

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCEL CASSANDRI ROMERO FARINHA

**EXEMPLO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A
PLATAFORMA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2012

MARCEL CASSANDRI ROMERO FARINHA

**EXEMPLO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A
PLATAFORMA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Civil da Coordenação de Engenharia Civil – COECI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção de título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Msc. Douglas Fukunaga Surco.

Co-Orientador: Prof. Msc. Roberto Widerski.

CAMPO MOURÃO

2012



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 6

EXEMPLO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

por

Marcel Cassandri Romero Farinha

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h do dia 30 de maio de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Msc. Douglas Fukunaga Surco
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Leandro Waidemam
(UTFPR)

Prof. Msc. Luiz Becher
(UTFPR)

Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta
Responsável pelo TCC

Profª Drª Fabiana Goia Rosa de Oliveira
Coordenadora do Curso de Engenharia Civil

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedicatória:

Dedico esse trabalho ao meu pai Alfredo sempre presente nos momentos mais difíceis, minha mãe Éleamar e seus conselhos que sempre me auxiliaram, meu irmão Matheus pelo companheirismo e minha avó Jacyra por todos esses anos de apoio. Sem vocês isso não seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me prover a oportunidade única de estar aqui hoje;

A minha família, por todo o esforço e dedicação a essa causa;

A minha noiva e futura esposa Daiane Nothnagil, por ter me aguentado todo esse tempo, mesmo nos meus ataques de mau humor;

Ao Meu orientador Prof. Msc. Douglas Fukunaga Surco e meu Co-Orientador Prof. Msc. Roberto Widerski, por toda a atenção prestação desprendida e pela paciência no desenvolvimento desse trabalho;

A todos os professores da COECI, por todo o conhecimento repassado a nós acadêmicos;

A minha professora e amiga, Engenheira Paula Cristina de Souza, por tudo que aprendi sobre projetos e por terem influenciado em minha formação profissional;

Ao meu amigo, Engenheiro Antônio Carlos Pulido, pela disposição das licenças dos programas originais utilizados

Aos amigos da primeira turma de engenharia, em especial, Fabiano, Maiko, Rebeca, Diovani, Maebara, Paulo, Marinho, Ciola, Marcelo, Luiz Alfredo, Alex, Rafael entre outros, que sempre estavam presentes pra ajudar, estudar, ou fazer um churrasco;

Aos amigos de sempre, que não estavam nem aí, na verdade, estavam realmente preocupados com a festa da formatura...

Enfim, sou grato a todos que cruzaram pelo meu caminho nessa jornada...

RESUMO

FARINHA, Marcel. C.R. **Exemplo De Compatibilização De Projetos Utilizando A Plataforma Bim (Building Information Modeling)**. 2012. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

O aquecimento do mercado, diferentes profissionais responsáveis pelos projetos e os prazos cada vez mais curtos para entrega de projetos são fatores que acarretam em interferências entre os sistemas que envolvem a edificação. Logo o presente trabalho tem por objetivo mostrar a modelagem e compatibilização de projetos utilizando *softwares* que possuam a plataforma BIM, propondo uma metodologia para o uso dessa tecnologia, e assim gerar relatórios e mostrar os resultados das compatibilizações e detalhes necessários para a execução desse empreendimento.

Palavras Chaves: *Softwares* BIM, compatibilização, projetos.

ABSTRACT

FARINHA, Marcel. C.R. Example Compliance Project Using The Platform BIM (Building Information Modeling). 2012. 94 f. Completion of course work (graduate) - Civil Engineering. Federal Technological University of Paraná. Campo Mourao, 2012.

The going up of construction market, different professionals are responsible for projects and increasingly shorter deadlines for finishing of projects are factors that lead to interference in systems of building. Therefore this study aims to show the compatibility of modeling and design using software that have the BIM (Building Information Modeling) platform, proposing a methodology for using this technology, generate reports and show the results of compatibility and details necessary for the execution of this business.

Keywords: BIM softwares, compliance, projects.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- MODELO PROJETADO COM SISTEMA BIM E O PROJETO EXECUTADO	24
FIGURA 2 - RELAÇÃO CUSTO/TEMPO NA POSSIBILIDADE DE MODIFICAÇÕES DO PROJETO.....	25
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	28
FIGURA 4 - PROCESSO TRADICIONAL DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS.....	29
FIGURA 5 - PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO MULTIDISCIPLINAR	29
FIGURA 6 - FLUXOGRAMA METODOLÓGICO	33
FIGURA 7 - DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES DAS PORTAS.....	39
FIGURA 8 - EDIÇÃO E LANÇAMENTO DAS COBERTURAS.....	40
FIGURA 9 – PERSPECTIVA DO PROJETO ARQUITETÔNICO APÓS OS LANÇAMENTOS.....	41
FIGURA 10 - DEFINIÇÃO DOS PAVIMENTOS	42
FIGURA 11 - CONFIGURAÇÃO DOS PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO.....	43
FIGURA 12 - DADOS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO	45
FIGURA 13 - PERSPECTIVA DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO.....	45
FIGURA 14 - IMPORTAÇÃO CAD/TQS PARA <i>REVIT STRUCTURE</i>	46
FIGURA 15 - IMPORTAÇÃO <i>REVIT STRUCTURE</i> DE CAD/TQS.	47
FIGURA 16 - ELEMENTOS A SEREM CHECADOS PELO <i>SOFTWARE</i> E ESTRUTURA RECÉM IMPORTADA.....	48
FIGURA 17 - IMPORTAÇÃO DO <i>REVIT STRUCTURE</i> PARA O <i>REVIT ARCHITECTURE</i>	49
FIGURA 18 - PLANOS DE IMPORTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	50
FIGURA 19 - DETERMINAÇÃO DAS COTAS DAS TUBULAÇÕES DO PISO TÉRREO.	51
FIGURA 20 - CONFIGURAÇÃO DO LAVATÓRIO DOS BANHEIROS	52
FIGURA 21 - CONFIGURAÇÃO DOS DIÂMETROS E PARÂMETROS DAS TUBULAÇÕES DE PVC.	52
FIGURA 22 - PLANTA DO RESERVATÓRIO.....	53
FIGURA 23 - CORTE ESQUEMÁTICO DO RESERVATÓRIO.....	54
FIGURA 24 - CRIAÇÃO DE TUBULAÇÃO HIDROSSANITÁRIA	54
FIGURA 25 - INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS LANÇADAS	55
FIGURA 26 - LANÇAMENTO DAS TUBULAÇÕES ELÉTRICAS	56
FIGURA 27 - PROJETO ELÉTRICO LANÇADO	57
FIGURA 28 - TRECHO DO RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS	58
FIGURA 29 – VISUALIZAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE PILAR E ALVENARIA.....	59
FIGURA 30 - SITUAÇÃO DE INTERFERÊNCIA	59
FIGURA 31 - SITUAÇÃO SEM INTERFERÊNCIA.....	59
FIGURA 32 - DETALHE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	60
FIGURA 33 - OBSTRUÇÃO DO CONCRETO PELOS CONDUTOS DE ELÉTRICA.....	61
FIGURA 34 – CONFIGURAÇÃO DA ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS ENTRE TUBULAÇÕES E ARQUITETURA.	62
FIGURA 35 – TRECHO DO RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS TUBULAÇÃO/PAREDES	62
FIGURA 36 - INTERFERÊNCIA TUBULAÇÃO/PAREDES.....	63
FIGURA 37 - TRECHO DO RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS (LAJES/TUBULAÇÕES).....	64
FIGURA 38 - INTERFERÊNCIAS LAJE/TUBULAÇÃO.....	64

