m	✗
Fy1 Kn/m	✗
Fz1 Kn/m	✗
Mx1 Kn-m/m	✗
My1 Kn-m/m	✗
Mz1 Kn-m/m	✗
Uniforme Load	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 160 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 4° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 4p AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 161 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 4° PISO – ARCHICAD 14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 5p Arq

Structural Informations	Interoperability
Family Name	✓
Dimensions (mm)	✓
Beam Material	✓
Phase Created	✓
Start Level Offset	✓
End Level Offset	✓
Analyzed As	✗
Assembly Code	✓
Manufacturer	✓
Classification	✓
Model	✓
Keynote	✓

QUADRO 162 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 5° PISO – REVIT ARCHITECTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 5p Str

Structural Informations	Interoperability
Load Case	✗
Fx1 Kn/m	✗
Fy1 Kn/m	✗
Fz1 Kn/m	✗
Mx1 Kn-m/m	✗
My1 Kn-m/m	✗
Mz1 Kn-m/m	✗
Uniforme Load	✗
Rebar Cover - Top Face	✓
Rebar Cover - Bottom Face	✓
Rebar Cover - Other Faces	✓
Structural Usage	✗

QUADRO 163 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 5° PISO – REVIT STRUCTURE 2011 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

Vigas 5p AC14

Structural Informations	Interoperability
ID	✓
Dimension - Offset (mm)	✓
Top (mm)	✓
Bottom (mm)	✓
Layer	✓
Model - Material - All sides	✗
Structure - Cut Fill	✗
IFC Type Element	✗
Position	✗
Structure Function	✗

QUADRO 164 – INTEROPERABILIDADE – VIGAS 5° PISO – ARCHICAD14 X SOLIBRI MODEL CHECKER & NEMETSCHek IFCVIEWER

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MICHAEL ANTONY CARVALHO

ARTIGOS PUBLICADOS DURANTE O PERÍODO DE 2010-2012
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

CURITIBA

2012



V TIC - Salvador, Bahia, Brasil, 4 e 5 de agosto de 2011

O USO E EFICIÊNCIA DO IFC ENTRE PRODUTOS DE PROPOSTA BIM NO MERCADO ATUAL

Michael Antony Carvalho

Engº Civil Mestrando do PPGCC, Universidade Federal do Paraná, UFPR
michael_do_am@yahoo.com.br

Sérgio Scheer

Profº Dr. Associado do PPGCC, Universidade Federal do Paraná, UFPR
scheer@ufpr.br

Resumo

No mercado atual é crescente a quantidade de empresas fornecedoras de software colaborativo, utilizando uma proposta de integração baseada em BIM para seus produtos. No entanto, a manipulação e edição das informações para os modelos nem sempre são mantidas dentro do processo em cadeia para os profissionais. As propostas nos modelos de informação vão desde a concepção arquitetônica, estruturas de concreto armado, estruturas metálicas e instalações complementares, até geradores de orçamentos e custos, integrados por arquivos IFC. Aplicando um estudo de interoperabilidade, com modelos criados nos sistemas de proposta BIM, foi possível identificar que raramente as informações introduzidas no processo inicial de criação dos modelos são incorporadas para toda a continuidade do projeto. Muitos retrabalhos são gerados dentro de uma proposta que, visa garantir as características gerais dos elementos 3D arquitetônicos de informação. Após o teste dos modelos, foram identificadas as não conformidades encontradas na importação e exportações dos arquivos IFC, que não permitem que os usuários utilizem à totalidade dos benefícios que os fabricantes propõem para seus produtos.

Palavras-chave: BIM. IFC. IFD. IDM. Interoperabilidade.

Abstract

In today's market is a growing number of suppliers of collaboration software using an integration proposal based BIM for their products. However, manipulation and editing of information for the models are not always kept within the process chain for professionals. The proposed models of information ranging from architectural design, concrete structures, steel structures and complementary facilities, till generate budgets and costs, integrated by IFC files. Applying a study on interoperability, models created in the BIM systems proposed, it was rarely possible to identify that the information entered in the initial creation of the models are incorporated throughout the project's continuity. Many rework are generated within a proposal that aims to ensure the general characteristics of 3D architectural elements of information. After testing the models, we identified non-conformities found on the import and export of IFC files, which do not allow users to use the full benefits that companies offer for their products.

Keywords: BIM. IFC. IFD. IDM. Interoperability.

1 INTRODUÇÃO

A falta de interoperabilidade vem sendo foco de pesquisas para os setores da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), uma preocupação neste sentido são as dificuldades na transferência de arquivos entre sistemas e a implementação de uma integração técnica. Algumas ferramentas utilizadas na construção civil podem auxiliar e flexibilizar os sistemas envolvidos em atividades dos diferentes projetos e seus detalhamentos arquitetônicos, cálculo estrutural, planejamento, orçamento e outros documentos. Intensificando uma mentalidade industrial nos escritórios de AEC, muitas soluções foram estimuladas e as possibilidades de investimentos em novas plataformas facilitadoras seguiram essa crescente.

Para o uso eficiente da interoperabilidade nas informações dos modelos de edificações é de fundamental importância a utilização de um padrão entre as tarefas interligadas de projeto, o principal modelo de referência na atualidade é o Industry Foundation Classes (IFC) (ANDRADE & RUSCHEL, 2009).

Dentro desse processo industrial e visando integrar todos os processos da construção civil, o conceito tecnológico da modelagem Building Information Modeling (BIM) vem acompanhando a evolução dos programas no mercado. (SOUZA et al, 2009). O uso e a prática com ferramentas BIM, proporcionam experiências de pesquisar as informações envolvidas nos modelos, perseguindo novos resultados no trabalho, de forma significativa (KANER & SACKS et al, 2008).

A modelagem de informação orientada necessita de entendimento organizacional, utilização das ferramentas corretas com técnicas e metodologias que suportem essa evolução de software e conhecimento (CRESPO & RUSCHEL, 2007). Contudo, muitas empresas utilizam o termo BIM para divulgar seus produtos de mercado, com a intenção de apresentar um diferencial ao público da AEC. Como ferramenta uma prática é utilizar o arquivo IFC para a comunicação e garantia das informações dentro dos processos de elaboração dos projetos e benefícios.

No entanto, a utilização do formato IFC em modelos BIM ainda apresenta perdas na troca de dados e informações, e os resultados obtidos com experimentos ainda são imprecisos. O acesso aos modelos neutros IFC são complicados e as ferramentas mais difundidas no mercado não são de distribuição gratuita, tornando baixa a adesão de novos profissionais e indo na contra-mão da interoperabilidade adotada pela International Alliance for Interoperability (IAI) (AYRES FILHO, 2009).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INTEROPERABILIDADE

Em conjunto ou sistema, a troca de informações entre diferentes modelos de dados, deve ocorrer de forma que não haja perdas no fluxo das informações e que a mesma não seja prejudicada. Para o ciclo de vida de um modelo, a interoperabilidade busca essas garantias, devendo assim ser aprimoradas, ampliadas e impostas para os diferentes ambientes, independentemente para o fim que se destina (AYRES FILHO, 2009).

A interoperabilidade é a capacidade de comunicar os dados do produto através de uma produção de diferentes atividades. É essencial para a produtividade e a competitividade de muitas indústrias porque o projeto eficiente e de produção, exigem a coordenação de muitos participantes e diferentes processos que dependem de uma representação digital do produto (BRUNNERMEIER & MARTIN, 1999).

Para o software, a interoperabilidade é a troca de dados integrados entre aplicações, cada qual com sua estrutura. A interoperabilidade é alcançada através do mapeamento da estrutura dos objetos que participam de um modelo. Qualquer aplicativo pode participar do processo, assim tornando compatível com outro aplicativo do mapeamento (NIBS, 2007).

Para Scheer et al. (2007), interoperabilidade é a possibilidade da transferência integral de informações entre ferramentas de diferentes sistemas ou projetos; essa questão pode ser avaliada, dentro ou fora de um escritório.

2.2 BIM – Building Information Modeling

A tecnologia BIM quebra os paradigmas do desenho 2D para o modelo 3D de informação,

baseado em objetos. As documentações básicas dos modelos deixam de ser apenas legíveis para seres humanos e passam a ter entendimento para as máquinas. O 3D paramétrico facilita a construção de um mundo virtual e sua geometria é definida por regras e parâmetros estabelecidos na concepção do modelo. As informações são embutidas em cada geometria, assim permitindo a troca de informações e atualizações automáticas de objetos (YEONG et al, 2009).

Tse & Wong (2005) apud Crespo & Ruschel (2007), BIM não é apenas um modelo de informações para visualização dos espaços. Seu agregado de banco dados nos permite ampliar suas finalidades e racionalizar os processos da construção. Hoje é comumente chamado de Modelagem da Informação ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual.

Para Eastman (2009), BIM consiste em representar um projeto com a utilização de objetos que carregam sua geometria, relações e atributos. As ferramentas BIM permitem verificar as diferentes visões de um modelo de informação, desenho de uma produção e outros usos. Os parâmetros e regras dentro de modelo podem variar de acordo com a complexidade nela embutida. Como os desenhos 3D são legíveis para os computadores, muitos erros podem ser antecipados pelo uso das ferramentas BIM e seu uso na construção é muito superior que apenas projetos em papel.

A adoção de sistemas BIM aponta para a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão na construção civil. A colaboração entre os membros das equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento e construção de um edifício. Nesse contexto, o envolvimento dos profissionais durante as fases de orçamento e concepção de projetos, de planejamento e de construção, mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO, 2008).

O BIM vem mostrando suas vantagens significativas sobre os processos atuais, e essa integração dá origem a novas oportunidades para se compreender as possibilidades que são oferecidas no processo colaborativo aplicado no ciclo de vida de uma edificação (NIBS, 2007 apud AYRES FILHO, 2009).

De acordo com Pissarra (2010), a entidade buildingSMART integrante do IAI, resume de forma simplificada a expressão para aplicação do BIM, ver Figura 1.

$$\text{BIM} = \text{IFC} + \text{IFD} + \text{IDM}$$

Figura 1 – Expressão BIM de forma simplificada
Fonte: PISSARRA, 2010.

2.3 IFC – Industry Foundation Classes

Criar uma solução para incorporar as diferentes etapas de construção vem sendo abordada desde os anos setenta. Inicialmente os estudos realizados não atendiam as carências da construção civil e apenas na década de noventa, a organização chamada International Alliance for Interoperability (IAI) conclui que a interoperabilidade poderia gerar benefícios ao mercado da AEC. Com a utilização da linguagem de dados EXPRESS (IFC-EXPRESS) é lançada sua primeira versão em 1997, de que a IAI intitula o modelo de dados de nome IFC, surgindo sua versão 1.0. Atualmente utiliza uma versão 2x3, ver Figura 2; estando em fase de avaliação a nova versão 2X4.

O arquivo neutro IFC permite uma grande quantidade de abordagens em classes genéricas, com características suficientes para representar e descrever as principais informações dos modelos (AYRES FILHO, 2009).

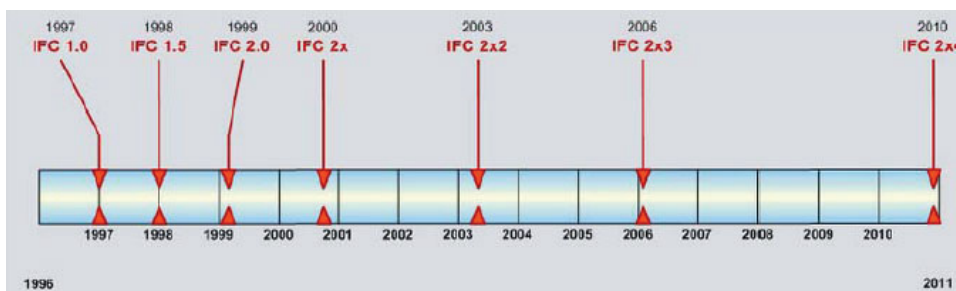


Figura 2 – Evolução IFC
 Fonte: Site buildingSMART, 2011.

Com a introdução do IFC e sua popularização, a intenção da IAI é orientar a construção como um modelo real, mas representado eletronicamente numa estrutura de dados, a partir de especificações chamadas de classes (NASCIMENTO, 2004).

Os padrões abertos de integração desenvolvidos para os IFC promovem a integração e intercâmbio de informações na construção, mas não se trata apenas de maneira eficiente de verificar essas implantações é preciso utilizar de uma maneira crítica e perceber suas vantagens e desvantagens, para sugerir mudanças e/ou correções futuras (FERREIRA, 2007).

O desenvolvimento do formato IFC está na capacidade dos usuários em desenvolver melhor as práticas e definir cada aspecto do modelo de projeto, bem como identificar os objetivos e as relações na construção. O IFC tem sido propagado com o foco direcionado nas instalações e projetos, mas seu escopo é muito mais abrangente, também inclui informações sobre gestão, custos, agendas, tarefas e recursos. Após um cenário implementado dessas estruturas, o gerenciamento de projetos poderá usufruir de um ambiente com funcionalidade e compartilhamento (FROESE et al., 1999).

A IAI deu passos importantes para a interoperabilidade na construção modelada, depois de dez anos e muitas atualizações realizadas, o padrão IFC abrange mais de 600 classes e vem sendo uma parte substancial para as informações nos modelos (PAZLAR & TURK, 2008).

O IFC é dividido em 4 níveis básicos: domain, interoperability, core e resource. O domain é mais específico para as informações descritivas do modelo, nível mais alto. Interoperability permite a troca de informações dentro dos domains. No core são descritas informações comuns a todos os domínios. Por fim o nível mais baixo, o resource possui a descrição dos conceitos básicos e independentes, que são usados nos níveis superiores (AYRES FILHO, 2009). A dissertação de Nascimento (2004) apresenta as classificações em camadas do IFC, exemplificado no Quadro 1, adaptado pelos autores.

Layers	Schemas
Resource Layer	ifcActorResource ifcDateTimeResource (...)
Core Layer	ifcProductExtension ifcControlExtension (...)
Interoperability Layer	ifcSharedBldgServiceElements ifcSharedComponentElements (...)
Domain Layer	ifcArchitectureDomain ifcStructuralElementsDomain (...)

Quadro 1 – Níveis do IFC distribuídos em camadas
 Fonte: NASCIMENTO (2004) e adaptado pelos autores.

Segundo Jacoski (2004), o modelo IFC define os objetos, atributos e o relacionamento entre as áreas; com unidade e geometria. A geometria pode ser dividida em: geometria espacial, espaço limitante, atributo-relação da representação geométrica e explícita representação geométrica.

A BuildingSMART está sendo responsável pelo desenvolvimento dos modelos abertos IFC. Nesse sentido a empresa deseja propagar o conceito de OpenBIM, proliferando o desenvolvimento de arquivos realmente abertos no mercado (BSI, 2011).

2.4 IFD – International Framework of Dictionaries

Para a implementação dos conceitos BIM e seu funcionamento correto, os projetos e profissionais devem dispor de um banco de dados de componentes, padrões e outras informações relevantes para a construção. O IFD permite que isso aconteça, criando catálogos de objetos, reunindo diferentes conjuntos de dados numa visão da construção e de fabricantes de produtos. Um banco de dados único pode ser criado, fornecendo aos participantes do projeto as mesmas especificações de produtos e serviços (BSI, 2011).

Esses bancos de dados dinâmicos permitem que os fabricantes possam divulgar seus produtos, distribuindo as informações contidas em seus modelos e permitindo uma comunicação necessária que deve existir dentro das ferramentas BIM (PISSARRA, 2010).

2.5 IDM – Information Delivery Manual

O IDM representa o manual do usuário e especifica certos tipos de informações que são necessárias para o funcionamento dos processos da construção. Fornece características de um determinado indivíduo (arquiteto, engenheiro, etc) importante para que os resultados desejados sejam obtidos. Esse formato oferece uma troca de informações entre as partes interessadas, levando os procedimentos a uma padronização que desenvolve e documenta as necessidades dos utilizadores (BSI, 2011).

Esse manual pretende auxiliar a relação entre software e os responsáveis pelo andamento na construção. Cada atividade ou informação relevante pode ser integrada no modelo, alimentando e detalhando os processos de criação (workflows). As definições dos modelos terão relação direta com a gestão da comunicação das informações na AEC (PISSARRA, 2010).

3 SOFTWARE DE PROPOSTA BIM NO MERCADO ATUAL

Dentro das propostas de mercado na venda de software, pode-se notar que os termos BIM e IFC são corriqueiramente apontados em páginas da internet ou propagandas de empresas.

Os modelos paramétricos da construção ou modelo de informação são modelos gerados a partir de formatos fechados de propriedade privada ou formatos neutros abertos. Para o primeiro caso podemos citar as empresas fabricantes de software, já o formato neutro serve para manter as informações numa transmissão de dados (AYRES FILHO, 2009), como é o caso do IFC.

A buildingSMART apresenta uma certificação do modelo IFC2X3 e as empresas ou fornecedores podem submeter seu software a essa aprovação no uso do modelo, Quadro 2. Essa certificação visa impulsionar uma rápida avaliação, implantação e aceitação do IFC para troca de informações em BIM (BSI, 2011).

Empresa	Software	Aplicação	IFC - IN/OUT
Archimen	Active3D	CoordinationView_V2.0 (*)	Import
Autodesk	Autocad Architecture	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
	Revit Architecture	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
Bentley Systems	Bentley Architecture	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
Data Design System	DDS-CAD MEP	CoordinationView_V2.0 BuildingService	Export
NEMETSCHEK Allplan	Allplan	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
NEMETSCHEK North America	Vectorworks	CoordinationView_V2.0 Architecture	Import & Export
Progman	MagicCad	CoordinationView_V2.0 BuildingService	Export
Solibri	Solibri Model Checker	CoordinationView_V2.0 (*)	Import
Tekla	Tekla Structures	CoordinationView_V2.0 Structures	Import & Export

Quadro 2 – Empresas certificadas pela buildingSMART – IFC2X3

Fonte: BSI, 2011; adaptado pelos autores.

4 CARACTERIZAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PROPOSTA BIM E USO IFC – PROGRAMAS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO DO ARTIGO

4.1 ARCHICAD 14

O ArchiCAD 14 é fabricado pela empresa Graphisoft e apresenta sua versão mais atual com melhorias para o fluxo de trabalho da arquitetura e da engenharia. O foco de integração BIM e exigência da colaboração de todas as disciplinas são apresentados como ponto central de organização. O IFC funciona no fluxo direto das informações e o uso do IFD resulta em projetos mais rápidos e com erros de coordenação significativamente menores. Com a versão mais atual, o ArchiCAD 14 ainda conta com um servidor BIM, visando a otimização na gerência de equipes. Promete resultados mais rápidos no fluxo de trabalho e documentações, com melhor capacidade de comunicação entre clientes e consultores. Para os elementos modelados estruturais de informações é possível inserir características geométricas e níveis de pavimentos (GRAPHISOFT, 2011).

4.2 REVIT ARCHITECTURE 2011

Projetos mais precisos e de qualidade é a proposta do Autodesk Revit Architecture, o software trabalha num processo que os arquitetos e projetistas possam pensar mais a respeito da obra, segundo o fabricante. Desenvolvido para a modelagem BIM possibilita a visão ao longo de projetos e sua construção. A empresa enfatiza a concepção de informações para manter as atualizações automáticas e os resultados finais mais confiáveis (AUTODESK, 2011).

4.3 REVIT STRUCTURE 2011

Com a mesma visão do Revit Architecture a empresa Autodesk disponibiliza no mercado seu software de modelagem estrutural, o Revit Structure. Um ambiente para engenheiros de estruturas metálicas, madeira ou concreto; podendo importar os arquivos realizados no Revit Architecture, para a realização de verificações mais precisas nos modelos de informação. O software oferece entre outras ferramentas: detalhamento das características estruturais, documentação da construção, distribuição de cargas, identificação de materiais, resistência a compressão, associação bidirecional entre modelos e vistas. O IFC é apresentado como recurso, juntamente com suas extensões de propriedade (AUTODESK, 2011).

4.4 TEKLA STRUCTURES 16

O software Tekla Structures da empresa finlandesa Tekla, propõe uma utilização especializada nas suas funcionalidades para atender os conceitos BIM. O Tekla permite a concepção estrutural, independente de material ou complexidade, além de cobrir todos os processos até a fabricação, montagem e gestão da construção (TEKLA, 2011).

Com sua interface de interoperabilidade, o Tekla pode ser usado como plataforma de desenvolvimento de projetos, bem como uma ferramenta para complementações de outro software. O IFC tem suporte para importação e exportação em seu ambiente, além de apresentar uma grande lista de ferramentas e outras opções de formatos de arquivos.

Dentro da nova versão 16 do Tekla é possível verificar melhorias para trabalhar com o formato IFC, permitindo exportações diretas de interoperabilidade IFC com; Revit Architecture ou ArchiCAD (TEKLA, 2011). Esse retorno do projeto estrutural ao arquitetônico, pode efetivamente evitar problemas de incompatibilidade de projetos e posterior prejuízo na construção.

4.5 CYPECAD 2011

O Cypecad é representado no Brasil pela empresa Multiplus e apresentou ferramentas de fácil entrada de dados, sendo um software que possibilita rapidez para na modelagem de elementos estruturais. Permite trabalhar com uma ampla gama de elementos estruturais e possui integração com o formato CAD, utilizando ferramentas de alteração automática das plantas bases dos pavimentos. Mesmo sendo desenvolvido por uma empresa portuguesa, possui um banco de normas de outros países, inclusive para o Brasil; como a NBR6118/2003 e NBR6123/1988, entre outras.

A partir da sua versão 2009, um dos recursos propostos pela empresa como melhoria foi intitulado de “Tecnologia BIM através de Arquivos IFC”. Essa abordagem consiste em orientar os usuário na importação de arquivos IFC gerados em sistemas com tecnologia BIM e usufruir dos benefícios do lançamento automático de obras. Dentro do ambiente Cypecad existem outros aplicativos de orçamento e gerenciamento integrados (MULTIPLUS, 2011).

5 ACESSO AOS MODELOS ARQUITETÔNICOS/ESTRUTURAIS TESTADOS E VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA APRESENTADA NA LITERATURA RECENTE

Pazlar & Turk (2008) realizaram testes de interoperabilidade verificando os dados de geometria em exportações com o auxílio de programas para modelagem em arquitetura e utilizando o modelo IFC. Os experimentos confirmaram as expectativas e os modelos não funcionaram da maneira esperada, os exemplos apresentaram vários casos de distorção da informação inserida nos modelos ou perda dos atributos. Os autores concluíram que no futuro mais esforços devem ser realizados para desenvolver o IFC.

- ✓ Sistemas aplicados por Pazlar & Turk (2008): Autodesk Architectural Desktop 2005, Nemetschek AllPlan Architecture 2005 e Graphisoft ArchiCAD 9;

Para Jeong et al (2009), a intenção era realizar um teste de benchmark em interoperabilidade usando o formato de intercâmbio IFC. O foco do experimento foi o concreto pré-moldado utilizado na fachada de modelos arquitetônicos. No experimento foi testado um modelo de características complexas na concepção e a construção incorporou ferramentas BIM de modelagem de informação. Para os autores, os resultados apresentaram inúmeras limitações, tanto na geometria como nas informações atribuídas.

- ✓ Sistemas aplicados por Jeong et al (2009): Graphisoft ArchiCAD 10, Bentley Architecture

8, Digital Project V1R3, Autodesk Revit Building 9.1, Tekla Structures 13 e Structureworks Precast;

Andrade & Ruschel (2009) comprovaram problemas de interoperabilidade utilizando dois softwares de projetos arquitetônicos e visualizadores IFC. Foram observadas perdas na geometria dos elementos e comprometimento das informações características de alguns componentes utilizados no experimento.

✓ Sistemas aplicados por Andrade & Ruschel (2009): Graphisoft ArchiCAD 11, Autodesk Revit Architecture 2008, IFC Engine Viewer e Nemetschek IFC Viewer;

Müller (2011) testou a interoperabilidade entre um software de modelagem BIM de informação com outro de cálculo e dimensionamento. O arquivo de intercâmbio utilizado nos testes com modelos foi o IFC. Nos seus resultados foram observados erros de importação e/ou exportação. Muitos objetos do experimento perderam as informações de modelagem e em outras situações as características geométricas dos elementos estruturais.

✓ Sistemas aplicados por Müller (2011): Autodesk Revit Structure, CAD/TQS e Solibri Model Viewer;

6 METOLOGIA APLICADA PARA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA ENTRE SOFTWARE DE PROPOSTA BIM

Para avaliar a confiabilidade dos arquivos de exportação e importação serão analisados modelos de informação criados em programas arquitetônicos de proposta BIM. A análise será com a utilização de elementos estruturais comuns nas edificações.

O modelo de comunicação entre software será pelo formato neutro IFC2X3, com a realização dos experimentos os arquivos poderão transmitir o conteúdo de informações que foram inseridas no processo de concepção estrutural dos elementos.

Os programas foram dispostos em três grupos distintos, conforme Figura 3.

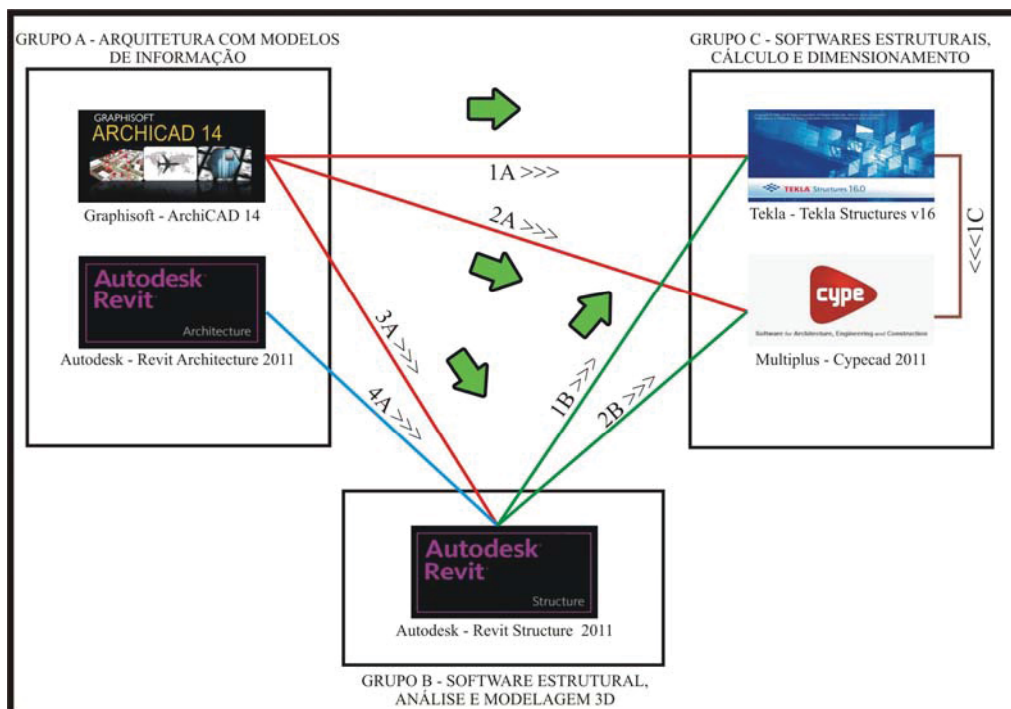


Figura 3 – Fluxo dos experimentos com elementos estruturais
Fonte: Os autores, 2011.

Com o auxílio dos programas foram criados os modelos estruturais de informação com as características relevantes aos principais elementos de uma estrutura em concreto armado e estrutura metálica. A Figura 4 mostra a modelagem criada no ambiente ArchiCAD 14, enquanto a Figura 5 ilustra o mesmo procedimento no software Revit Architecture 2011.

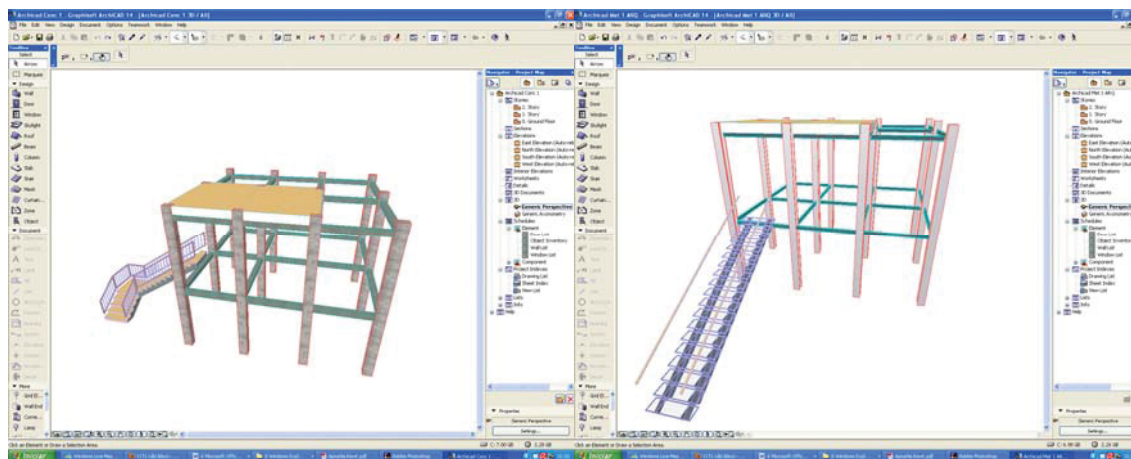


Figura 4 – Modelagem estrutural no software ArchiCAD 14 (concreto e metálica)
 Fonte: Os autores, 2011.

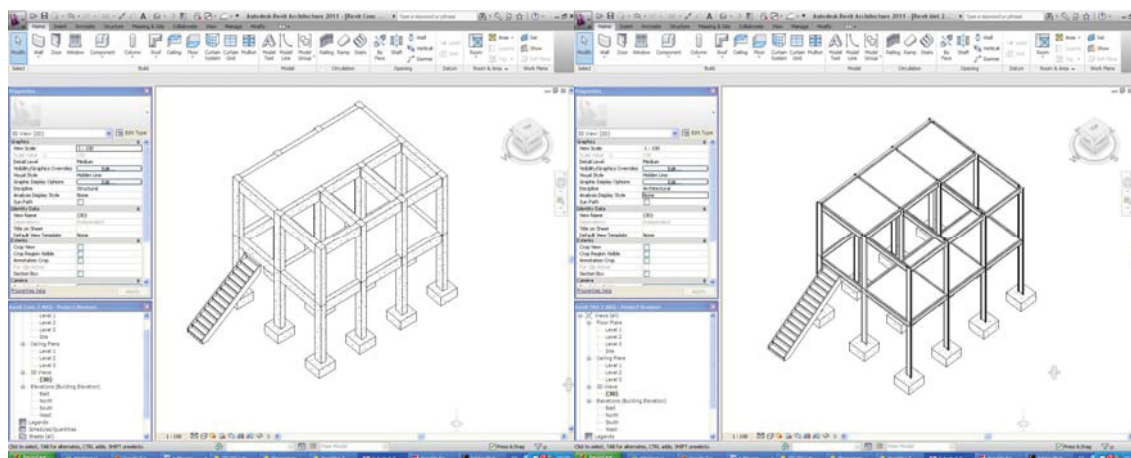


Figura 5 – Modelagem estrutural no software Revit Architecture 2011 (concreto e metálica)
 Fonte: Os autores, 2011.

Em ambos procedimentos, um facilitador para as definições estruturais do arquiteto seria a utilização do Revit Structure, ambiente em que é possível definir maiores informações da estrutura em geral (cargas pontuais, cargas lineares, cargas em lajes, fck do concreto e particularidades dos objetos); servindo de base importante para o calculista da estrutura no sentido da manutenção da informação e também proporcionando maior envolvimento dos responsáveis pela concepção do projeto num entendimento estrutural das edificações.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Quadro 3 ilustra a interoperabilidade verificada com os modelos estruturais dos experimentos, apontando algumas características dos arquivos de exportação e importação.

GRUPO A					Interoperabilidade Total - Parcial - Nula	Obs:
Software	Out	Formato	Color	In		
ArchiCAD 14	1A	IFC2X3	Red	Tekla Structures	T	1
	2A	IFC2X3	Red	Multiplus Cypecad	P	2
	3A	IFC2X3	Red	Revit Structure	P	3
Revit Architecture	4A	RVT	Blue	Revit Structure	T	4
GRUPO B						
Revit Structure	1B	IFC2X3	Green	Tekla Structures	P	5
	2B	IFC2X3	Green	Multiplus Cypecad	P	6
GRUPO C						
Tekla Structures	1C	DIRETA	Brown	Multiplus Cypecad	T	7

Quadro 3 –IFC2X3, RVT e Exportação Direta.