FIGURA 39 - INTERFERÊNCIAS VIGA/TUBULAÇÃO.....	65
FIGURA 40 - INTERFERÊNCIA ENTRE PILAR E TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA.....	66
FIGURA 41 - NOVO TRAÇADO DA TUBULAÇÃO PROPOSTO	66
FIGURA 42 - REBAIXO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÕES	67
FIGURA 43 - FURO NA LAJE FEITO NO <i>SOFTWARE REVIT STRUCTURE</i>	69
FIGURA 44 - EXPORTAÇÃO <i>REVIT STRUCTURE</i> AO CAD/TQS	70
FIGURA 45 - FUIROS NAS LAJES NO CAD/TQS.....	70

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - SOFTWARES QUE UTILIZAM A PLATAFORMA BIM	23
QUADRO 2 - MODIFICAÇÕES DOS PROJETOS	68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CUSTOS ADICIONAIS DEVIDOS À FALTA DE INTEROPERABILIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (MILHÕES DE DÓLARES).....	19
TABELA 2 - ETAPAS DO PROJETO SEGUNDO AUTORES.....	26
TABELA 3 - ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETOS (SINDUSCON)	27
TABELA 4 - PARÂMETROS DE CONCRETO E COBRIMENTOS	42
TABELA 5 - BITOLAS DE AÇO ADOTADAS NO DIMENSIONAMENTO	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVOS GERAIS	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. JUSTIFICATIVAS	18
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
4.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	20
4.2 DEFINIÇÕES DE PROJETO	24
4.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO	26
4.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	30
5. METODOLOGIA	32
5.1 MATERIAIS	32
5.2 MÉTODO	32
5.2.1 <i>Análise dos Projetos</i>	34
5.2.2 <i>Projeto Arquitetônico</i>	34
5.2.3 <i>Projeto Estrutural</i>	35
5.2.4 <i>Projetos de Instalações (elétrica e hidrossanitário)</i>	36
5.2.5 <i>Compatibilização entre todos os projetos</i>	36
6. DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM BIM DOS PROJETOS	38
6.1 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO	38
6.2 MODELAGEM DO PROJETO ESTRUTURAL	41
6.2.1 <i>Importação para a plataforma BIM</i>	46
6.3 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL.....	48
6.4 MODELAGEM DOS PROJETOS DE INSTALAÇÕES.	49
6.4.1 <i>Modelagem do Projeto Hidrossanitário</i>	51
6.4.2 <i>Modelagem do Projeto Elétrico</i>	55
7. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS E INTEROPERABILIDADE DE SISTEMAS	58
7.1 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL	58
7.1.1 <i>Interferências entre pilares e alvenaria</i>	58
7.2 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE O PROJETO HIDROSSANITÁRIO E PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL	60
7.2.1 <i>Interferências entre alvenarias e tubulações</i>	63
7.2.2 <i>Interferências entre lajes e tubulações</i>	63
7.2.3 <i>Interferências entre vigas e tubulações</i>	64
7.2.4 <i>Interferências entre pilares e tubulações</i>	65
7.2.5 <i>Interferências entre blocos de fundação e tubulações</i>	67
7.3 MODIFICAÇÕES NOS PROJETOS	68
7.4 INTEROPERABILIDADE DOS SISTEMAS	68

8. CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS.....	74
ANEXO 01 – PROJETOS INICIAIS.....	78
ANEXO 02 – RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE PROJETO ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL	92
ANEXO 03 – RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL E PROJETOS HIDROSSANITÁRIO E ELÉTRICO.	95
ANEXO 04 – PROJETOS EXECUTIVOS E DETALHES DE COMPATIBILIZAÇÃO	99

1. INTRODUÇÃO

Em meados da década de 1960 ocorreu uma grande demanda imobiliária, surgindo os escritórios especializados em certas áreas da engenharia, como estruturas, arquitetura e instalações. Esses profissionais estavam ligados anteriormente entre si dentro de grandes construtoras, e com a fragmentação ocorrida nesta época no setor de imobiliário, os mesmos projetos tenderam a descentralização (GRAZIANO, 2003).

Essa fragmentação inicialmente era satisfatória, pois os profissionais vinham de um contato direto com a prática e conseguiam desenvolver os projetos de maneira com que realmente seriam executados, visando à viabilidade de execução do projeto (MIKALDO; SCHEER, 2007).

Com o advento dos computadores e sistemas CAD (*Computer Aided Design*) na década de noventa e a velocidade com que os projetos começaram a ser gerados, graves problemas de compatibilização começaram a aparecer. Esses tipos de problemas são encontrados e resolvidos na fase de desenvolvimento de projeto ou mesmo no momento da execução (SOLANO, 2005).

A modelagem em 3D mostra de uma maneira muito precisa como deve ser realizado o serviço de execução, exibindo elevações, mudança de direções, tubulações, instalações entre outras. Essa modelagem é realizada por meio de *softwares* como o *Autodesk AutoCAD*, *Sketchup* e outros.

A modelagem de projetos na plataforma BIM (*Building Information Modeling*) é considerada como um dos adventos mais importantes da construção civil. Embora esse novo sistema já seja realidade em países europeus e nos Estados Unidos, aqui no Brasil ainda é deficiente. Isso ocorre por falta de conhecimento de novas tecnologias que acarreta em várias falhas e retrabalhos que oneram severamente o custo das edificações (RIBEIRO, 2010).

Segundo Melhado (1994) os projetos deveriam dar subsídios ao canteiro de obras, com desenhos, detalhe e especificações de qualidade, possibilitando assim, manter um cronograma definido de forma mais precisa, sem custos adicionais e atrasos.

O tempo e o custo são os fatores que impactam na execução de um empreendimento. Logo, uma compatibilização de projetos satisfatória se torna

necessária para que as não conformidades que tomam muito tempo sejam diminuídas e assim o cronograma mantido. Portanto, a qualidade de projetos e especificações impacta diretamente na executabilidade da edificação.

A partir dos projetos iniciais, apresentados no Anexo 01, foi desenvolvido o lançamento da edificação na plataforma BIM utilizando alguns *softwares* e *plug-ins*. Após essa modelagem iniciou-se a análise das interferências, e a decisão das soluções das incompatibilidades sem afetar drasticamente os outros sistemas que compõem a construção.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

A partir de projetos iniciais elaborados, compatibilizar todos os projetos de uma edificação utilizando *softwares* que suportam a tecnologia BIM, gerando os relatórios de interferências e o projeto final com as modificações provenientes da compatibilização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Exemplificar o procedimento de lançamento dos elementos no sistema BIM.
- Integralizar todos esses projetos em um único arquivo;
- Identificar as incompatibilidades durante o processo de desenvolvimento dos projetos, gerar relatórios e propor correções;
- Emitir os projetos finais e os detalhes de compatibilização;

3. JUSTIFICATIVAS

O uso da plataforma BIM apresenta ante outros sistemas de gestão de projetos as seguintes vantagens (JUSTI, 2008):

- Maior velocidade na entrega (economia de tempo);
- Melhor coordenação (menos erros nos desenhos);
- Diminuição de custos;
- Maior produtividade usando um único modelo digital;
- Trabalho com maior qualidade;
- Novas oportunidades de receita e negócios;
- Mais foco no projeto;
- Redução do retrabalho.

Os sistemas que compõem a construção podem conflitar no momento da execução. A compatibilização que ocorre na plataforma BIM mostra em três dimensões as instalações e possíveis deficiências dos projetos. Na modelagem BIM, todos os elementos do projeto podem ser interdependentes.

As ineficiências e retrabalhos devido a erros de projeto chegam a 200 bilhões de dólares na indústria da construção civil americana. Esses retrabalhos geralmente são interferência entre sistemas, como por exemplo, uma prumada de água pluvial descendo em frente a uma janela ou coincidindo com elementos estruturais (JUSTI, 2008).

Segundo Motteu (1989) *apud* Costa e Silva (2007) os erros na concepção do projeto representam 46% das perdas, atrasos e retrabalhos dentro da construção civil. Essas interferências oneram consideravelmente o custo final da obra e muitas vezes as soluções propostas no canteiro de obra são praticáveis, porém a manutenção predial fica limitada ou impraticável.

Tabela 1 - Custos adicionais devidos à falta de interoperabilidade na indústria da construção civil (milhões de dólares)

GRUPO	Planejamento e Engenharia - Fase de Projeto	Fase de Construção	Fase de Operação	Custo Total
Arquitetos e Engenheiros	1007	147	15,7	1169,7
Empreiteiros Gerais	485,9	1265	50,4	1801,3
Empreiteiros Específicos e Fornecedores	442,4	1762	-	2204,4
Proprietários e Operadores	722,8	898	9027	10647,8
Total	2658,1	4072	9093,1	15823,2

Fonte: Adaptado de GALLAHER (2004 apud Eastman et al 2004).

A Tabela 1 demonstra que os custos decorrentes dos conflitos que ocorrem dentro da obra devido aos erros de projeto que geram custos e onera consideravelmente o preço final do produto, fato esse que fundamenta o desenvolvimento desse trabalho.

Com o avanço da tecnologia o uso de *softwares* para dimensionamento, detalhamento e especificações de projetos são indispensáveis para a formação do profissional. O uso destes programas para a compatibilização de projetos, aliado com a rapidez em que esse processo é analisado se torna um fator importante no desenvolvimento de projetos.

No uso do sistema BIM o projetista constrói um modelo virtual com todos os sistemas que envolvem o edifício, criando uma base de dados. Esses modelos são criados por meio de *softwares* como o *Autodesk Revit* e *Graphisoft Archicad*. A atenção do projetista fica voltada para soluções técnicas e não para desenhos técnicos. Com essa base de dados unificada, podem-se criar estações de trabalho, nos quais vários projetistas trabalham de maneira conjunta. Quando se muda um projeto (por exemplo, uma parede no projeto arquitetônico), todos os outros projetos envolvidos nessa base de dados (como o projeto elétrico, hidrossanitário, estrutural, ar condicionado) também sofrem modificações a partir da atualização do modelo (SCHEER et al, 2007).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

A complexidade envolvida em um projeto está diretamente ligada à quantidade de sistemas que a envolvem. Além disso, essa complexidade aumenta conforme a variedade de componentes manufaturados necessitando assim de uma precisão maior do que a que é utilizada atualmente.

Os edifícios da “Era Digital” são mais complexos do que aqueles da Revolução Industrial e do Modernismo. A complexidade de alguns projetos contemporâneos requer novos procedimentos de gerenciamento de informações. Para administrar esses tipos de projetos tem expandido o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), possibilitando controlar dados digitais dos projetos com geometria mais complexa, assim como programar a sequência de atividades relativas à construção (FLORIO, 2007, p.02).

Dentro desse contexto a TIC (Tecnologia da informação e Comunicação) tem sido utilizada para racionalização no processo de desenvolvimento de projetos especialmente naqueles onde a complexidade geométrica é grande. Alguns conceitos como 4D (3D + tempo) ou 5D (3D + tempo + custos) são aplicados de maneira similar ao BIM (FLORIO, 2007).

De acordo com Tse (2005) o BIM se enquadra como um sistema nD, denominação dada pela *University of Salford*, onde usa-se representações em 2D e 3D e informações de custo, fabricante, manutenção, materiais componentes entre outros visando economia de tempo, custos, maior sustentabilidade e viabilidade técnica. Isso evita retrabalhos decorrentes de erros de projeto.

O termo BIM primeiramente foi citado pelo professor da *University Carnegie-Mellon* Charles M. “Chuck” Eastman em 1975 no extinto “*AIA Journal*” e referia-se sobre um sistema onde havia interação de elementos e variações de planos, cortes e isométricos. Todo o projeto seria integrado e onde houvesse modificação essa intervenção seria repassada para todas as outras vistas ou projetos dependentes deste. Cronogramas, orçamentos e planejamento de etapas das obras também seriam integrados nesse modelo e assim o cliente teria acesso a um banco de dados único (EASTMAN *et al*, 2011).

Pode-se definir o BIM como uma tecnologia de modelagem 3D e modelagem de informações agregados em um único arquivo e que permite associações entre a concepção, análise, documentação e comunicação entre os diferentes sistemas que englobam o edifício (RIBEIRO, 2010).

Os sistemas que utilizam a tecnologia BIM, de acordo com Coelho (2008), são considerados evoluções do sistema CAD, pois gerenciam e integram informações em um ambiente de modelagem em 3D.

Segundo Ribeiro (2010) o BIM usa uma tecnologia mais avançada do que um modelo de visualização de um projeto integrado. É um processo que tem um arquivo mestre no qual se permite agregar informações de diversas finalidades. O BIM também é conhecido como Modelagem da Informação da Construção ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual.

Para Eastman *et al* (2011) o BIM é uma maneira diferente de criar e desenvolver projetos, usando o compartilhamento de dados e o ciclo de vida da construção afetando direta e indiretamente todas as partes interessadas no processo de desenvolvimento do projeto.

Um dos princípios dos *softwares* BIM é a extração automática de gráficos (cortes, elevações, perspectivas) e de documentos (quantitativos e especificações) que maximizam o processo de produção de projetos quando utilizados adequadamente. As extrações desses documentos citados acima são genéricos, independente do programa, ou seja, a discriminação de materiais muito específicos de certa região, como por exemplo, um acabamento em pedras, deve ser especificado pelo usuário no momento do lançamento do elemento (AYRES, 2008).

A utilização do BIM permite ao projetista maior controle sobre o projeto do que processos manuais. Quando finalizados, esses projetos possuem um banco de dados onde estão contidos precisamente todas as geometrias e informações sobre fabricantes necessárias para execução da obra (EASTMAN *et al*, 2011, p.01).

De acordo com Ribeiro (2010) o BIM apresenta mudanças consideráveis no método de desenvolvimento do projeto apresentando novas metodologias e fluxos de trabalho e informação. Para Florio (2007) essas vantagens são adquiridas, pois todos os elementos da construção estão interligados, como por exemplo, quando uma laje tem sua cota modificada, todos os elementos que dependem dela sofrerão modificações.

Qualquer alteração realizada no modelo tridimensional é automaticamente atualizada em todos os arquivos bidimensionais e vice-versa, evitando erros e remediações. A vantagem é mais visível em projetos complexos com centenas de plantas e cortes... As ferramentas BIM, constituídas de *softwares* de alta capacidade para processamento de imagens e gráficos, combinam gerenciamento da construção e modelagem virtual do empreendimento a ser realizado, tornando possível a gestão coordenada entre projetistas e gerentes de construção juntamente com o arquiteto, o engenheiro de estruturas e outros técnicos (RIBEIRO, 2010, p.15).

Para SCHEER et al (2007, p.05), os quais realizaram um estudo sobre a operabilidade e produção entre um sistema 2D/3D (*AutoCad*) e um sistema BIM (*Archicad*) e obtiveram as seguintes conclusões:

No sistema CAD geométrico (*AutoCAD 2002*) houve ganhos de produtividade em relação ao processo manual sobre prancheta, pois é possível, além da maior velocidade no processo de desenho do projeto, maior padronização e qualidade das informações gráficas. No entanto, com o sistema CAD-BIM (*Archicad 10*), com recursos de modelagem tridimensional, é possível a visualização automática de plantas, cortes, elevações, além do modelo 3D, assim como a inserção de auto textos em carimbos.

De acordo com a *Autodesk* (2007), fabricante do *software Revit*, o mercado brasileiro da construção civil ainda caminha a passos lentos no processo de desenvolvimento de projetos usando a plataforma BIM. O uso de *softwares* de projeto em 2D e 3D como o *AutoCad* é largamente difundido nas universidades e mercado de trabalho fazendo com que a introdução do BIM no Brasil se torne mais lenta. Ribeiro (2010) cita que o uso de *softwares* 2D e 3D coexistirão com os *softwares* BIM por alguns anos, assim como os desenhos feitos em pranchetas perduraram em paralelo com o advento do CAD.