Fonte: Os autores, 2011;

7.1 OBSERVAÇÕES

1 – Interoperabilidade Total – Concreto e Metálica: As informações contidas na geometria do modelo arquitetônico foram mantidas integralmente no processo de importação das referências. O modelo importado em IFC para o Tekla foi adicionado ao arquivo como um elemento único para análise dos elementos, valendo enfatizar que o ArchiCAD 14 disponibiliza a modelagem das características geométricas básicas dos elementos estruturais.

2 – Interoperabilidade Parcial – Concreto: No processo da entrada de dados para o modelo IFC2X3 foram repassados no modelo as seguintes informações; dimensão dos pilares, pavimentos dos pilares e dimensão da laje em concreto. Contudo, o software identificou sobreposições de elementos estruturais não possibilitando a realização dos cálculos. Metálica: Nenhum elemento de perfil metálico foi identificado, a entrada de dados apenas importou a altura do pé direito do nível térreo (modelo de 2 pavimentos).

3 – Interoperabilidade Parcial – Concreto e Metálica: Para os modelos de informação em concreto e estrutura metálica o IFC apresentou interoperabilidade parcial. O elemento estrutural não importado para ambos os modelos foram os pilares, o restante das informações foram enviadas completamente.

4 – Interoperabilidade Total – Concreto e Metálica: Software de fabricação da mesma empresa e com integração total das informações, ambiente que visa inserir o responsável pelo projeto, uma modelagem de informação estrutural.

5 – Interoperabilidade Parcial – Concreto: Foram preservadas as características geométricas do modelo em concreto armado. O arquivo foi importado como unificado, sem que seus componentes estivessem liberados para edições separadas. Metálica: Os perfis criados no Revit Architecture e depois melhor especificados pelo Revit Structure não foram identificados no ficheiro de entrada do software.

6 – Interoperabilidade Parcial – Concreto: Dentre todos os elementos modelados nos programas de arquitetura, apenas os pilares do pavimento térreo foram identificados na importação de dados. Metálica: A estrutura modelada possuía 2 pavimentos em sua concepção, o processo reconheceu o nível do primeiro pavimento.

7 – Interoperabilidade Total – Concreto e Metálica: No ambiente do software existe a opção de exportação direta das informações (Cypecad > Tekla), facilitando o processo e permitindo a importação completa dos modelos.

8 CONCLUSÕES

Alguns fabricantes de software ainda apresentam uma proposta BIM deficiente em sua aplicação e muitas ferramentas indicadas em seu escopo não funcionam corretamente, levando o calculista a realizar novamente todo o procedimento de distribuição de cargas e atribuição das definições particularidades dos elementos estruturais. Conforme apresentado na literatura recente, os modelos de informação que utilizam o formato neutro IFC2X3 ou oferecem como diferencial de mercado o uso da interoperabilidade em seus produtos, ainda não transmitem as informações com toda a eficácia desejada pelos usuários dos sistemas.

O comportamento e características das estruturas de concreto foram reconhecidos com maior facilidade no processo de exportação e importação. Para o caso das estruturas metálicas, a concepção arquitetônica mostrou dificuldade na utilização de perfis metálicos, pois existe uma variedade grande de dimensões para os perfis encontrados em todo mundo e nem sempre suas dimensões puderam ser entendidos em outros programas, mesmo com uso do IFC.

A ausência das especificações dos produtos nos bancos de dados acessíveis e comuns a todos os sistemas, pode gerar retrabalhos nos projetos estruturais e indicam que as informações encontradas no IFD utilizado, ainda são carentes de maiores padronizações entre os fabricantes de software e as empresas responsáveis pelo fornecimento dos materiais.

O uso do formato IFC2X3 vem se mostrando em experimentos mais antigos e nos testes apresentados nesse trabalho, uma ferramenta útil para solidificar e divulgar a interoperabilidade em projetos estruturais. Enfatizando uma necessidade de que as novas versões de arquivos neutros e/ou novos estudos sejam constantemente realizados, para a evolução eficiente das ferramentas que auxiliam os profissionais da AEC.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.L.V.X.; RUSCHEL, R.C. Interoperabilidade entre ArchiCAD e Revit por meio do formato IFC. IV TIC, Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

Artigo disponível em < <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14790.pdf>>. Acesso em: Junho 2011.

AUTODESK, Produtos Autodesk (página da internet), 2011. Disponível em: < <http://www.autodesk.com.br/adsk/servlet/pc/index?siteID=1003425&id=15061619>> Acesso em : Abril 2011.

AYRES FILHO, C. Acesso ao Modelo Integrado do Edifício. Curitiba, 2009, 149p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0113.pdf>>. Acesso em: Março 2011.

BRUNNERMEIER, S. B. e MARTIN, S. A. Interoperability Cost Analysis of the US Automotive Supply Chain - Final Report. Research Triangle Institute, Mar-1999, 93 p.

BSI, BuildingSMART – International home of openBIM (página da internet), 2011. Disponível em: < <http://buildingsmart-tech.org/>> Acesso em: Abril 2011.

CRESPO, C.C.; RUSCHEL R.C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. III – Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil – 2007. Artigo disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/norie/tic2007/artigos/A1085.pdf>>.

COELHO, S.B.S. Coordenação de projetos de edifícios com emprego de sistemas colaborativos baseados em software livre. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, 2008.

EASTMAN, C. Building Information Modeling. What is BIM? Agosto, 2009. Disponível em: <<http://bim.arch.gatech.edu/?id=402>> Acesso em: Abril 2011.

FERREIRA, S.L. Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): Contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa. XII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção Civil – 2007. **Artigo** Disponível em: <http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>

FROESE, T.; FISCHER, M.; GOBLER, F.; RITZENTHALER, J.; YU, K. Industry Foundation Classes for Project Management – A Trial Implementation , **ITcon**, v.4, p 17-36, 1999. Disponível em: < <http://itcon.org/1999/2/>> Acesso em: Março de 2011.

GRAPHISOFT, ArchiCAD (página da internet), 2011. Disponível em: < <http://www.graphisoft.com/products/archicad/>> Acesso em: Março 2011.

JACOSKI, C. A. . O intercâmbio de dados SIG e Projetos de Edificações. In: SIGAC - 2004, 2004, São José dos Campos - SP. Workshop sobre aplicações de Sistemas de Informações Geográficas no Ambiente Construído. São José dos Campos - SP : ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2004.

JEONG, Y. S.; EASTMAN, C. M.; SACKS, R.; KANER, I. Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete, *Automation in construction* 18, p. 469-484, Jul-2009. **Artigo** disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V20-4VB5596-1/2/3aee576a1211bd65202cb183335276f2>>. Acesso em: Março 2011.

KANER, I.; SACKS, R.; KASSIAN, W.; QUITT, T. Case studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms, **ITcon**, v. 13, p. 303-323, 2008. Disponível em: <http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2008_21>. Acesso em: Abril 2011.

NASCIMENTO, L. A. Proposta de um sistema de recuperação de informação para extranet de projeto. 2004. 130 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MULTIPLUS, Cypcad (página da internet), 2011. Disponível em: < http://cypcad.multiplus.com/Novidades_2011.htm> Acesso em: Abril 2011.

MÜLLER, M.F. A interoperabilidade entre sistemas CAD de projetos de estruturas de concreto armado baseado em arquivos IFC. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

NIBS. National Building Information Modeling Standard. National Institute of Building Sciences – BuildingSMARTalliance – Dec-2007, 183 p.

PAZLAR, T.; TURK, Z.. Interoperability in practice: geometric data exchange using the IFC standard, *ITcon*, v. 13, special issue, p. 362-380, 2008.

PISSARRA, N.M.M. Utilização de plataformas colaborativas para o desenvolvimento de empreendimentos de engenharia civil. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Out 2010.

SCHEER, S.; ITO, A.; AYRES, C.; AZUMA, F. e BEBER, M. Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 7, 2007, Curitiba. **Artigo** disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/>>. Acesso em: Março 2011.

SOUZA, L.L.A.; AMORIM, S.R.L.; LYRIO FILHO, A.M. Impact the use of BIM in Architectural Design Offices: Real Estate Market Oportunities. *Design Management and Tecnology*, Vol.4 N°2 – 2009. **Artigo** disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/jornal2/index.php/gestaodeprojetos/article/view/26/124>>. Acesso em: Março 2011.

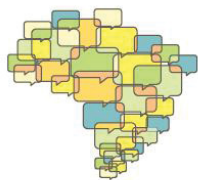
TEKLA, Tekla Structures (página da internet), 2011. Disponível em: < <http://www.tekla.com/international/products/tekla-structures/full/Pages/Default.aspx>> Acesso em: Abril 2011.

AGRADECIMENTOS

UTFPR – Pela ambiente de trabalho na instituição, em que foi possível observar o sistema de gestão de projetos públicos durante um período de aproximadamente 3 anos no departamento de projetos e obras, como funcionário publico federal .

Licença Multiplus: Chave de licença Utfpr, Campus Campo Mourão.

Aos fabricantes de produtos de AEC envolvidos no trabalho que disponibilizam o uso em versões estudantes ou com prazo de teste por 30 dias, assim possibilitando que pesquisas e testes de interoperabilidade sejam realizados.



7º SIBRAGEC

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO

16 A 18 DE NOVEMBRO DE 2011 - BELEM-PARÁ

ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL E PROPOSTA PARA A PRODUÇÃO E GESTÃO DE PROJETOS CIVIS EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO

**CARVALHO, Michael Antony (1); SANTOS, Adriana de Paula Lacerda (2);
SCHEER, Sérgio (3);**

(1) Engenheiro Civil – Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Construção Civil - PPGECC - Universidade Federal do Paraná,
e-mail: michael_do_am@yahoo.com.br;

(2) Professora Adjunta – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção -
PPGEP - Universidade Federal do Paraná, e-mail: adrianapls@uol.com.br;

(3) Professor Associado - PPGECC - Universidade Federal do Paraná,
e-mail: scheer@ufpr.br;

RESUMO

As características das organizações públicas influenciam fortemente no desenvolvimento, implantação e utilização de sistemas de informação. De qualquer modo, a importância destas ferramentas de apoio à gestão e à tomada de decisão neste tipo de organização tem crescido, sendo viável a sua utilização no estudo de caso no Departamento de Projetos Civis de uma Instituição de Ensino Superior. Com foco no desenvolvimento da gestão e produção de projetos arquitetônicos, bem como dos projetos complementares da construção civil realizados relativos no âmbito do estudo de caso, pode-se identificar as condições do uso das tecnologias de informação, comunicação e dos sistemas que permitem as atividades de Engenharia Simultânea (ES) e o trabalho colaborativo em rede no ambiente de projeto e produção. Os resultados da pesquisa apontam que não existe o uso de software colaborativo para projetos pela Instituição acarretando baixa produtividade na elaboração dos projetos e que há possibilidades de implementação de mudanças neste processo.

Palavras-chave: Sistemas Colaborativos, Engenharia Simultânea, Instituições Públicas, Projeto e Produção, Gerenciamento de Projetos.

ABSTRACT

The characteristics of public organizations strongly influence the development, deployment and use of information systems. Anyway, the importance of these tools to support management and decision making in this organization has grown and is feasible for use in management of public sector activities. The research method used to conduct the study was the case study in the Construction Project Department of an Institution of Higher Education. With a focus on management development and production of architectural design, as well as additional construction facilities design carried out by the case study, one can identify the conditions of information and communication technology and systems use that enable the activities of Simultaneous Engineering (SE) and computer based collaborative work environment in the design and production. The research results indicate that there is no use of collaboration system by the Institution causing low productivity in the preparation of projects and that there are opportunities to implement changes in this process.

Keywords: Collaborative System, Simultaneous Engineering, Public Institutions, Design and Production, Project Management.

1 INTRODUÇÃO

A gestão da produção de projetos na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) associada ao contínuo estudo de novas tecnologias nos ambientes de trabalho pode evitar que muitos processos construtivos demorem mais tempo que o comum para serem elaborados e executados.

A etapa de projetos tem relevância fundamental para a totalidade do processo de construção e quando mal conduzida é responsável por boa parte dos problemas ocorridos nas fases subseqüentes (AYRES FILHO, 2009). Uma das principais variáveis a serem analisadas no sistema de gestão de obras públicas é a questão da manipulação dos arquivos de projetos e a sua colaboração durante todo o processo de desenvolvimento da obra.

As obras públicas em geral apresentam pontos significativos a serem observados nos processos de gestão de projetos dentro dos departamentos nas instituições, o grande número de profissionais de áreas distintas envolvidos e a quantidade de projetos complementares geram um ambiente em que devem ser levadas em consideração as aplicabilidades de elementos auxiliares na colaboração dos processos de concepção e elaboração dos projetos civis.

O processo de projeto e execução necessita de abordagens direcionadas aos métodos de gestão de projetos, bem como a introdução dos conceitos da Engenharia Simultânea (ES) auxiliada pela Tecnologia da Informação (TI). Esse enfoque deve estar presente desde a concepção do produto até a sua conclusão e entrega ao cliente (SILVA JUNIOR, 2009).

Para verificar a eficácia dos sistemas utilizados atualmente em ambientes públicos no desenvolvimento de projetos foram utilizados os conceitos da ES em um estudo de caso apresentado no trabalho. Realizando a comparação dos procedimentos verificados na concepção das arquiteturas e projetos complementares, com as opções de mercado para otimização e colaboração na gestão, foi proposto um novo fluxo na gestão da informação.

2 A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA COLABORATIVO NA GESTÃO PÚBLICA

Com a evolução dos sistemas Computer Aided Design (CAD) tradicionais, o software de suporte gráfico e as novas tecnologias deixaram de ser apenas programas de desenho e passaram a se tornar ferramentas de sistemas colaborativos, gerenciando as várias etapas da engenharia (SOARES et al., 2008).

Nos últimos anos a realização de projetos vem apresentando uma característica ao desenvolvimento atual, decorrente das inovações tecnológicas em produtos. Nesse sentido, os projetos cada vez mais são multidisciplinares e distribuídos entre os diversos profissionais envolvidos na produção (SILVA JUNIOR, 2009; SOUZA, 2005).

Os sistemas colaborativos são as combinações de várias tecnologias que proporcionam uma interação entre dois ou mais interessados num processo criativo e visa atingir os melhores resultados possíveis dentro de uma solução comum de compartilhamento de conhecimentos (COELHO, 2008; WILKINSON, 2004).

A implementação de novas técnicas no planejamento e controle com a utilização de sistemas de gestão são de suma importância na diminuição dos problemas de produtividade e perda de tempo com retrabalhos, reduzindo as dificuldades encontradas

na organização devido à implementação de processos inadequados (MANZIONE, MELHADO, 2007).

Uma ferramenta valiosa no setor industrial é a utilização dos conceitos Building Information Modeling (BIM) no ciclo de vida de uma obra. A produção é realizada de modo preservar de forma aberta e interoperável das informações do produto, na sua modelagem física, funcional, processos e operações (NIBS,2007).

Na aplicação do BIM os envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos são capazes de estabelecer um entendimento visual dentro de ambiente colaborativo. Essa parceria não gera apenas observadores dos modelos de informação, os profissionais se tornam peças fundamentais nas diferentes fases do projeto; como colaboradores na evolução e desenvolvimento da tecnologia (JEONG et al., 2008), conforme Figura1.

Contudo, dentro do mercado existe uma imensa gama de opções de plataformas BIM, sendo necessário testar um modelo que se encaixe na estrutura física do trabalho e que atenda as necessidades de produção colaborativa no setor público.

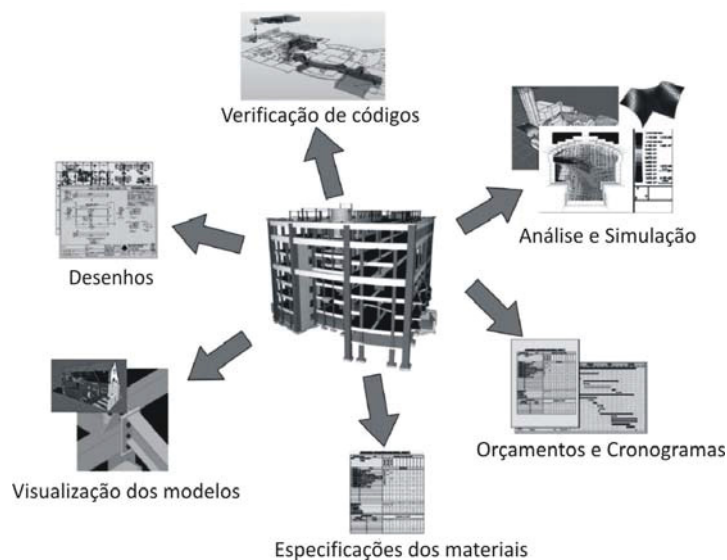


Figura 1 – Exemplo de fluxo de informações no escopo BIM.
Fonte: Jeong et al., 2008, adaptado pelos autores.

3 METODOLOGIA APLICADA NO ESTUDO DE CASO - UTFPR

Para a verificação do uso ideal de sistemas colaborativos e o dos conceitos da ES foi adotado como método de pesquisa o estudo de caso, aplicado no Departamento de Projetos Cíveis (DEPROJ) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

O passo inicial foi levantar o sistema de produção e gestão de projetos utilizados na instituição, se caso analisado algum tipo de problema no fluxo de informações, sugerir mudanças para a redução do tempo nos processos envolvidos no departamento, aplicando uma gestão adequada de projetos com produtos de propostas colaborativas BIM que diminuam os atrasos e prejuízos que possam existir no processo.

O DEPROJ está subordinado a Diretoria de Projetos e Obras (DIRPRO) da UTFPR, que segue um nível hierárquico, como segue na Figura 2.



Figura 2 – Posicionamento da DIRPRO no organograma institucional.
 Fonte: Site da UTFPR, 2010.

A DIRPRO é responsável pelas obras dos 11 *Campi* da instituição em vários municípios no Estado do Paraná, Figura 3. O departamento é centralizado na cidade de Curitiba e tem a responsabilidade da realização e aprovação de todos os projetos complementares da instituição. Em alguns poucos casos a realização dos projetos fica por responsabilidade de empresas vencedoras de concorrências públicas, mas a fiscalização e liberação dos projetos ficam a cargo do próprio DEPROJ.



Figura 3 – Posição dos Campi no Estado do Paraná.
 Fonte: Site da UTFPR, 2010.

❖ Estrutura Atual na Gestão de Projetos no DEPROJ;

O DEPROJ é responsável pelo desenvolvimento das concepções arquitetônicas e planos diretores das unidades estaduais, bem como a realização os projetos complementares (estrutural, fundação, hidráulico e elétrico) das construções e seus orçamentos e cronogramas de obras. Com as observações “*in loco*” foi possível traçar o esquema utilizado na gestão da informação entre o corpo técnico da instituição.

Os longos fluxos de informações apresentadas no DEPROJ atualmente e o sistema adotado de desenvolvimento de projetos utilizado pelos profissionais no departamento são representados na Figura 4.

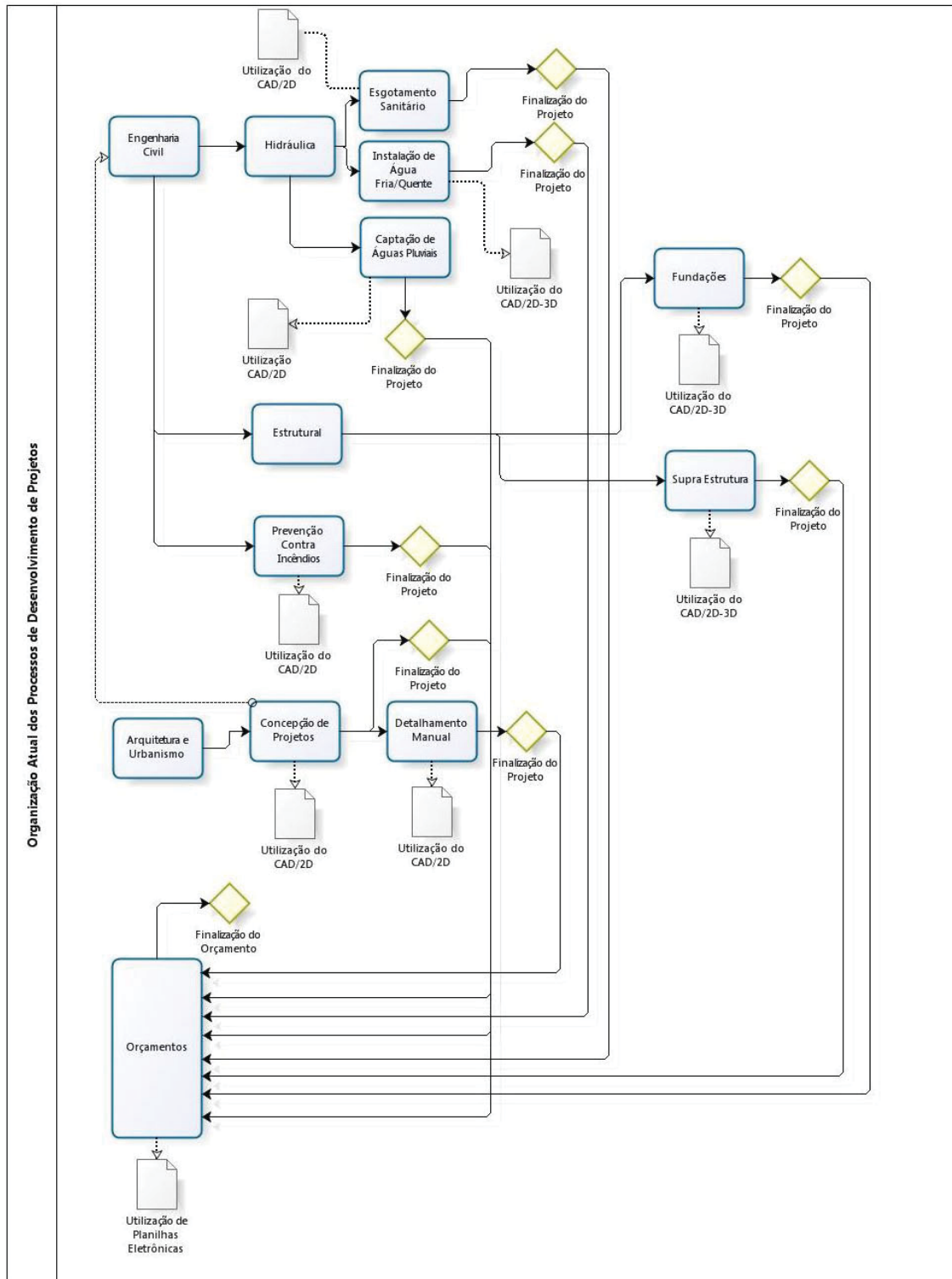


Figura 4 – Estrutura no Sistema Atual de Produção de Projetos no DEPROJ.
 Fonte: Os autores, 2011.

❖ Itens analisados no estudo de caso:

Retrabalho: Possibilidade na organização atual de acontecer retrabalhos, esquecimento de tarefas e/ou perda de tempo, devido o problema na troca de informações que pode ocorrer entre o pessoal envolvido no processo;

Uso de sistemas colaborativos: Quais os sistemas atuais que difundem a ES e os ambientes colaborativos utilizados no desenvolvimento dos projetos: Análise geral da interoperabilidade. Uso das ferramentas BIM;

Produtividade geral: Análise do sistema do atual e verificação da produtividade numa visão geral: Existem problemas? Os problemas afetam o sistema produtivo?

Possibilidade da implementação de mudanças: Verificação da possibilidade real de mudanças no sistema de produção. Caso essas sejam necessárias.

Muitas informações chegam de forma desordenada aos orçamentistas, que necessitam levantar todos os serviços e quantitativos de forma manual para cada processo individualmente.

Dentro do fluxograma atual é possível avaliar a metodologia de gestão adotada no DEPROJ, a condução na organização de projetos e o tempo desperdiçado com retrabalhos, projetos manuais auxiliares da arquitetura (cortes, elevações, tabelas e detalhamentos), bem como a inexistência de uma integração dos benefícios da ES com ferramentas BIM no ambiente de projeto.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O processo de desenvolvimento atual de projetos apresentado pelo DEPROJ, revelou muitos itens de produção no departamento poderiam ser melhorados.

✓ Não existe o uso de plataformas colaborativos:

Para Mikaldo e Scheer (2008), os esforços para o desenvolvimento de projetos integrados ou simultâneos devem ser os maiores possíveis e se apresentar forma eficiente, a qualidade pode ser ampliada pela redução do tempo para a compatibilização de projetos e disseminação de uma nova cultura atendendo as necessidades do cliente.

✓ Produtividade geral:

A aplicação da ES pode ser resumida na utilização das seguintes “Ts” (CORRÊA & ANDERY, 2007; FERNANDES, 2003; BORSATO, 2002).

Technology: Utilizar a tecnologia como ferramenta integrada para o gerenciamento de processos;

Tasks: Sintonia entre as tarefas;

Teamwork: Equipe de trabalho;

Training: Para a utilização dos conceitos da ES é necessário o treinamento da equipe com as ferramentas adequadas;

Talents: O conhecimento adquirido no processo pode ser traduzido em competência, habilidade e conhecimento, favorecendo a realização do trabalho;

Tools: As ferramentas fundamentais para a aplicação da ES (sistemas, banco de dados, etc);

- ✓ Possibilidade da implementação de mudanças:

O pouco tempo hábil para a aplicação de novos sistemas colaborativos e treinamento entre os profissionais, por consequência a busca de novas metodologias fica dividida entre o tempo da execução do trabalho e as tarefas diárias.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a estrutura atual apresentada é possível propor um sistema de produção mais eficaz para a gestão e produção de projetos na instituição do estudo de caso.

O mercado oferece alguns produtos com propostas colaborativas entre as diversas áreas técnicas envolvidas em um escritório de AEC, diminuindo o tempo de trabalho com o CAD 2D, que não possui informações adicionadas no modelo da construção e não favorece o levantamento de serviços e materiais.

Um sistema de gestão alternativo da informação da construção para a equipe técnica do DEPROJ foi elaborado com opções em cada ramificação das atividades de projeto, Figura 5.

Com o sistema colaborativo no fluxo de projetos, a informação do modelo passa a fluir continuamente desde a concepção arquitetônica até o orçamento de obras, sem que haja sobrecargas no processo e tornando cada membro da cadeia de projetos responsável pela transmissão de informações aos demais. Para Jacoski e Lamberts (2004) “o relacionamento entre os agentes envolvidos no processo através do próprio projeto, fazendo uso de ferramentas computacionais, poderá contribuir em muito na resolução dos problemas de comunicação e informação”.

❖ Proposta da Gestão da Produção de Projetos para o DEPROJ:

• Arquitetura:

Autodesk Revit Architecture®: O Autodesk Revit Architecture é um software de arquitetura que foi elaborado num conceito de modelagem da informação de construção. A edificação é toda modelada em 3D e possui todos os elementos de informação associados em banco de dados dinâmico durante todo seu processo de concepção, além de oferecer o detalhamento automático e geração das vistas através dos modelos (AUTODESK, 2010).

Graphisoft ArchiCAD®: O ArchiCAD possibilita um controle sobre o projeto em um banco de dados com aplicação BIM, com o uso da modelagem de informação o programa gera cortes e plantas automaticamente, evitando a repetição monótona de desenhos (PINI, 2011).

• Engenharia Civil:

Multiplus Cypecad®: Possui um ambiente próprio para a modelagem estrutural sem a necessidade de outros programas CAD, oferecendo uma proposta de integração com outras plataformas BIM. O Cypecad conta em seu escopo com um recurso exclusivo para importação de informações automáticas, diretamente dos ambientes de arquitetura, permitindo que a estrutura seja lançada pelo próprio Cypecad (MULTIPLUS, 2010).

Multiplus Pro-Hidráulica®: O Pro-Hidráulica usa a modelagem virtual para toda a tubulação e os componentes. O projeto é composto por objetos da construção; tubulações e conexões ao invés de linhas e blocos como no CAD (MULTIPLUS, 2010).

Tekla Structures®: O Tekla Structures é uma plataforma de complementação da aplicação BIM de um empreendimento. Possui integração total com os sistemas interoperáveis e pode atuar na gestão de canteiro de obras como ferramenta de produção (TEKLA,2011).

- **Orçamentos:**

Multiplus Arquimedes®: Esse software pode ser utilizado por orçamentistas, arquitetos, engenheiros e construtoras. Conta com vários bancos de dados com preços e composições utilizados no mercado: DERSA, DNIT, SANEPAR, SAP, SEOP, SINAPI, SIURB, entre outros. O Software Arquimedes elabora automaticamente o diagrama de tempos/atividades e também o cronograma físico-financeiro para a obra. Gera a curva ABC e o relatório de preços unitários (MULTIPLUS, 2010).

Pini Volare®: Plataforma de orçamentos de obras que pode ser utilizado em conjunto com o ArchiCAD no levantamento de quantitativos, ainda é possível planejar e fiscalizar serviços e insumos (PINI, 2011).

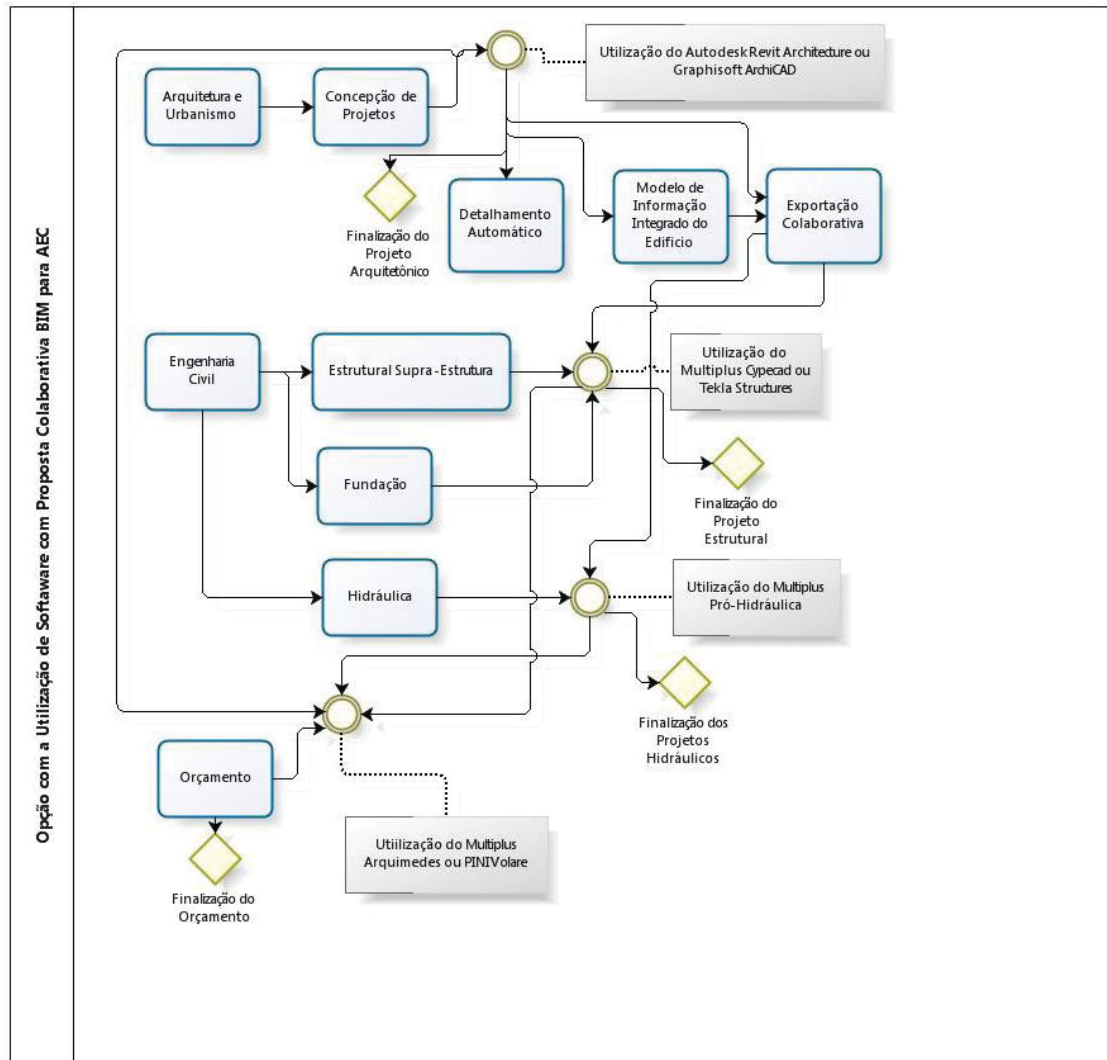


Figura 5 – Proposta da Nova Estrutura com Software Colaborativo para o DEPROJ.
Fonte: Os autores, 2011.