Para Tobim (2008) e Coelho (2008) o desenvolvimento do BIM é classificado em três partes. Existem as seguintes classificações para o sistema BIM:

BIM 1.0: é caracterizado pela mudança de modelos 2D para modelos 3D parametrizados dos elementos, sendo um processo restrito aos projetistas sem a participação de profissionais de outras áreas.

A parametrização nada mais é que o objeto possuir descrições ligadas a ele. Essas descrições como fabricante, componentes, materiais, acabamentos e posição e podem ser editadas pelo usuário alterando a família do objeto.

BIM 2.0: esse modelo expande a outros profissionais além dos profissionais envolvidos no desenvolvimento do projeto arquitetônico, estrutural e de instalações. Para essas informações terem validade, necessita-se que seja realizada uma

integração entre projetistas, gestores, construtores visando à operabilidade dos dados. Esse sistema já vem sendo empregado na Europa, América do Norte e Ásia.

BIM 3.0: O intercâmbio de informações dos profissionais envolvidos no projeto é realizado por meio de protocolos abertos, como o IFC (*Industry Foundation Classes*). Esse sistema permite que o projetista tenha um desenvolvimento colaborativo de um modelo de banco de dados acessível pela internet e os modelos BIM serão construídos em cooperação num ambiente de modelagem 3D.

O *Autodesk Revit*, segundo Ribeiro (2010) é o mais difundido e usado *software* BIM. Seus pontos favoráveis são a familiarização do usuário com a interface simples e intuitiva do programa e possui uma vasta biblioteca de blocos publicada pela própria fabricante, por terceiros, ou pela indústria (IFC), como por exemplo, o TigreCad que possui um aplicativo para *Revit* que permite projetar instalações complementares. O autor ainda cita que para superfícies curvas complexas o programa não possui um suporte adequado, deixando assim a desejar nesse aspecto. A demanda de hardware como memórias e placas de vídeos, se faz necessária para projetos maiores, pois existe uma quantidade significativa de informação processada.

Software	Fabricante	Atribuições
Revit Architecture	Autodesk	Projetos Arquitetônicos
Revit Structure	Autodesk	Projetos Estruturais
Revit MEP	Autodesk	Projetos de Instalações
Archicad	Graphisoft	Projetos Arquitetônicos e Plug-ins para Instalações
Vector Works	Nemetschek	Projetos Arquitetônicos
Navis Works	Autodesk	Gerenciamento e Compatibilização
Bentley Architecture	Bentley	Projetos Arquitetônicos
3d CAD Architecture	Ashampoo	Projetos Arquitetônicos
Multi BIM	Multiplus	Todos os Projetos
Active 3D	Archimen	Projetos Arquitetônicos
Risa 3D	Risatech	Projetos Estruturais
Tekla BIM	Tekla	Arquitetura e Estrutura
Robot	Autodesk	Estrutura

Quadro 1 - Softwares que utilizam a plataforma BIM

De acordo com Coelho (2008) o sistema *Revit* oferece suporte a colaboração multiusuário, utilizando o recurso *worksharing*, que permite acesso simultâneo a um modelo do edifício compartilhado entre vários usuários. Essa solução exige a adoção do *software Revit* por todos os profissionais envolvidos no desenvolvimento dos projetos elaborados localmente e depois distribuídos entre os outros projetistas envolvidos no projeto. Alguns softwares pesquisados estão presentes no Quadro 01.

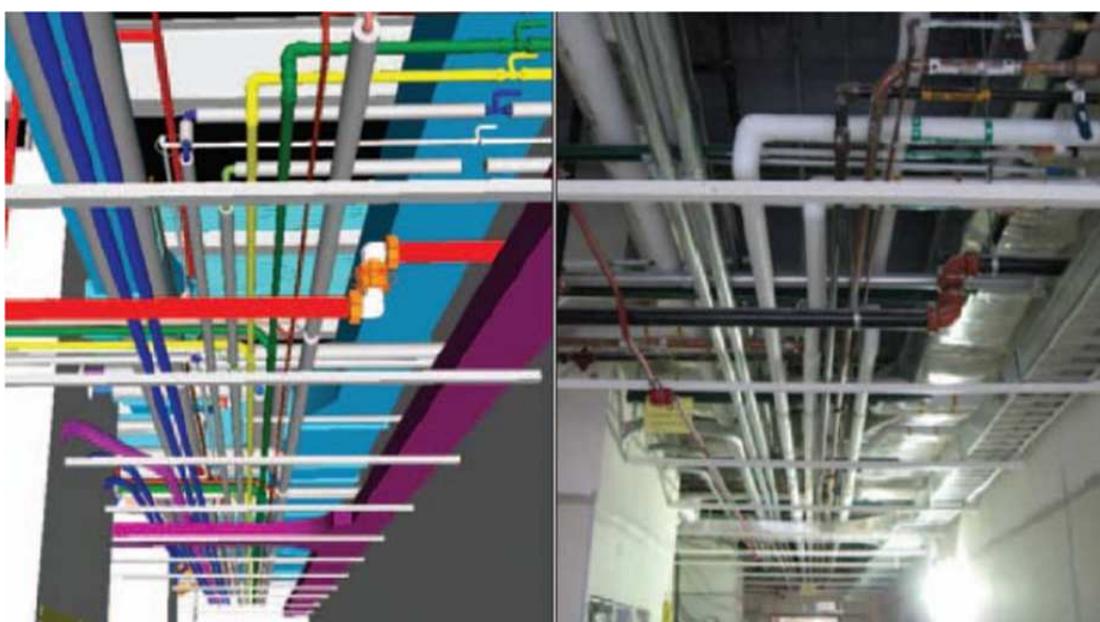


Figura 1- Modelo projetado com sistema BIM e o projeto executado
Fonte: Mc Growhill Smart Market apud COVAS (2009).

4.2 DEFINIÇÕES DE PROJETO

Segundo a NBR 5670:1977 o projeto define-se “pela qualificação quantitativa, qualitativa de atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais”.

Segundo a ASBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura) (1992), define-se que a palavra projeto significa, genericamente, intento, desígnio,

empreendimento e, em sua aceção técnica, um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias para a concretização de um objetivo.

A elaboração de projetos para edificações é a determinação das previas dos atributos funcionais, formais e técnicos de edificações a construir, pré-fabricar, montar e ampliar, abrangendo assim, todos os ambientes, elementos e instalações contidas no mesmo (NBR 13531:1995).

De acordo com Santana (2005) consiste em um conjunto de passos normativos, voltados para o planejamento formal de um edifício qualquer, regulamentado por um conjunto de normas técnicas e por um código de obras.

Segundo Peralta (2002) o projeto consiste em um empreendimento organizado para se alcançar um objetivo específico. O projeto é uma serie de atividades relacionadas direcionadas para uma saída principal e que despende um tempo significativo para sua realização.

Pode-se observar na Figura 2 que conforme o desenvolvimento do projeto e a execução da obra avançam os custos com relação a modificações e retrabalhos aumentam significativamente. Logo, Peralta (2002) indica necessário que seja inserida ao processo de desenvolvimento de projetos uma fase de incorporação de investimentos, custos e tempo ao projeto.

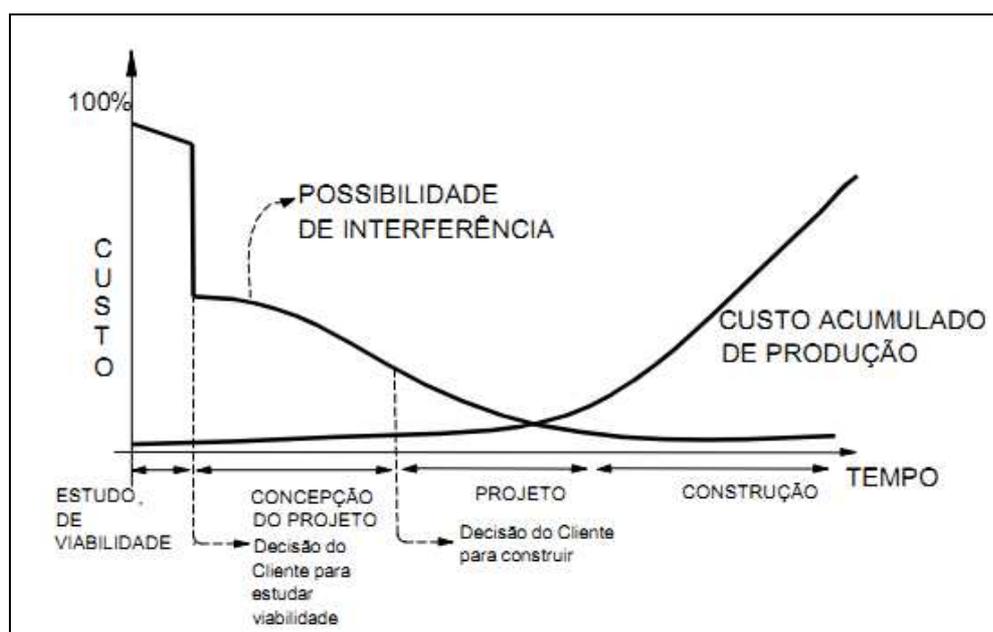


Figura 2 - Relação custo/tempo na possibilidade de modificações do projeto.
Fonte: Hammalund e Josephson (1992) apud PERALTA (2002).

4.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO

Vários pesquisadores nacionais desenvolveram estudos de métodos de compatibilização e desenvolvimento de projetos. Entre eles pode-se citar Melhado (1994), Mikaldo (2006), Peralta (2002), Novaes (1997, 2008), Sheer (2007), Graziano (2003), Solano (2005).

Dentre os autores citados existe um consenso a respeito do processo de desenvolvimento de projetos, existindo algumas diferenças devido ao tipo de empreendimento ou de suas dimensões.

Tabela 2 - Etapas do projeto segundo autores

ETAPAS DO PROCESSO DO PROJETO			
Melhado	NBR 13531	Tzortopoulos	Rodriguez e Heineck
Idealização	Levantamento Programa de Necessidades Estudo de Viabilidade	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento
Estudo Preliminar	Estudo Preliminar	Estudo Preliminar	Estudo Preliminar
Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto
Projeto Legal	Projeto Legal	Projeto Legal	Projeto Legal
Projeto para Produção	Projeto para Produção	Projeto para Produção	Projeto para Produção
Acompanhamento do planejamento e execução	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de obra	Acompanhamento, execução e uso
Retroalimentação a partir da entrega e uso do produto	Acompanhamento do uso	Acompanhamento do uso	

Fonte: Adaptado de MIKALDO (2006).

Mikaldo (2006) afirma que algumas divergências surgidas na Tabela 2 são devidas a diferenças do porte do projeto e que de uma maneira geral o desenvolvimento dos projetos segue uma linha de processo, considerando assim a concepção e o planejamento inicial como peças fundamentais do desenvolvimento de projetos.

De acordo com a Sinduscon (1995) a compatibilização de projetos entra como parte do desenvolvimento do mesmo. Essa etapa importante se divide em três compatibilizações conforme Tabela 3 e Figura 3.

Tabela 3 - Etapas do processo de projetos (SINDUSCON)

Etapas do Processo de Projeto
Intenção – Cliente
Levantamentos
Diretrizes
Estudo de Viabilidade
Estudo Preliminar
1ª Compatibilização
Anteprojeto
2ª Compatibilização
Projeto Legal
3ª Compatibilização
Projetos Executivos
Revisão Final – Obra

Fonte: Adaptado de SINDUSCON (1995).

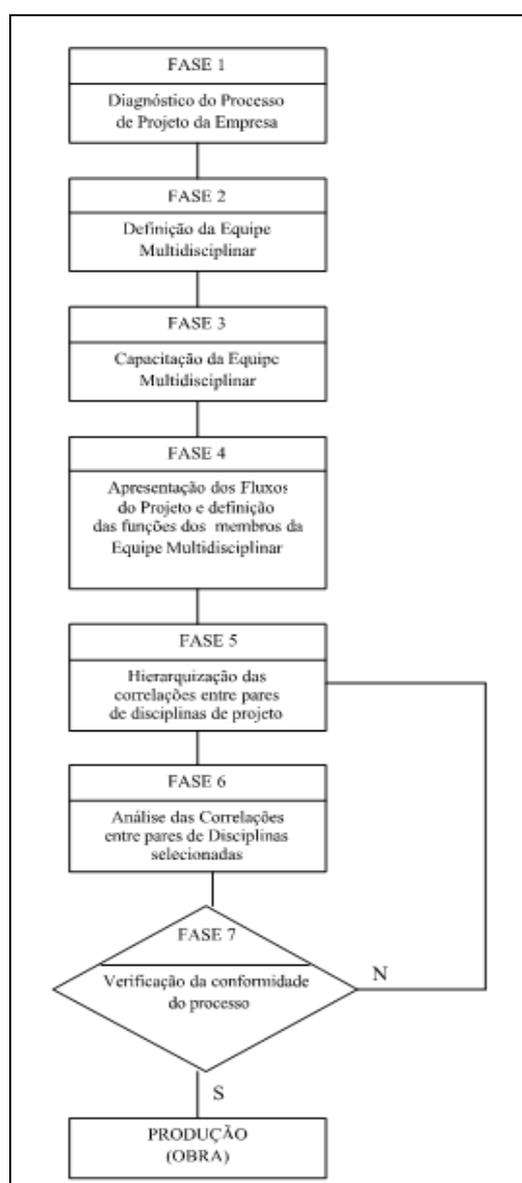


Figura 3 - Fluxograma de desenvolvimento de compatibilização de projetos
Fonte: TAVARES (2007).

Segundo Mikaldo (2006) no desenvolvimento de projetos o arquiteto é responsável a atender a legislação legal e subsidiar informações aos projetistas especializados (estrutura, instalações). Esse processo é chamado de processo tradicional (Figura 4).

Na Figura 5 observa-se que surge um intermediador entre todos aqueles que participam do processo de desenvolvimento de projetos: o coordenador. Esse indivíduo é responsável por coordenar todas as etapas de projeto e interagir com todas as disciplinas da edificação. Esse processo é chamado de multidisciplinar.

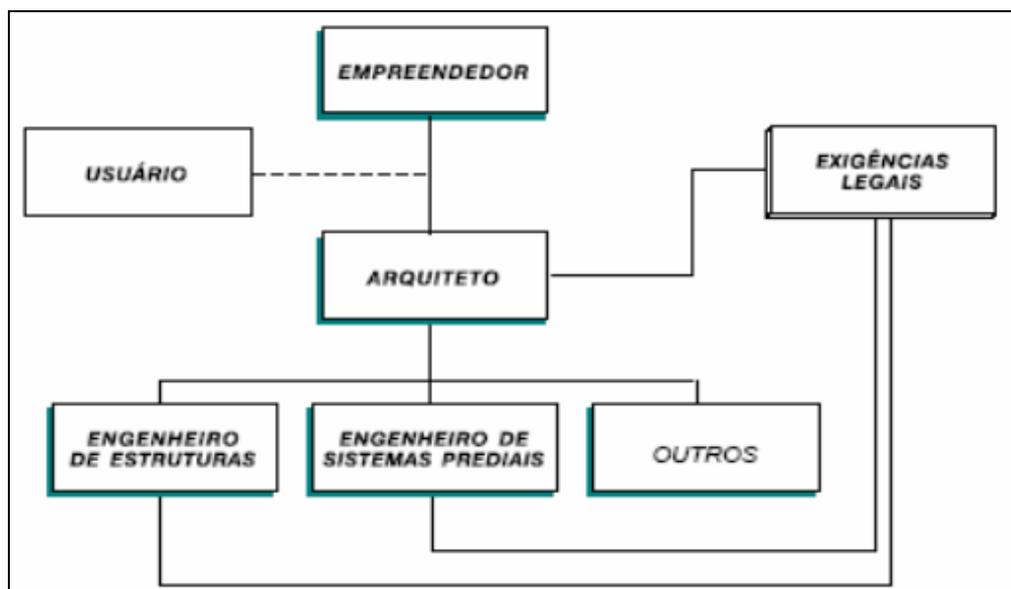


Figura 4 - Processo tradicional de desenvolvimento de projetos
Fonte: MIKALDO (2006).