6 CONCLUSÕES

A união tem papel especial na aplicação de melhores condições para o trabalho seu corpo técnico e demanda de projetos públicos que atendam as carências da população (LOBO,2009).

De acordo com Ferreira (2007), deve-se aprender as vantagens e desvantagens de utilizar as tecnologias de geração de informações, podendo assim perceber as falhas do processo a apontar mudanças necessárias. Enfatizando as conclusões de Mota e Felipe (2009) “os sistemas colaborativos são hoje umas das mais poderosas ferramentas para o aumento da produtividade e competitividade de uma empresa”.

O investimento em novas tecnologias de gestão de projetos em obras públicas com a utilização de programas colaborativos BIM na cadeia de informações das instituições, podem ser explorados adequadamente se a aplicação dos conceitos da ES forem utilizados na diminuição dos tempos para a execução de projetos e produtos em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTODESK, Produtos Autodesk (página da internet), 2011. Disponível em:
< <http://www.autodesk.com.br/adsk/servlet/pc/index?siteID=1003425&id=15061619>> Acesso em : Abril 2011.

AYRES FILHO, C.; **Acesso ao Modelo Integrado do Edifício**. Curitiba, 2009, 149p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0113.pdf>> Acesso em Fevereiro de 2011.

COELHO, S.B.S.; **Coordenação de projetos de edifícios com emprego de sistemas colaborativos baseados em software livre**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, 2008.

CORRÊA, C.V.; ANDERY, P.R.P.; **Avaliação dos resultados da aplicação da engenharia simultânea na elaboração e implantação de projetos de produção de alvenaria de vedação nos canteiros de obras**. V Sibragec, Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Campinas - 2007.

FERREIRA,S.L.; **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): Contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa**. XII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção Civil – 2007. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>> Acesso em: Dezembro de 2010.

JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R.; **A Viabilidade da Integração Técnica de Projetos de Construção Através da WEB**. 2004. Artigo disponível em:
<<http://claudio.jacoski.googlepages.com/PAP0211rprojetosweb.pdf>> Acesso em: Março de 2011.

JEONG, Y. S.; EASTMAN, C. M.; SACKS, R.; KANER, I. **Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete, Automation in construction** 18, p. 469-484, Jul-2009. Artigo disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V20-4VB5596-1/2/3aee576a1211bd65202cb183335276f2>>. Acesso em: Março 2011.

LOBO, A. V. R.; LOBO, F. H. R.; SCHEER, S.; **Ambiente colaborativo na fiscalização de projetos de edificações de obras públicas**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído – Universidade de São Paulo, 2009.

MANZIONE, L.; MELHADO, S. B.; **Porque os projetos atrasam? Uma análise crítica da ineficácia do planejamento de projetos adotada no mercado imobiliário de São Paulo - III** – Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil – 2007

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S.; **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: Qual é a melhor solução?** Gestão & Tecnologia de Projetos, 2008 – Vol.3, nº 1, Maio de 2008.

MOTA, D.A.R.; FELIPE, A.A.C.; **Gestão do conhecimento em empresas através de sistemas colaborativos.** KM Brasil 2009 – 8ª Edição do Congresso Brasileiro de Gestão do Conhecimento – Salvador – Bahia.

MULTIPLUS, Cypecad (página da internet), 2011. Disponível em: < http://cypecad.multiplus.com/Novidades_2011.htm> Acesso em: Abril de 2011.

NIBS. National Building Information Modeling Standard. National Institute of Building Sciences – BuildingSMARTalliance – Dec-2007, 183 p.

PINI, Software (página da internet), 2011. Disponível em: < <http://www.piniweb.com.br/empresa/software/do-anteprojeto-a-execucao-da-sua-obra-139306-1.asp>> Acesso em Setembro de 2011.

SILVA JUNIOR, H.; **A experiência de implementação do sistema de ambiente colaborativo Sisac para a gestão de projetos em uma entidade pública.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2009.

SOARES, L.P.; COURSEUIL, E.T.L.; RAPOSO, A.B.; GATTASS, M. **Environ: Uma Ferramenta de Realidade Virtual para Projetos de Engenharia.** XXIX CILAMCE, 2008, Maceió – Brasil.

TEKLA, Tekla Structures (página da internet), 2011. Disponível em: < <http://www.tekla.com/international/products/tekla-structures/full/Pages/Default.aspx>> Acesso em: Setembro 2011.

UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (página da internet), 2010. Disponível em: < <http://www.utfpr.edu.br/>> Acesso em: Dezembro 2010.

AGRADECIMENTOS

UTFPR – Pela ambiente de trabalho na instituição, em que foi possível observar o sistema de gestão de projetos públicos durante um período de aproximadamente 3 anos no departamento de projetos e obras, como funcionário público federal .

Licença Multiplus: Chave de licença Utfpr, Campus Campo Mourão.

Aos fabricantes de produtos de AEC envolvidos no trabalho que disponibilizam o uso em versões estudantes ou com prazo de teste por 30 dias, assim possibilitando que pesquisas e testes de interoperabilidade sejam realizados.

Interoperability experiments and methodology for efficiency measurement

Michael Antony Carvalho, M.Sc. Candidate

Federal University of Paraná, Brazil – michael_do_am@yahoo.com.br

Sergio Scheer, Ph.D.

Federal University of Paraná, Brazil – scheer@ufpr.br

Abstract

In today's market there are an increasing number of software manufacturers with the proposed integration based on BIM/IFC interoperability and collaboration for their products. However, manipulation and editing of information for the BIM models are not always kept within an integrated process chain for the professionals. The proposed models of information are ranging from architectural design, concrete structures and detailing, till budget and cost generators, as part of IFC files. A methodology was developed and used in order to test the data interoperability for different BIM CAD systems. An experiment with information models created with different BIM CAD systems pointed out that was not always possible to incorporate and maintain the needed information entered in the earlier phases of model creation throughout the entire project process. Many reworks are generated within a proposal granting the general characteristics of 3D architectural elements of information. After testing the generated IFC models, it was identified non-conformities found in the importation and exportation of IFC files, which do not allow users to leverage the full benefits that manufacturers offer for their products.

Keywords: BIM, IFC, Interoperability.

1 Introduction

Systems that can disseminate and improve interoperability have been the focus of many studies in the Architecture, Engineering & Construction (AEC). The major concern in this regard are the difficulties encountered in the continuity of information based on files exporting. Many marketing tools have addressed this issue and the range of options as Building Information Modeling (BIM) often appears as the system solution for construction projects.

The BIM concepts go far beyond the CAD project design and 3D design visualization. As a simple computer model, the design form is different from the constructive preparation. The aggregated information to the basic elements of the work become central to the understanding of all stakeholders. The increase in the dimensions of BIM is the continuity of the information in the most diverse and software environments by the use of a neutral format (Eastman, 2011). The main reference file currently is the Industry Foundation Classes (IFC), aimed at the intertwining of building and information, is becoming a participant in the usual checks on the efficiency of interoperability (Andrade and Ruschel, 2009).

The architectural design is one of key steps that belongs to the BIM process supplying many others activities in the information chain. The produced information will be the whole building design that emerged from complementary project steps (structural, electrical, hydraulic, network, conflict checking, and so on), and scheduling and costs involved in the services can be understood as 5D (Piniweb, 2012).

Despite the clear benefits of BIM, many companies leverage their products having as an element of open communication, at best, the IFC2X3. However, recent research has shown that this practice has problems with inaccurate information data. Accuracy is not completely achieved for adequate geometry and specially there is need for rework at some stages of the building project.

This work aims to report some tests for a structural building model specifically designed using two different BIM architectural design systems in order to perform a structural behaviour analysis using different complementary systems for reinforced concrete structures.

The software applications used are listed as well as the specific structural model developed for the interoperability test study. The results are analysed and some conclusions are presented.

2 The used BIM systems

Taking into account the desired information flow study it was used a set of software applications for different purposes dealing with IFC and BIM (CAD) models. The software were grouped into four groups: Group 1 (Architectural design) – Table 1; Group 2 (Structural design – level 1) – Table 2; Group 3 (Structural design – level 2) – Table 3; and, Group 4 (Viewer & Checker) – Table 4.

Table 1. Group 1 – Architectural design

Architectural Design	Version	Manufacturer	Basic Features
ArchiCAD	v14	Graphisoft - Nemetschek	Proposal BIM / Architectural design; Import and Export IFC2X3 / Base file PLN
Revit Architecture	v2011	Autodesk, Inc.	Proposal BIM / Architectural design / Import and Export IFC2X3 / Base file RVT;

Table 2. Group 2 – Structural design – Level 1 – Model Increase

Structural - Level 1 Increase	Version	Manufacturer	Basic Features
Revit Structure	v2011	Autodesk, Inc.	Proposal BIM / Structural design; Import and Export IFC2X3; Release of loads / Structure complement

Table 3. Group 3 – Structural design – Level 2 – Project

Structural - Level 2 Project	Version	Manufacturer	Basic Features
CypeCAD	v2010	Cypecad Ingenieros	BIM Concepts / Structural design; Import IFC2X3 / Export to Tekla Structures; Reinforced Concrete calculation / Design and detailing
CAD/TQS	v16.7.3	TQS Informática Ltda.	BIM Concepts / Structural design; Import Revit Structure - plugin; Export IFC2X3 / Reinforced Concrete calculation / Design and detailing;
Tekla Structures	v16	Tekla International	BIM Software / Structural design; Import and Export IFC2X3; Import Cypecad files; Structural engineering;

Table 4. Group 4 – Viewer & Checker – IFC Test

Viewer & Checker	Version	Manufacturer	Basic Features
IFC Test			
Nemetschek IfeViewer	v1.2	Nemetschek Group	BIM Concepts; Controller of IFC entities; Viewer of IFC entities;
Solibri Model Viewer	7.0.0.220	Solibri, Inc.	BIM Concepts; Controller of IFC entities; Viewer of IFC entities;

3 The structural model

It was prepared a reinforced concrete structural model of a building in which it was possible to identify the behaviour of many different structural elements. It was used exactly the same model in both cases of the architectural design systems (ArchiCAD 14 and Revit Architecture 2011) and each structural element were identified with all their features considering all parameters and variables that could serve as structural information on the evolutionary continuity of the design process.

The Figure 1 shows the building structural model developed in ArchiCAD14. Below the Figure 2 illustrates the same model developed in Revit Architecture 2011.

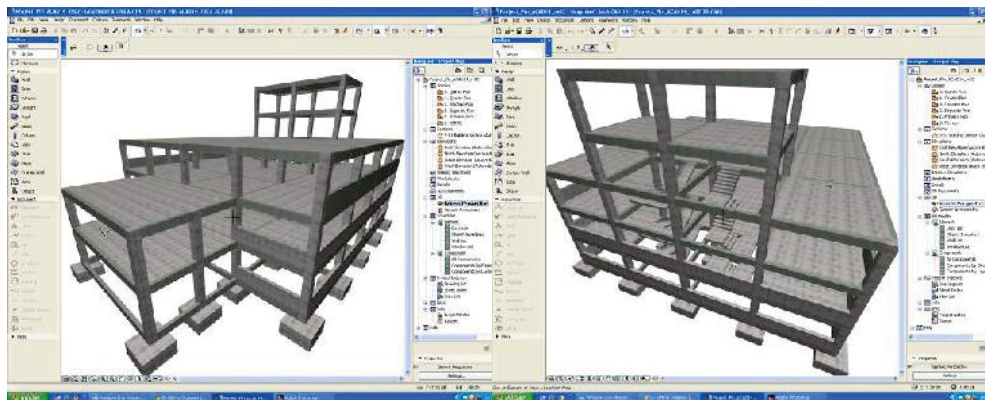


Figure 1. ArchiCAD 14 – Reinforced Concrete Structural Model

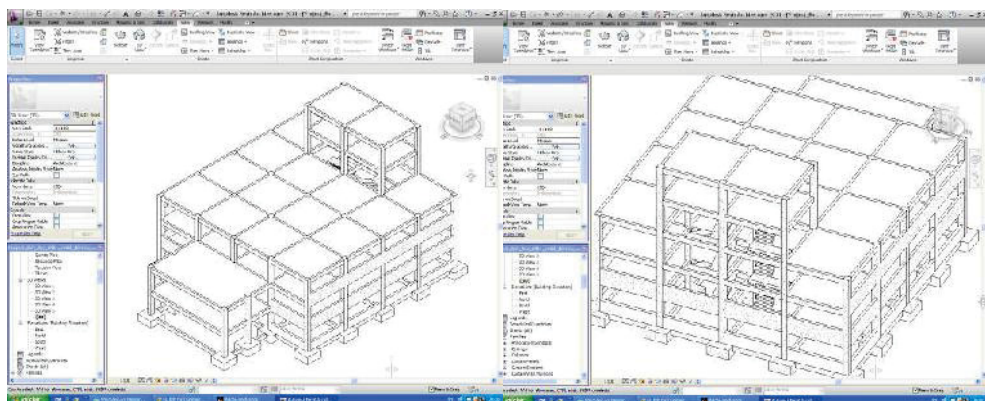


Figure 2. Revit Architecture 2011 – Reinforced Concrete Structural Model

3.1 Structural information included in both models during design architectural phase

In the process of architectural design was also possible to assign relevant information for each element as structural function that theoretically facilitates the structures and foundation design.

Table 5 presents the information for each basic model structural element.

Table 5. Structural Elements in this study

Structural Elements in this Study
Piles
Pile Caps
Columns
Foundation Beams
Concrete Curtains / Wall-Columns
Slabs
Beams
Concrete Stairs
Concrete Ramps

4 Interoperability tests for the structural elements

The neutral format IFC was used as the communication vehicle between different platforms. The collaborative focal point of the study was the identification of success and efficiency within the information flows among the used systems. The Figure 3 shows all the flows with the IFC files that were analyzed in this experiment.

For each flow will be described the advantages and problems of doing these export operations with the IFC format and serve as suggestions for BIM process implementation.

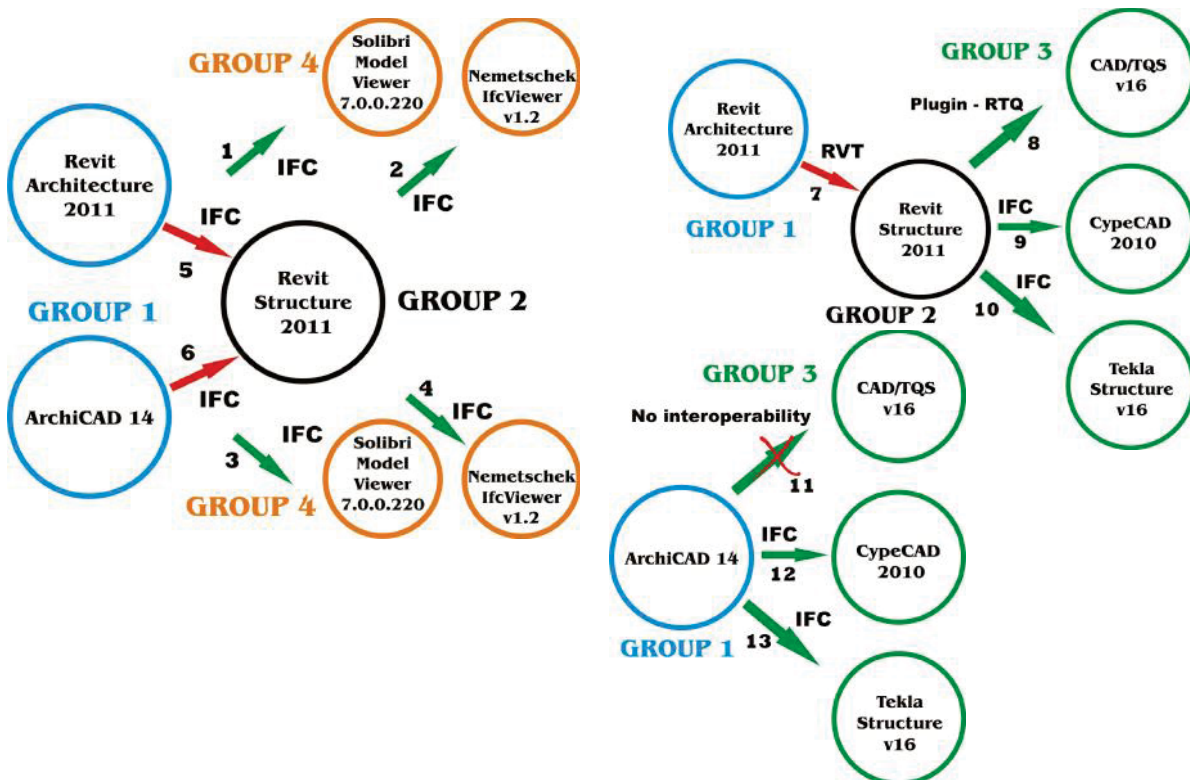


Figura 3. Tested flows of interoperability with IFC files

5 Results and analysis

In this section the interoperability flows between BIM systems shown in Figure 3 are described one by one and commented.

Flow 1: Solibri Model Viewer identified all the geometry elements created in Revit Architecture 2011 and thus confirmed the data components in IFC2X3 format. In each structural element there were textual information on their respective floors as shown in Figure 4 A.

Flow 2: The second flow of exportation resulted in completeness of geometrical properties for the Revit Architecture 2011 (structural) model. All elements are separated by their IFC entities where it is possible to isolate unit by unit and check the characteristics of each single component. The result can be seen in Figure 4 B. In fact, both IFC software control resulted very similar, only differing in color display, accomplished its purpose and served as a quality parameter for the information represented by the IFC.

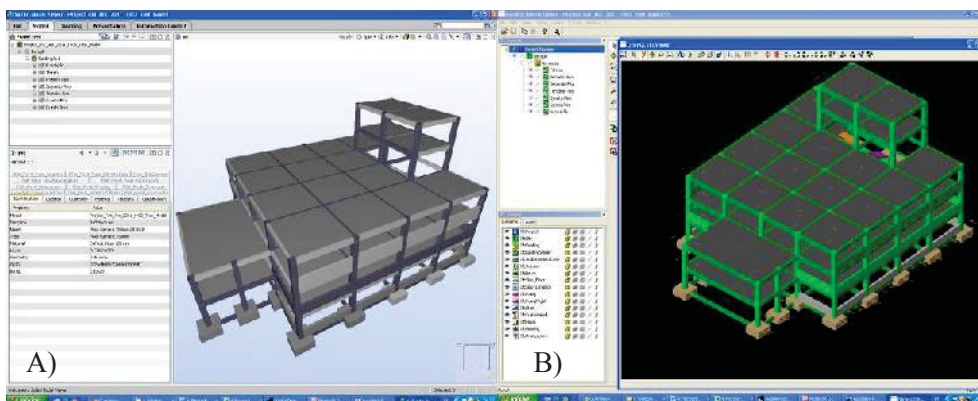


Figure 4. Flows 1 and 2 of interoperability – A) Solibri Model Viewer; B) Nemetschek IfcViewer

Flow 3: The IFC file created by ArchiCAD 14 also showed no problems when exported and accessing structural textual information. Despite the different IFC generators, the results were similar to Revit Architecture 2011, differentiating themselves just by the way information is presented. The representation can be seen in Figure 5 A.

Flow 4: In the case of Nemetschek IfcViewer it did not happen due to access differentiation to the structural information given in the ArchiCAD14 (Figure 5 B).

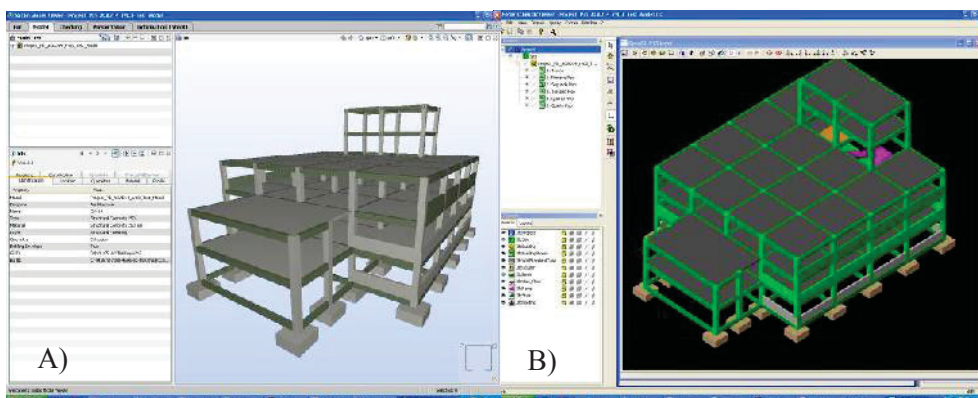


Figure 5. Flows 3 and 4 of interoperability – A) Solibri Model Viewer; B) Nemetschek IfcViewer

Flow 5: Although they have the same software manufacturer, IFC exportation from Revit Architecture 2011 to Revit Structure 2011 showed a considerable loss of identifications derived from the architectural model. The geometric characteristics were transferred with considerable perfection, but having a problem of distortion in the beams around 15% of the model. Even with such conflicts of exportation is possible to continue the use of the structural environment in the building design process, regardless the existence of rework and loss of textual information in the process (Figure 6 A).

Flow 6: For the model developed in ArchiCAD 14 and exported in IFC to Revit Structure 2011, something similar happened as with the process for Revit Architecture 2011. The loss of textual information was complete. The identities that took considerable work in the architectural environment generated rework. The problems arised and IFC's texture was represented in an own way no matter of the image, Figure 6 B. However, the process can be continued with the Revit Structure 2011 for its model function to release loads and expand structural information.

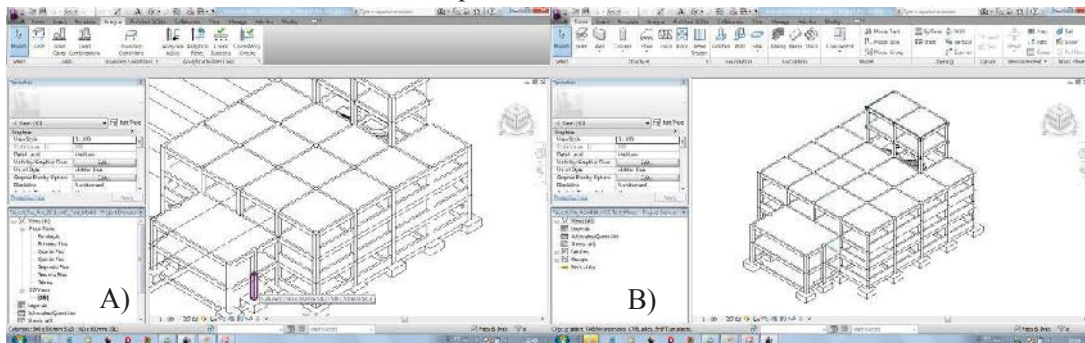


Figura 6. Flows 5 and 6 of interoperability – A) Revit Structure 2011; B) Revit Structure 2011

Flow 7: For those who have both Revit systems, there is the possibility of using the RVT file format. In this case no information is lost and become part of the structural expansion. It is important to note that this flow is not based on a BIM open model. This flow has an interesting characteristic regarding the introduction of additional structural information (like concentrated loads, linear loads, surface loads, and so on), as well as to improve the foundation elements (Figure 7 A).

Flow 8: The current scope of the CAD/TQS system is to clean the generated information for the users. For the flow between Revit Structure and CAD/TQS (performed with the aid of a plugin that generates a “RTQ” file and not an IFC one), the characteristics identified in this process were only geometric elements and floor levels. In flow 8 occurred about 5% of beam misalignments and some components were not identified as stairs and ramps, as shown in Figure 7 B.

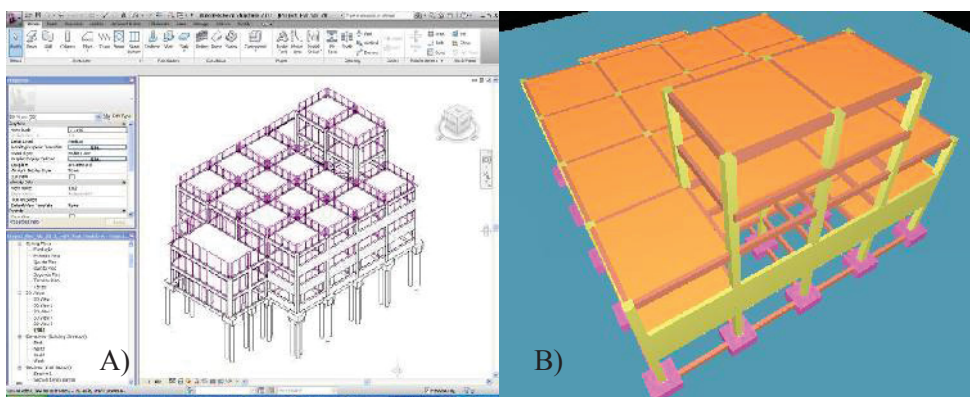


Figura 7. Flows 7 and 8 of interoperability – A) Revit Structure 2011; B) CAD/TQS v16.7.3

Flow 9: The textual information were lost in almost all structural elements and some were not properly identified, as is the case of beams and foundation elements (Figure 8 A). The loads needed to be distributed again.

Flow 10: The Tekla Structures system has an option to insert a reference element in IFC models. It is still required to use a 'macro' to divide the model into independent structural elements. In this process the 'macro' option defines only beams, columns and walls. More complex elements as stairs or ramps are united as shown in Figure 8 B. The textual data and loads were lost, but the geometric elements were identified with differentiated quantities.

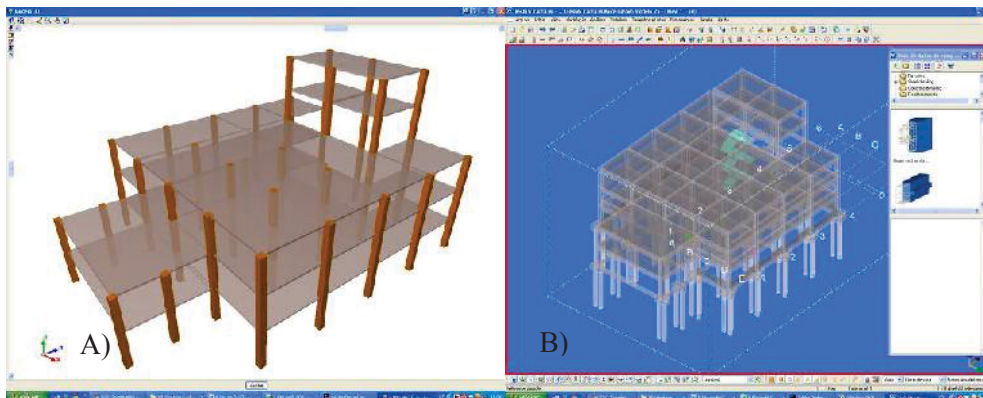


Figure 8. Flows 9 and 10 of interoperability – A) CypeCAD 2010; B) Tekla Structures v16

Flow 11: No direct interoperability.

Flow 12: The flow 12 with the ArchiCAD 14 did not achieve a proper transfer of all components in illustrated process. There was no difference with the Flow 9 that used the Revit Structure 2011 (Figure 9 A). For this case too, like in Flow 9, the release of loads would be unnecessary and a lost work.

Flow 13: For this case it was the same shown in the Flow 10, with the difference that the ArchiCAD 14 IFC does not have structural loads. No complex components (like stairs and ramps) and textual information were presented (Figure 9 B).

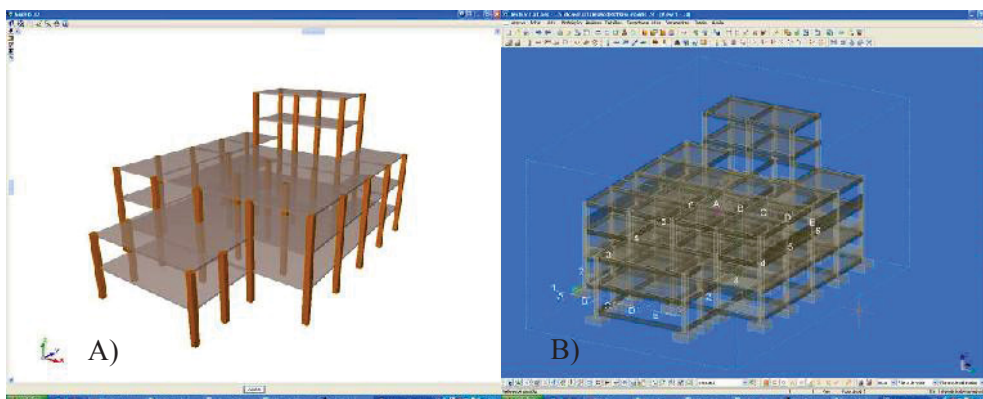


Figure 9. Flows 12 and 13 of interoperability – A) CypeCAD 2010; B) Tekla Structures v16

Many factors lead to choose one or other software: practical use, cost of purchase, appropriate technical support, technical benefits at work, among others. However, the chosen system must

become a fundamental tool that must interact in a satisfactory way and facilitates the activities in the workplace.

The analysis and checking of each information flow obtained in this experiment permitted to identify pros and cons of each step. None of them presented an ideal practice with 100% effectiveness in transmitting data.

Nevertheless, some shortcomings may no longer exist if the choice is correct in the allocation of structural elements information. In all case (except for Viewer & Checker), textual information (identifying the elements, supplier, assembly code, phase, start level, end level, keynote, dates, etc) were not transferred to the elements. In addition, the Group 2 did not show their full potential because none of the loads were introduced in the Flow 7 remaining in the process, even editing the basis of 'export-ifc-IAI.txt'.

Highlighting the most important purpose of this study is to provide a basic guide to choose building design tools that can facilitate a more collaborative work and that permits the advantages of using the BIM process, as modelling.

6 Conclusion

The interoperability experiment consists in a development of a multiple flows of information mostly based on using IFC files to test interoperability among systems.

It was possible to identify some critical factors to the development of new approaches to the issue of structural components responsible for the creation of the IFC from the information entered into the architectural model.

For many cases the inclusion of information that was believed important for the structural BIM model (number of structural elements, provider, type of construction and even structural loads, as examples), begin to be irrelevant in a flow where there is a great loss of information.

Structural models represent a small share of representation in the BIM process purpose. However, with models using basic concepts of interoperability, it was found that an improvement can be presented in the results, when compared to a few earlier tests. This bond still very limited connectivity and lacking in future revisions and improvements. Further developments tend to reach better interoperability with new versions of BIM systems that really integrate systems and deliver results to facilitate the integrated and collaborative building design professional work.

Acknowledgements

The authors would like to thank to the software manufacturers of products involved that enabled the interoperability testing and research are conducted.

In addition, the help of UTFPR with the License Multiplus (CypeCAD) – Campus Campo Mourão.

References

- ANDRADE, M.L.V.X.; RUSCHEL, R.C. Interoperabilidade entre ArchiCAD e Revit por meio do formato IFC. IV TIC, Rio de Janeiro, Brasil, 2009. Available online: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14790.pdf> Accessed: January 2012.
- EASTMAN, C.M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Constructors. Hoboken: Wiley, 2011, 490p.
- PINIWEB. Construção Mercado, BIM avança no Brasil, PINI, por Prates.
Available online: <http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/112/artigo190520-1.asp>
Last accessed: January 2012.

AEC INTERNATIONAL CONFERENCE 2012

**SUSTAINABLE PRODUCTION WITHIN THE
CONSTRUCTION INDUSTRY: A CASE STUDY ON A
PREFABRICATED COMPANY IN BRAZIL**

Aguinaldo dos Santos, Ph.D.

asantos@ufpr.br

Federal University of Paraná

Cristiane Baltar Pereira, M.Sc. Candidate

cristiane@adamus.com.br

Federal University of Paraná

Martina Joaquim Chissano, M.Sc. Candidate

martinachissano@gmail.com

Federal University of Paraná

Maria Carolina Cherchiglia Huergo, M.Sc. Candidate

mc_arq@yahoo.com.br

Federal University of Paraná

Michael Antony Carvalho, M.Sc. Candidate

michael_do_am@yahoo.com.br

Federal University of Paraná

Viviane de Jesus, M. Sc. Candidate

vadejesus@hotmail.com

Federal University of Paraná

ABSTRACT

The demand for sustainable products and processes is growing steadily, including in emerging countries such as Brazil. The investigation presented in this paper focuses on production phase, based on the literature of “sustainable manufacturing”. It revises which strategies are feasible to be implemented to achieve more sustainable production in a pre-fabricated company. The authors have analysed on a case study on the application of such strategies of both products and processes focusing on the economical, social and environmental dimensions of sustainability. The company this case study focuses on is among the largest in the pre-fabricated sector in Brazil . The study has adopted MEPSS tool, an online tool developed to conceive and/or diagnose sustainable product-service systems. The results point to areas where innovation is required and where companies could gain competitive advantage through sustainability at the production stage.