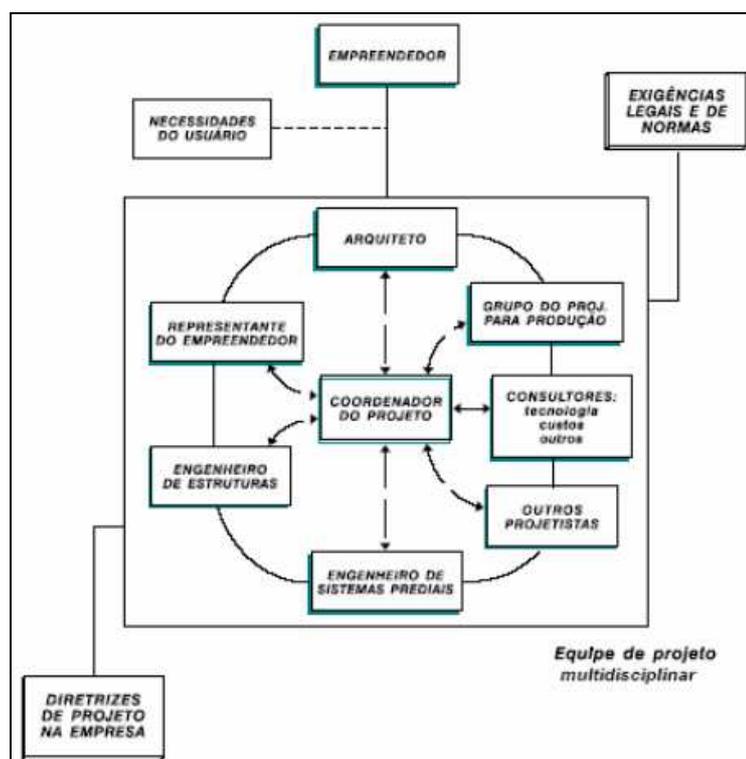


Figura 5 - Processo de desenvolvimento multidisciplinar
Fonte: MIKALDO (2006).

4.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Apesar do avanço e da aceleração econômica do setor da construção civil brasileira a prática de compatibilização de projetos ainda anda a passos lentos. De acordo com Tavares (2007) as implicações do não usar a compatibilização de projetos acarreta em má qualidade de execução, maior índice de retrabalhos e oneração do preço final da obra.

Os escritórios de projetos que geralmente buscam compatibilizar os projetos são empresas de médio e grande porte, salvo raras exceções. Pequenas empresas desse ramo ainda não aderiram a esse processo devido a fatores como financeiro, sensibilidade econômica do mercado, e a inércia às alterações de processo (TAVARES, 2007).

No subsetor edificações da indústria da construção a produção dos projetos tem evoluído nos últimos anos pela receptividade de empresas convencidas de que bons projetos contribuem para o sucesso de seus empreendimentos. O meio acadêmico tem ampla produção, notadamente nos últimos quinze anos, proporcionando teses, dissertações e artigos técnicos, além de inúmeros encontros, congressos, simpósios e workshops, fatos comprovados pelo referencial teórico e suas citações (SOLANO, 2005).

A compatibilização de projetos é descrita como o gerenciamento de vários projetos e sistemas de um edifício de maneira que estes, por serem dependentes entre si, não se interfiram, criando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam o empreendimento viável. Sendo assim, esse atributo deve ser válido e confiável desde o início dos estudos de caso do empreendimento até o início das atividades para ele destinadas (MIKALDO; SCHEER, 2007).

Essa compatibilização pode ser feita de maneira convencional, sobrepondo desenhos em 2D, modelagem 3D, ou pela plataforma BIM.

No processo convencional, são gerados projetos em 2D (bidimensional) sem conexões entre si, onde a visualização em conjunto destes é necessária para o entendimento do sistema do edifício. Desses projetos em 2D podem ser retiradas informações para a montagem e modelagem de um modelo em 3D, também conhecido como maquete virtual (SPERLING, 2002).

Na compatibilização em 2D, se insere um projeto base, por exemplo o de instalações hidrossanitárias, em bloco e em seguida algum outro projeto, como por exemplo o de prevenção contra incêndios. Esse tipo de compatibilização é um tanto

quanto falha, pois omite algumas informações como cotas de tubulações entre outros, porém algumas interferências, sobreposições de elementos e falhas de projetos podem ser verificadas dessa maneira (SPERLING, 2002).

As análises feitas por meio de modelagem em 3D são mais detalhadas, pois contemplam os elementos de maneira volumétrica. Esse tipo de compatibilização pode ser feita, assim como a compatibilização 2D, pelo AutoCad. O que torna sua aplicação limitada é a demanda de tempo considerável, pois se necessita modelar elemento por elemento (MIKALDO, 2006).

Ainda para o autor, uma solução para sanar incompatibilidades encontradas em projeto é o uso da plataforma BIM. Esse tipo de plataforma integraliza os projetos e os projetistas, fazendo com que trabalhem em cima de um projeto base, geralmente o de arquitetura. Esse processo demanda certo investimento no início para a compra de *softwares* e de um computador com grande capacidade de processamento de gráficos 3D e informações.

No mercado atual os projetos de um grande empreendimento são feitos por profissionais diferentes e sua compatibilização feita pelo gerente de projetos. O projeto arquitetônico é definido e após isso ele é distribuído para os outros projetistas para o desenvolvimento dos projetos complementares.

Já no desenvolvimento de projetos de pequeno porte, como sobrados e residências, um único profissional elabora todos os projetos. Isso não quer dizer que esteja livre de interferências, fato que justifica uma compatibilização.

A compatibilização se mostra valiosa não só para a demonstração das qualidades do sistema BIM, mas também para mostrar dificuldade e entraves que ocorrem no processo de desenvolvimento dos projetos. Para tal, é necessário que haja uma cultura organizacional e de planejamento de trabalho dentro do escritório de projetos (RIBEIRO, 2010).

5. METODOLOGIA

5.1 MATERIAIS

Todos os *softwares* utilizados para o desenvolvimento deste projeto são versões acadêmicas ou versões originais.

Os *softwares* utilizados no desenvolvimento do trabalho são os seguintes:

- *Autodesk AutoCad 2007* (Formatação dos projetos iniciais, desenhos auxiliares e finalização dos projetos) – Versão Acadêmica;
- *Autodesk Revit Architecture 2011* (Arquitetura BIM e Projeto Executivo de Arquitetura) – Versão Acadêmica;
- *Autodesk Revit MEP 2012* (Instalações elétricas BIM e hidrossanitárias BIM) – Versão Acadêmica;
- *Autodesk Revit Structure 2009* (Estruturas de concreto, modelagem no sistema BIM) – Versão Acadêmica;
- CAD/TQS V15 (Estruturas de concreto, dimensionamento e exportação para o sistema BIM e Projeto Executivo de Estrutura) – Versão Original;
- AltoQI Lumine (Projeto e Detalhamento Projeto Executivo de Elétrica) – Versão Original;
- AltoQI Hydros (Projeto e Detalhamento Projeto Executivo de Hidráulica) – Versão Original;

5.2 MÉTODO

A metodologia para verificação de compatibilidade de projetos consiste na inserção de todos os sistemas que compõe a construção dentro de um único arquivo. O uso do sistema BIM permite uma simulação inteligente na gestão de informação. Conforme a Figura 6 tem-se o fluxograma metodológico utilizado nesse projeto. Esse fluxograma foi desenvolvido observando as Figuras 4 e 5, pois não existe um fluxograma para compatibilização para a plataforma BIM.

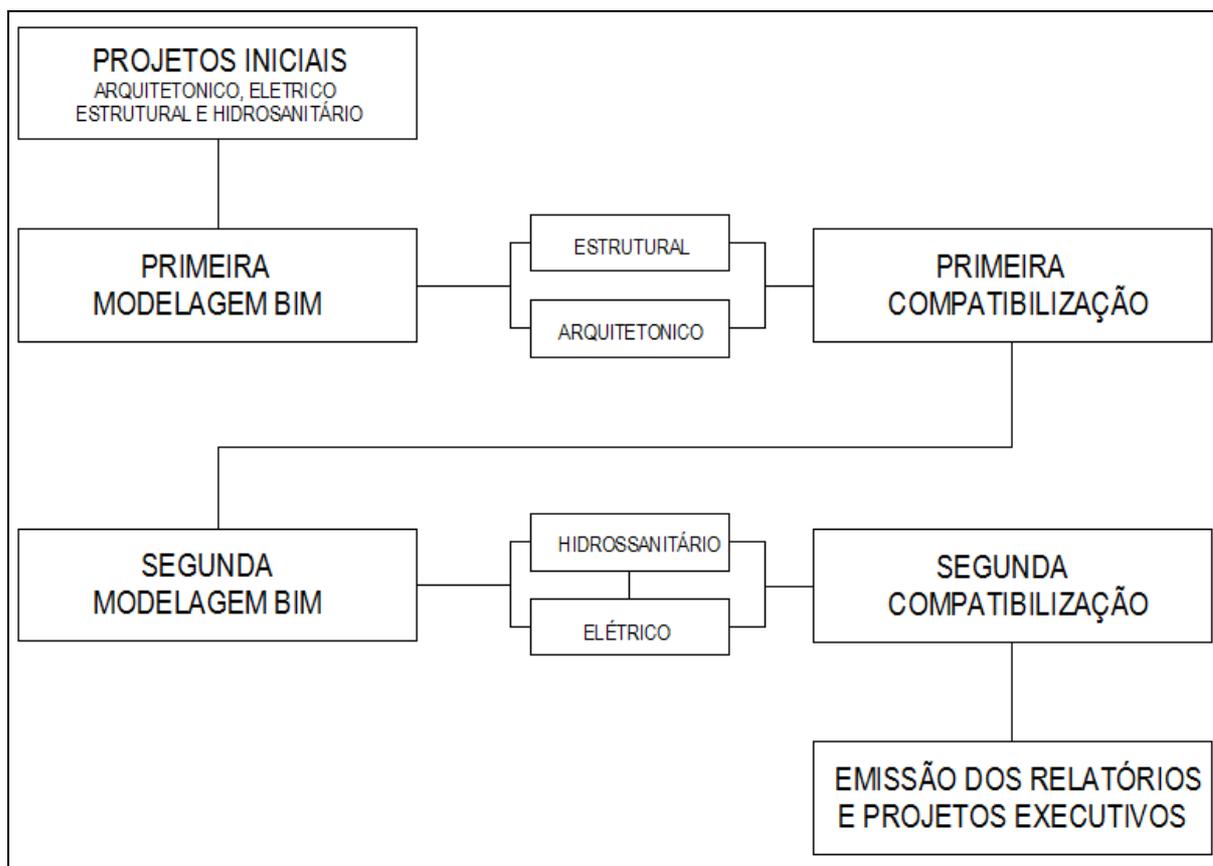


Figura 6 - Fluxograma metodológico

Esse fluxograma foi escolhido para atender os quesitos necessários para o desenvolvimento do processo de compatibilidade usando o sistema BIM. Esse fluxograma facilitará os lançamentos e análises de incompatibilidades.

Partiu-se dos projetos iniciais e modelaram-se os projetos arquitetônico (*Revit Architecture*) e estrutural (*CAD/TQS* e *Revit Structure*). Esses projetos foram inseridos em um único arquivo no *Revit Architecture* e feito assim a primeira compatibilização. Então, importou-se para o *Revit MEP* esse arquivo compatibilizado que serviu para o lançamento dos projetos hidrossanitário e elétrico finalizando assim com a última compatibilização e emissão de relatórios e detalhes.

5.2.1 Análise dos Projetos

De posse dos projetos iniciais, elaborados anteriormente em meio digital, presentes no Anexo 01, foi feita uma análise visual de cada projeto para familiarização da arquitetura e concepção estrutural. Dessa análise devem-se extrair todas as informações necessárias para o desenvolvimento dos projetos.

Os modelos digitais foram formatados de acordo com as necessidades de cada *software* utilizado. Assim, formatados todos os projetos, iniciou-se a modelagem para a plataforma BIM.

5.2.2 Projeto Arquitetônico

A modelagem do projeto arquitetônico foi feita através do *software Revit Architecture*.

O projeto arquitetônico trata-se de uma edificação unifamiliar em alvenaria a ser edificada no município de Campo Mourão, na zona residencial 2, e para tanto, já previsto os critérios de luminosidade e de ventilação previstas no Código de Obras e Postura do Município de Campo Mourão.

Iniciou-se a modelagem com a inserção das alvenarias definindo a família de paredes a ser utilizada. Para cada família de paredes existe uma espessura correspondente, bem como especificação de materiais e fabricantes. Essas alvenarias foram lançadas de acordo com os projetos iniciais obedecendo as suas espessuras e pé-direito.

Assim que definidas as paredes deu-se o início do lançamento de todas as esquadrias respeitando o projeto inicial. Essas esquadrias, como as paredes, possuem famílias que podem ser editadas conforme a necessidade de projeto.

Então, foram modeladas todas as lajes e forros não estruturais contidos na edificação, por exemplo, forros de gesso, calçadas, pisos não estruturais, solo natural entre outros. Por último, foi modelada a cobertura e a definição dos planos dos telhados.

Todos os elementos lançados no *Revit Architecture* são parametrizados, ou seja, todos tem descrição de materiais e fabricantes, especificados pelos usuários ou pelo próprio *software*. Deve-se ter cautela nesses lançamentos e foi verificado as interferências automaticamente (ferramenta *Interference Check*) com frequência. Esse modelo tridimensional foi utilizado para a compatibilização, pois é nesse arquivo que serão lançadas todas as instalações elétricas e hidrossanitárias.

5.2.3 Projeto Estrutural

A modelagem estrutural foi executada com o auxílio do *software* CAD/TQS com um *plug-in* de exportação para o *Revit Structure*.

Iniciou-se essa fase formatando as preferências de cálculo e ações nas estruturas do *software* CAD/TQS. Nessa fase definiu-se quais critérios serão usadas para o dimensionamento das estruturas, ações nas estruturas (empuxo, vento, temperatura), cobrimento das armaduras e definem-se os níveis semelhantemente ao feito para o projeto arquitetônico. Esses parâmetros não são importantes no momento da compatibilização, porém são necessários para o funcionamento do *software*.

Após definidos todos os parâmetros, de acordo com a NBR 6118:2003, fez-se a importação do modelo do estudo em formato “*dxf*” para o editor estrutural do CAD/TQS. Começou-se pelo lançamento e locação dos pilares, bem como a predefinição de suas seções. Iniciou-se o lançamento das vigas de fundação, também chamadas de vigas baldrame, e logo em seguida as vigas de respaldo e cobertura. O próximo passo é o lançamento das lajes estruturais.

O modelo resultante do projeto foi importado para o *software* *Revit Structure* por um *plug-in* fornecido pelo fabricante do *software* CAD/TQS. Essa importação nem sempre sai perfeita, ou seja, alguns ajustes devem ser feitos no *Revit Structure*, e foi feita uma análise de interferências somente entre as estrutura antes da compatibilização de todo o sistema.