Keywords: innovation; pre-fabricated industry; sustainable production;

INTRODUCTION

In the beginning of the new Millennium, has grown increasingly concerned about the environment worldwide. Such attention began to be expressed around 1968, when a series of student protests - first in France and then throughout the Western world - against the model of socioeconomic development of industrial capitalism (Camargo, 2003). The term sustainability thought in its entirety, covering socioeconomic and environmental aspects and was coined in 1987 by the Brundtland Commission. His main contribution was to establish that sustainable development will meet the needs of the present without compromising the care needs of future generations. In the following decades, many global conferences were held, as the ECO in Rio de Janeiro (1992), and Rio +10 in Johannesburg (2002). At these meetings, international protocols were signed in order to develop mechanisms for sustainable development (Gonçalves et al., 2006).

Building a truly sustainable society undergoes a radical transformation in patterns of consumption and production processes. The concept of cultural development and well being will be radically transformed. This will require solutions based on other paradigms than those that support the industrial society (Agopyan et al., 2001). Sustainability at the construction stage is often seen solely from an environmental perspective, which paradoxically can lead to unsustainable solutions. Social and economical aspects need to be balanced with the environmental dimension. Production of locally manufactured goods and services, for instance, could make a contribution by enhancing the local economy and of setting unemployment with strategic economic and social benefits to local communities. A life cycle approach to buildings necessarily has to consider an amplification of stakeholders involved on the design, production, use and recycling of buildings. Contractors, manufacturers and suppliers can contribute by minimizing any wastage, pollution, hazards and risks associated with their products, services and working practices; also, by supporting occupiers with better training and information (Halliday, 1999).

In 1999, the CIB has published pioneering Agenda 21 on Sustainable Construction (CIB, 2010), recently translated into Brazilian Portuguese by the Department of Civil Engineering of the Polytechnic School of USP. This report details the concepts, issues and challenges presented by sustainable development called for the construction industry. The role of sustainable construction has been precisely positioned and, in this view, were pointed out some challenges for the construction industry. However, most contributions to this publication came from developed countries so that many of the issues, challenges and solutions were designed only for developed countries themselves (Agopyan et al., 2001).

Somehow, the vision of first world dominates the discussion of sustainable development internationally. However, differences in relation to developing countries go beyond the obvious economic aspects. The environmental impact of corporations as the Brazilian is different because the industrial structure and consumption is different. The environmental impact of developing countries is lower than that of industrialized countries in environmentally important aspects like the generation of CO₂ per capita. The generation of this gas in Latin America and the Caribbean is six times lower than the U.S. and Canada (Agopyan et al., 2001).

Sustainable development also implies social equality, and this item is certainly much more important in countries like Brazil, marked by concentration of wealth. The construction of infrastructure and housing for the population is a fundamental social demand in Agenda 21 of any developing country. In some respects the construction of

this infrastructure has implications related to pollution, according to the IDB in Latin America only 50 to 10% of sewage is treated (Agopyan et al., 2001) resulting in pollution of aquatic reserves. In developed countries, this problem has been eradicated for many years. In Latin America, for example, it is estimated that 16 and 24% of roads are to be paved (ECLAC, 2000; WORLD, 2010). In developing countries many of the dwellings are self-built, and there should be specific solutions for this type of construction is more sustainable. In Latin America regulations to induce or demand more responsible corporate operations are less present. In Brazil alone the deficit of new houses is estimated as 6.5 million and the amount of inadequate houses (ex: lack of toilet, no sewage system, etc) is also estimated around the same number. The problem here is that most of the people in this market do not have enough income to afford current construction costs (Santos and Amadigi, 2008).

Recently, in Brazil, there is a housing initiative that the government aims to build one million housing units for families with income of up to three minimum wages, but also covers families up to 10 minimum wages. The "Minha Casa Minha Vida" is made possible by the partnership between federal, state, municipalities, entrepreneurs and social movements in the country. To achieve this encouragement of the government should present the candidate designs future development, which after initial registration will be selected after screening for program participation. The government guarantees for new development prior to the basic infrastructure of the region, the lower purchase price of housing units and tax relief tax. Those interested in participating in this program can still rely on standard projects with costs defined and offered by the National Survey of Construction Costs and Indexes (SINAPI), and the use of wood is to be mandatorily certified or coming from managed forests controlled for the enterprise, this is a parameter endorsed by Caixa Econômica Federal (CEF), as fundamental reference environmental (CEF, 2010).

Social work involved in the "Minha Casa Minha Vida" aims to intervene mainly in low-income community that involves interaction with the use of community tools, environmental education and social integration. For the second stage of the program is planned to build 300 thousand and 400 thousand homes equipped with solar panels to heat water that is used in the shower. This idea combines the preservation and energy saving, reducing the costs post-installation, and families create a sustainable education process. The forecast for the second step is to use not only solar power but also make use of reuse of rainwater, these requirements are not mandatory, but projects that focus on energy efficiency and sustainability are beginning to emerge and many people are being encouraged to create housing projects (BRASIL, 2010).

New paradigms are emerging in the market of production and consumption in Brazil in order to move the country towards sustainable development. The National Policy on Solid Waste (PNRS), National Council of the Environment (CONAMA) resolutions, and the Plan of Action for Sustainable Consumption and Production (PPCS), come against this longing. The PPCS Plan (Sustainable Production and Consumption) is a national plan that is aligned with the actions of the Marrakech Process, in Brazil aims to stimulate a vigorous and continuous process of changes and incentives for the development of patterns of sustainable production and consumption (MMA, 2012). For the first cycle, with expected time and under constant monitoring, the plan is expected to be implemented in three years (2011-2013). Initially selected priorities are: education for sustainable consumption, sustainable construction, environmental agenda in public administration (A3P), retail and sustainable consumption, sustainable procurement and increased recycling of solid wastes

(UNEP, 2012). In this context, this paper revises the concept of “sustainable manufacturing”, presenting the key strategies to achieve higher performance both on environmental, social and economical terms. The study was carried out at a Brazilian prefabricated company and focuses on the development of a rapid diagnosis protocol using check-lists as the main tool.

SUSTAINABLE MANUFACTURING

Definition

The NACFAM (National Council for Advance Manufacturing) defines it “as the creation of manufactured products that use processes that are non-polluting, conserve energy and natural resources, and are economically sound and safe for employees, communities, and consumers.” Sustainable manufacturing can be applied both to sustainable products as well as to “non-sustainable” products. Thus, the definition of being sustainable on this concept is limited to the production stage alone. In practice it implies the adoption of strategies such as: use of renewable energy, energy efficiency, green building, and other “green” & social equity-related products (NACFAM, 2010).

Sustainable Manufacturing can also be defined as a business practice which expands to all company’s processes and decisions, including the social and natural environments where it operates and affects. Its explicit objective is reducing or eliminating any negative environmental/social impact, while pursuing the desired level of technological and economic performance (SMC, 2010).

To be considered a sustainable production is not enough to be environmental only in one respect. Must work of the three pillars, economic, environmental and social. Sustainability means operating in a way that equilibrate people, the product profit and planet. Sustainable production and products used should always be benign and should incorporate the intelligent reuse and recycling practices, without depleting resources at a lower cost and reduced environmental impact (CIMS, 2009). According to the Department of Commerce is the sustainable production creation of manufactured products that use processes that are non-polluting, conserve energy and natural resources and are economically sound as well as insurance for workers and consumer communities.

The manufacture goes beyond sustainable approaches for the prevention of pollution and waste material, is a fusion of business and social responsibility. Companies that adopt innovative ways with respect to sustainability end up demanding that their suppliers are too. This creates a sustainable chain and that is often valued by customers by creating a market differentiator (CIMS, 2009).

Cleaner Production

The purpose of eco-efficient industries is "doing more with less." This implies produce more products and services with less energy and raw material, generating less waste and pollution. Thus, eco-efficiency is more closely linked to the efficient use of natural reserves. The eco-efficient approach results in a continuous and integrated strategy, called the Cleaner Production (cleaner production) (Giannetti and Almeida, 2006). Cleaner Production includes, in addition to environmental issues in production, the economic concern. Thus, improving profitability and competitiveness is closely linked to the issue of efficiency. The anticipation and prevention of impacts are part of this approach, working, therefore, pro-active. For this, the Cleaner Production provides some tools, including:

- ✓ Analysis of the Cycle-of-life allows the quantitative assessment of inputs and outputs of the system, and the detection of critical points before, during and after the production of a product or service. It can be done with the use of computerized tools (eg SimaPro, Umberto).
- ✓ Environmental indicators: they allow the quantitative measurement of process efficiency. Are used, for example, to power the LCA with more reliable data (eg Ecoindicator).
- ✓ Environmental Labels: stamps provided by accredited bodies, certifying the environmental quality of products (e.g. FSC).
- ✓ PMA - Design for environment (DFE - Design for Environment): product design considering environmental requirements from design, also known as ecodesign. From the above list, it can be seen that, in view of engineering, design is considered as just one of several tools of Cleaner Production to prevent and reduce environmental impacts. However, the design has a potential role for sustainability that goes beyond the setting of industrial products more environmentally clean.

Sustainable Consumption

According to the Commission on Sustainable Development UN (1995), refers to sustainable consumption as "the use of goods and services that meet basic needs and improve quality of life while minimizing the use of natural resources, toxic materials, contaminants throughout the life-cycle, so that does not compromise the needs of future generations. " It is evident in the proposition made during ECO'92 held in Rio de Janeiro 1992, the importance of design, especially as an element of reducing and eliminating unsustainable patterns of production, because the design is the activity responsible for the creation and specification of products and services. Furthermore, the design can also promote sustainable consumption, as it also works on the communication and marketing, especially graphic design. Manufacturing has assisted historical development of innovations systems during decades. Evolution to sustainable manufacturing:

- ✓ Traditional Manufacturing – Substitution based;
- ✓ Lean Manufacturing – waste reduction based;
- ✓ Green Manufacturing – environmentally benign, 3R based;
- ✓ Sustainable Manufacturing – Innovative, 6R based (redesign, reduce, remanufacture, reuse, recover, and recycled).

The Environment Dimension of Sustainable Manufacturing

The principles that indicate the effective adoption in sustainability in production includes on the environmental dimension: system life optimization, transportation/distribution reduction, resource reduction, waste minimization/valorization, conservation/biocompatibility and toxicity reduction. Among these strategies perhaps system life optimization is the most unusual on regular business since it deals with sharing resources or increasing the durability of the same resources. At the production stage it implies, for instance, avoiding the acquisition of new equipment and, instead, acquiring their end result. The life cycle management of such equipment would remain with the producer. This is a fundamental shift from conventional production since in most companies the issue of ownership is culturally relevant. The environmental dimension can be witnessed in production through the "lean production" initiatives. Identifying and eliminating sources of waste is a constant issue on the minds of production personnel using this paradigm in their every day activities. According to Imai (1997) and Shingo (1989),

sources of waste (muda) in production are classified according to seven main categories:

- ✓ Overproduction: this type of waste results from “getting ahead” with respect to production schedules. Here the required number of products is disregarded in favour of efficient utilization of the production capacity;
- ✓ Inventory: final products, semi-finished products, or parts kept in storage do not add any value. Even worse, they normally add cost to the production system by occupying space and financial resources and, also, by requiring additional equipment, facilities and manpower;
- ✓ Repair/rejects: rejects interrupt production and, in general, require expensive rework. Moreover, they may end up discarded or damaging other equipment or generating extra paperwork when dealing with customer complaints;
- ✓ Motion: any motion not related to adding value is unproductive;
- ✓ Transport: although sometimes this activity seems to be an essential part of production, moving materials or products adds no value at all;
- ✓ Processing: this waste happens when the use of inadequate technology or poor design results in inefficient processing activities. Sometimes this waste may appear as a consequence of a failure to synchronise processes, where workers achieve performance levels beyond or below the requirements of downstream processes;
- ✓ Waiting: this waste occurs when the hands of a worker are idle such as when there are imbalances in schedule, lack of parts, machine downtime or when the worker is simply monitoring a machine performing a value-adding job.

This classification could extend further with the inclusion of vandalism, theft and other sources of waste. Koskela (1999) proposes the inclusion of a type of waste that occurs frequently when production operates under ‘sub-optimal conditions’. Congestion of a workstation in small places, work out-of-sequence and excessive stops in the flow are examples of these conditions that lead to production having sub-optimal performance (Koskela, 1999). Formoso et al. (1999) adds that it is possible to find waste due to ‘substitution’. This waste happens when, for instance, there is a monetary loss caused by the substitution of a material by a more expensive one or when the execution of a simple task uses over qualified workers.

The Social-Ethical Dimension of Sustainable Manufacturing

The notion of “social responsibility” of construction is not a new theme in the American continent recently it became a clear source of competitive advantage. International organizations, trade unions, human rights lobbyists and regulators have contributed to bring the attention of construction companies to the ethical business behavior. Nowadays, with an ever increasing frequency in this continent construction companies in the continent are coming under scrutiny to prove that their activities are conducted in a way which is socially acceptable to those who may be touched by it (Santos and Amadigi, 2008).

In order to achieve a better social performance it is already known the principles that indicate a more sustainable production. Vezzoli (2010) proposes the following principles on product-service systems that the authors of the present paper believe are also valid to production systems: employment/working conditions, equity and justice in relation to stakeholders, empower/valorize local resources and, finally, enable responsible/sustainable consumption. Some of these principles are already fully regulated (although not fully complying) and are implemented by coercion and law enforcement. Safety issues and the employment of handicapped personnel are examples of areas where legislation has contributed to production have a better

performance on the social dimension of sustainability. The contribution of production to equity and justice in relation to stakeholders and the improvement of social cohesion are, perhaps, the principles that so far were not so much on the core agenda of production managers. Normally, production managers in construction overlook injustices that occur throughout the supply chain regarding economical and social equity. Also, they often overlook the impact of production on promoting social cohesion which in practice means stimulate a higher level of tolerance among people with different ages, religions, culture, gender, etc.

Corporate Social Responsibility (CSR) is a key driver for private sector companies seeking to embrace sustainability in their business. CSR is the recognition by companies that there are benefits to integrating socially responsible behavior into their core values. Its key principles relate to:

- ✓ Integrity;
- ✓ Transparency;
- ✓ Responsiveness;
- ✓ Fairness and diversity; (WRAP, 2010).

The design of products and components used in construction can play an important role on enabling better social responsibility not only within construction companies but throughout the entire construction supply chain. For instance, it can enable more equity, allowing a fair distribution of resources at the local level or increase social cohesion by respecting fundamental rights and cultural diversity, helping to combat discrimination in all its forms (Santos and Amadigi, 2008).

The Economical Dimension of Sustainable Manufacturing

According with SMC (SMC, 2010) products and processes will require significant changes in order to qualify as sustainable. Investing in sustainability will provide great opportunities for growth, competitiveness and innovation to manufacturing companies. Formal definitions for “sustainable manufacturing” continue to evolve

For sustainable production must take into account the economic dimension. In it we highlight the following items: market position/competitiveness, profitability/added value for companies, added value for costumers, long term business development/risk, partnership/cooperation, macro-economic effect.

Economic sustainability, framed in the context of sustainable development is a set of measures and policies aimed at incorporating concerns and environmental and social concepts. Traditional concepts of economic gains are added as factors to take into account the environmental parameters and socio-economic, thus creating an interconnection between the various sectors. Thus profit is measured in part financial, environmental and social. The tool of Corporate Social Responsibility (CSR) plays a key role in this context; the construction industry is the sector that employs more than representing a promising field. There is a clear awareness of the growing construction industry in South America for new means of CRS. It has evolved from a perspective of more complex approaches to philanthropy CRS, aligning more closely with the competitive strategies of companies. Two social issues are addressed as primordial: the need to reduce the housing deficit in the country and improving the employability of low income families. The experiences observed in Latin America show that altruistic and utilitarian motivations can and should coexist and intermingle in practice when construction companies try to approach the needs and aspirations of the community (Santos and Amadigi, 2008). This maximizes the correct use of raw materials and human resources. In the economic dimension as some items are highlighted for example: requirements of customers among manufacturers that have a

sustainable production. This factor triggers an increase profit and competitive advantage.

According to Michael Porter industries must follow five points to highlight the economic question, namely: the number of competitors and their rivalry at one point, the entry of new competitors, the bargaining power of customers, the bargaining power of suppliers, and the emergence of substitute products. For him to excel beyond those points where the industry should minimize their fixed costs, either through partnerships with other companies or creating strategies to optimize their equipment.

RESEARCH METHOD

The analysis intentionally focuses on a Brazilian prefabricated producer as a case study. From data collected through a questionnaire, direct observation and a field analysis, it was possible to diagnose the current situation of the production system aimed at the construction site. From the data collected and using the system called MEPSS - Methodology for Product Service Systems (PSS) was possible to raise the company's sustainability parameters and diagnose where possible changes could be implemented in order to obtain a more sustainable production system. The analysis is a qualitative and strategic, not characterized as a quantitative study.

MEPSS – Methodology for Production Service Systems

MEPSS it's a Successful PSS innovation that asks for a strategy that focuses on designing and selling an interconnected system of products and services. It's an innovation methodology and tools assist the organization in creating new product-service offerings. All innovative organizations - regardless of their size and market sector, can use the MEPSS methodology. The MEPSS project bring together methodologies in various fields of expertise that are needed to cover the various aspects to take into account developing, implementing and monitoring product service systems. The tool phase model supports decision making - bringing the right PSS ideas to commercialization – and thus can open up huge new market opportunities.

Dominant fields of expertise that were developed in MEPSS, include:

- ✓ Design and implementation related aspects of PSS;
- ✓ Assessment of the impacts of PSS innovations on the dimensions People, Planet, Profit (e.g. through Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Costing (LCC) or new approaches);
- ✓ Success and failure factors in the development and implementation of PSS.

The objective of this tool is to orientate the design process towards sustainable PSS solutions, setting sustainability priorities (using checklist), using sustainable design orienting guidelines (using Idea Tables) and checking and visualizing (through proper radar diagrams) the improvements in relation to an existing reference system and its sustainability priorities (SDO-MEPSS, 2010).

RESULTS & ANALYSIS

Charaterization of Production System

The building industry where was developed the case study it's a construction company specialist in prefabricated elements, located in city of Curitiba, since 1974 and it's one of the main industries of prefabricated in the State of Paraná. A clear advantage of company is its pioneerism, being one of the two largest companies of

prefabricated of the State of Paraná, which also granted the company a position in the local market on the business of prefabricated elements. The prefabricated company has an area of 158,000 square meters, producing pieces of concrete prefabricated elements, acting in the areas of sanitation, energy, transport, mining, buildings and correctional facilities and prisons

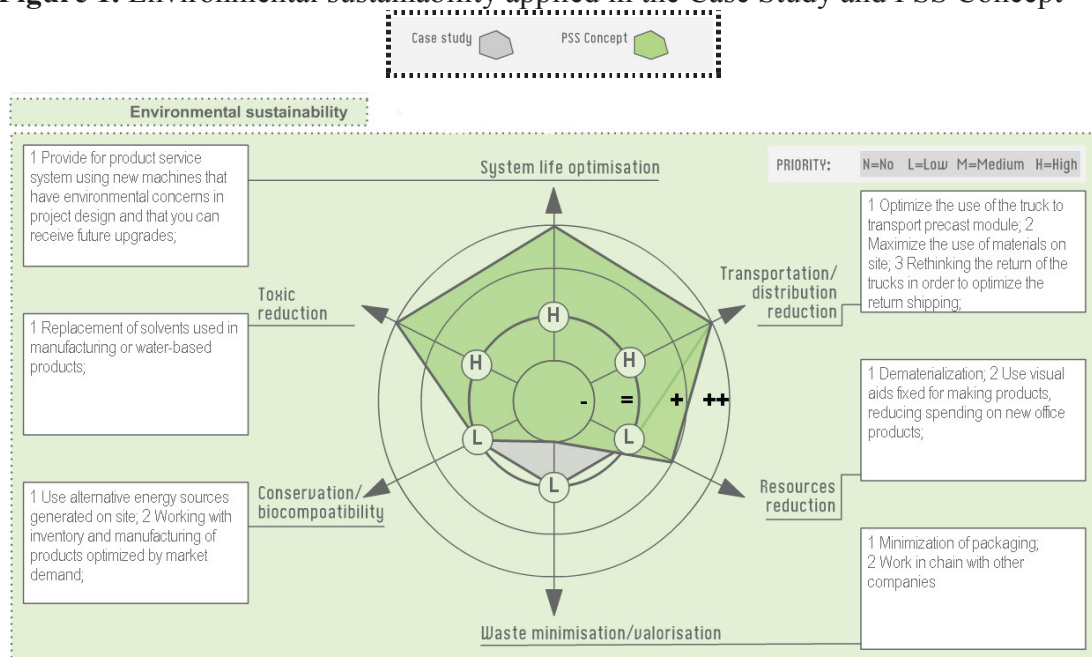
The production system of the company has some advantages, among others, quality control process, speed of execution, cleaning and optimization of the construction site. According to field evaluation, there is no product stock and production is done according to the demand.

The company began its first steps in implementing Management Systems in 1997. In 1998 obtained the first Certification of your Quality Management by the German Association for Certification of Management Systems. In 2004, the company started implementing Environmental Management System, and defined the Waste Management Program, the procedure for the Evaluation of Environmental Aspects and Impacts, training of the fire brigade among other actions. In 2005, adopted the Integrated Management Policy, in order to deploy its Integrated Management System by integrating social responsibility policies. Currently, due to high demand of residential houses in Brazil by the Government program "Minha Casa Minha Vida," there is an interest of the company to apply existing technology in prefabricated housing aimed at the implementation of low-income population.

The spiders diagrams below shows a correlation of the three dimensions of sustainability evaluated in the company.

Evaluation Environmental Dimension

Figure 1. Environmental sustainability applied in the Case Study and PSS Concept

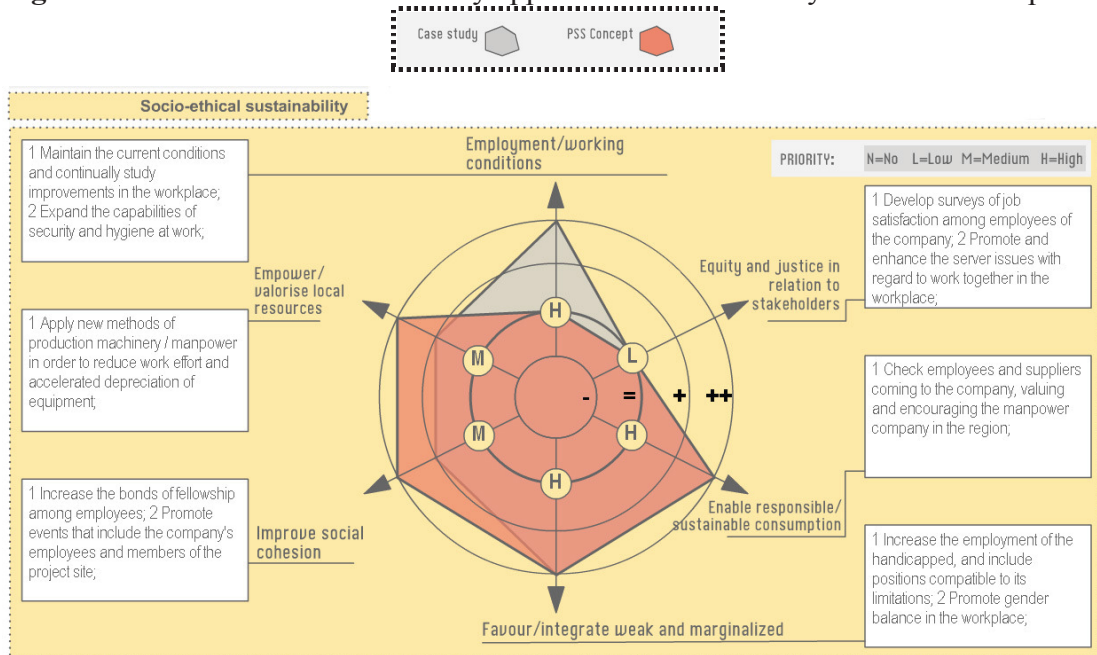


According to the diagram analysis of the environmental dimension in the current system of production of all the principles discussed three main focus points to a significant improvement in the company, the transportation / distribution reduction, system optimization and life in toxic reduction. There heavy use of transport in the delivery and distribution of products which means more spending on fossil fuel. The machinery for production has a short life cycle and the use of solvents in the repair

and maintenance of equipment are toxic. All this translates into a negative impact on the environment.

Evaluation Social-Ethical Dimension

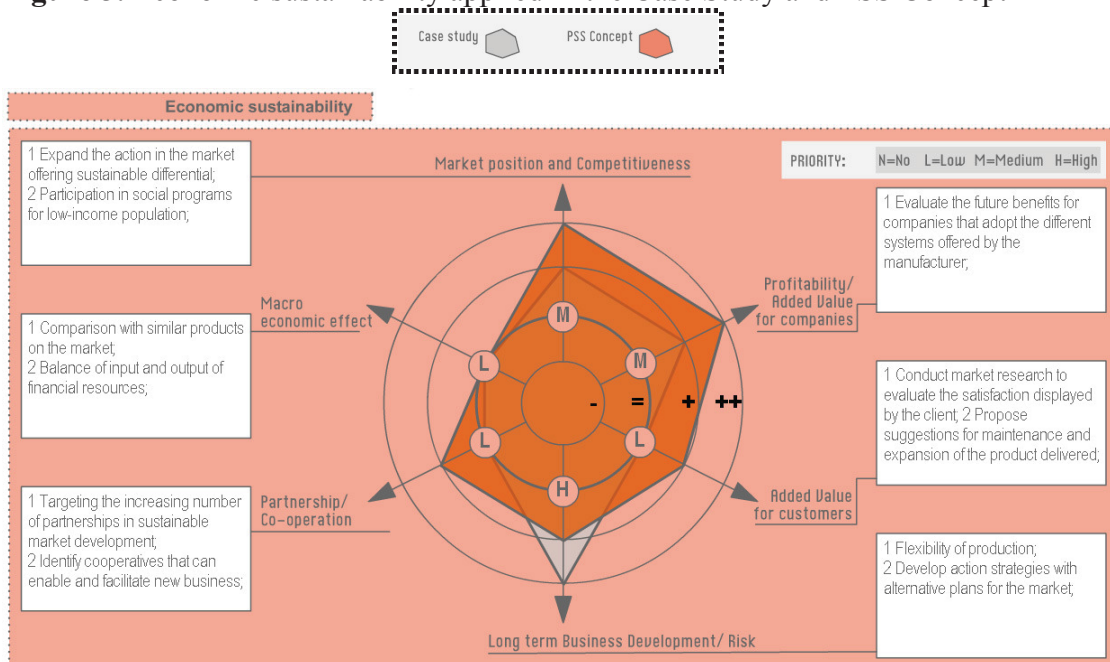
Figure 2. Social-ethical sustainability applied in the Case Study and PSS Concept



In this case, Favour / integrate weak and marginalized, Enable Responsible / sustainable consumption and Improve Social Cohesion are the main focus of this analysis. The imbalance in gender and disability workforce as the production of manufactures shows are quite significant. There is a need for the company contributing to the consciousness of workers and employees of social responsibility for sustainable consumption and production.

Evaluation Economical Dimension

Figure 3. Economic sustainability applied in the Case Study and PSS Concept



In the economic dimension requires a majority stake in the investment of a more sustainable market position, pointing at the main focus, Market position and Competitiveness, Profitability / Added value for companies, principles that are highlighted in this analysis.

CONCLUSION

Based on the results of case study applied in PSS using instruments adapted from the design industry, we can see that it can not fully meet the three basic dimensions of sustainability, economic, social and environment. However, this study may lead to a new opportunity to gain additional improvements for the tools to manage the company to create products without pollution, saving energy, reducing natural resources and affordable to all members of the product work.

The PSS can provide useful concepts and promising to take the project in a sustainable direction, but the participants in the cycle can not only operate on the set of separate way, everyone involved in the system must achieve an integrated solution not only meet the desires of customers (UNEP, 2010).

Programs such as "Minha Casa Minha Vida" tend to raise the sustainable market in Brazil, helping low-income together with the federal government. Seeking to expand this focus to medium-term recovery projects with sustainable planning in conjunction with the program should be more careful in the future, increasing demand in the approval of projects accepted standards for housing.

With the new government of Brazil planned to start in 2011 and continued Acceleration Plan (PAC), the goals of sustainable country are aimed mainly at reducing social inequalities, rational stimulation of entrepreneurship and encourage the production of renewable energies clean sources, prioritizing and ensuring the environmental protection criteria (BRASIL, 2010).

REFERENCES

- 1 AGOPYAN, Vahan; SILVA, Vanessa; JOHN, Vanderley M. **Agenda 21: uma proposta de discussão para o contrubusiness brasileiro**. II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Brasil – Canela, RS. 2001.
- 2 BRASIL. **República Federativa do Brasil**. Available at: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2010/11/04/novas-moradias-do-minha-casa-minha-vida-terao-energia-solar>> Accessed: 25/11/2010.
- 3 CAMARGO, A.L.B **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas: Papyrus, 2003.
- 4 CEF. **Caixa Econômica Federal**. Available at: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_habitacao/index.asp> Accessed: 25/11/2010.
- 5 CIB. **International council for research and innovation in building and construction**. Available at: < <http://www.cibworld.nl/site/home/index.html>> Accessed: 02/12/2010.
- 6 CIMS. **Center for Integrated Manufactures Studies**. Rochester Institute of Technology, Sustainable Manufacturing, 2009.
- 7 CSD. **Commission on Sustainable Development UN**. Available at: < <http://www.sd-commission.org.uk/publications.php>> Accessed: 02/12/2010.

- 8 ECLAC. **Economic Commission for Latin América**. Statistical Yearbook, 1999. United Nations: Santiago Chile, 2000.
- 9 FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L.; HIROTA, E. H. Method for waste control in the building industry. In: INTERNATIONAL GROUP LEAN CONSTRUCTION - IGLC, 7. **Proceedings**...Berkeley, California, USA: University of California, p. 325-334, 1999. (Edited by: Iris D. Tommelein).
- 10 GIANNETTI, B.F. ALMEIDA, C.M.B.V., **Ecologia Industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2006.
- 11 GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 6, n. 4, out./dez.2006.
- 12 HALLIDAY, S. P. Architecture of Habitat: design for life. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, UK, p. 1389-1403. 1997.
- 13 IMAI, M. **Gemba Kaizen**: a commonsense, low-cost approach to management. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, 1997.
- 14 KOSKELA, L. **Management of production in construction: a theoretical view. Proceedings Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Edited by: Iris D. Tommelein. University of California: Berkeley, California, USA, 1999, pp. 241-252.
- 15 MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Available at: <<http://www.mma.gov.br>> Accessed: 21/11/2010.
- 16 NACFAM. **National Council for Advanced Manufacturing**. Available at: <<http://www.nacfam.org>> Accessed: 21/11/2010
- 17 SANTOS A.; AMADIGI, F. **Social Responsibility in Construction - The American Continent Perspective**. In M. Murray & A. Dainty (Eds.), Corporate Social Responsibility in Construction. Taylor & Francis. p. 432. 2008.
- 18 SANTOS, A.; VEZZOLI; DEVANI de. M. J. **Linking lean production and design for sustainability on the issue of waste reduction**. Product (IGDP), v. 6, p. 2-135, 2008.
- 19 SDO-MEPSS. **Metodology for Product Service Systems**. Available at: <<http://www.mepss-sdo.polimi.it>> Accessed: 30/11/2010.
- 20 SHINGO, S. **A study of the Toyota production system from an industrial point of view**. Translated by Andrew P. Dillon. Cambridge, MA: Productivity Press, 1989. 257p.
- 21 SMC. **Sustainable Manufacturing Centre**. Available at: <<http://smc.simtech.a-star.edu.sg/home/content/10182>> Accessed: 30/11/2010.
- 22 TOYOTA COMPANY. **Toyota Production System**. Available at: <http://www2.toyota.co.jp/en/vision/production_system/just.html> Accessed: 30/11/2010.
- 23 UNEP. **Product-service systems and sustainability: opportunities for sustainable solutions**. Paris: United Nations Environmental Programme – Division of Technology Industry and Economics, Production and Consumption Branch, 2002.
- 24 UNEP. **United Nations Environment Programme**. Available at: <<http://www.unep.org/sustainability/>> Accessed: 30/11/2010.
- 25 WORLD BANK. **World Development Indicators database**. Available at: <<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTPOVERTY/0,,contentMDK:20194762~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:336992,00.html>> Accessed: 02/12/2010.
- 26 WRAP. **Waste & Resources Action Programme**. Available at: <<http://www.wrap.org.uk/>> Accessed: 30/11/2010.