5.2.4 Compatibilização entre Projeto Arquitetônico e Projeto Estrutural

Com os projetos modelados e exportados para a plataforma BIM iniciou-se a compatibilização entre o projeto arquitetônico e projeto estrutural. O arquivo gerado pelo *Revit Structure* é importado como *link* para o *Revit Architecture*.

Com a estrutura de concreto e as alvenarias do projeto arquitetônico foi realizada a análise de interferências feitas pelo *Revit Architecture*, gerando um relatório de interferências (Anexo 2).

5.2.4 Projetos de Instalações (elétrica e hidrossanitário)

Tendo como base os projetos iniciais remodelaram-se os projetos hidrossanitários e elétrico utilizando o *software Revit MEP*.

Os projetos iniciais foram executados de acordo com suas normas de base. O projeto elétrico foi dimensionado de acordo com a NBR 5410 e normas técnicas da Copel (Companhia Paranaense de Energia), o projeto de água fria pela NBR 5626 e o projeto sanitário pela NBR 8160.

Importou-se não mais o modelo “dwg”, mas sim o arquivo resultante da compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural para o *Revit MEP*. Feito isso, locou-se todos os equipamentos sanitários, hidráulicos, e elétricos, tais como, pias, luminárias, chuveiros, tomadas, caixa d’água, aquecedores entre outros que se façam necessários.

A ligação entre esses pontos deve ser feita respeitando sempre suas respectivas normas e o projeto inicial. Após todas as tubulações serem lançadas fez-se a verificação automática de interferências e corrigiu-se as falhas que foram encontradas. Com isso, o modelo está pronto para a compatibilização de todo o sistema. Essa compatibilização gerou um relatório de interferências contido no Anexo 3.

5.2.5 Compatibilização entre todos os projetos

Por meio de ferramentas dos *softwares Revit* a verificação de interferências foi feita automaticamente. Essa verificação pode ser formatada para analisar determinados sistemas separadamente, como por exemplo, a análise somente da estrutura e instalações.

Então se analisam as interferências e estudou-se uma maneira de corrigi-las. Assim que se fez essa análise, novamente verificou-se até que não houvessem mais interferências relevantes entre todos os sistemas da edificação. Essas modificações e readequações dos sistemas foram resolvidas e assim os projetos liberados para emissão dos projetos executivos.

6. DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM BIM DOS PROJETOS

6.1 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Formataram-se as plantas baixas do projeto arquitetônico, eliminando-se detalhes irrelevantes e mantendo somente as informações principais. Aplicou-se a cada pavimento um *layer* com o seu determinado nome. Assim juntaram-se todas as plantas utilizando um mesmo ponto de referência.

Esse arquivo foi importado para o *Revit Architecture* para a modelagem das alvenarias, esquadrias, cobertura entre outros. Verificaram-se as escalas e as unidades do arquivo importado para não ocorrer erros de dimensões. Essas plantas foram copiadas a todos os pavimentos criados de acordo com o projeto inicial, e mantendo ativo somente o *layer* respectivo ao pavimento a ser modelado.

Assim, configurado as máscaras do projeto, iniciou-se o lançamento das alvenarias respeitando o projeto inicial. Nessa etapa configurou-se o elemento parede escolhendo uma família de mesma espessura do projeto inicial, além de configurar a altura e a qual pavimento esse elemento estará vinculado. As alvenarias foram inseridas de modo a obedecer às disposições e espessuras previstas no projeto inicial.

Após as alvenarias, foram inseridas as esquadrias que anteriormente já haviam sido especificadas pelo pré-projeto. Conforme o projeto inicial as dimensões das portas e janelas foram transcritas para os elementos do *Revit Architecture*.

No momento em que essas esquadrias são inseridas nas paredes as mesmas passam a fazer parte desse sistema. Logo, se apagar uma parede que contenha uma porta ou janela esse elemento também será apagado junto.

O próprio *software* possui uma biblioteca de esquadrias de todos os tipos, que são chamadas de famílias. Cada tipo específico de esquadria possui uma família. Por exemplo, existe uma família de portas de madeira de abrir, outra de portas metálicas de correr e assim por diante.

As dimensões dessas esquadrias podem ser fornecidas pelo usuário ou utilizadas as originais do programa. No caso de se possuir portas de diferentes

dimensões, como portas de (0,80x2,10)m e (0,70x2,10)m é necessário duplicar a família e modificar a dimensão. Caso isso não seja feito, quando se muda as dimensões ela altera todos os elementos da família. Isso também vale para as outras esquadrias, alvenarias, pisos, estilos de texto, estilo de cotas, equipamentos entre outros.

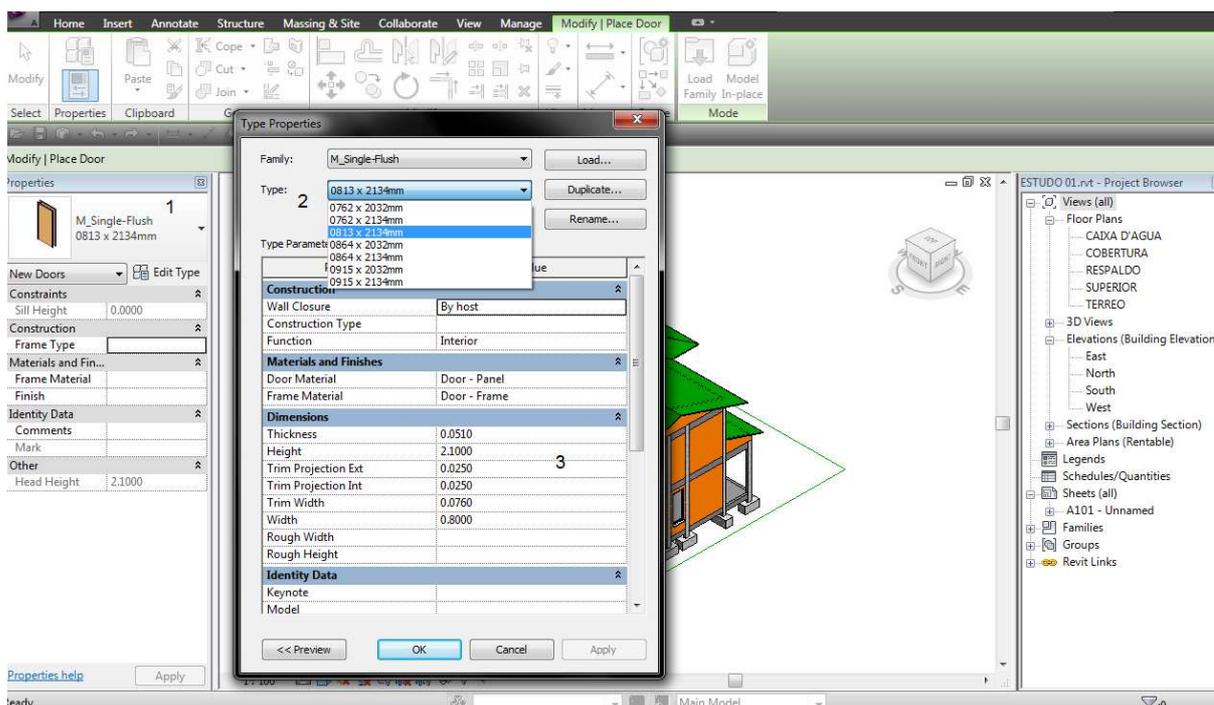


Figura 7 - Definição das dimensões das portas.

Conforme Figura 7, selecionou-se o comando de inserção de portas para que fosse liberada a edição das famílias. A opção *Edit Type* foi acionada (1) e assim pode se editar o tipo da porta de madeira (2) e editar as dimensões (3). Após a edição das dimensões se fez a inserção da esquadria na parede.

Para projetar o telhado usaram-se as ferramentas que o *software* disponibiliza, calculando assim a alturas das cumeeiras e localização das águas furtadas da cobertura automaticamente.

Para isso, após a seleção do comando de telhado criou-se um contorno onde se delimitou o telhado, incluindo seus beirais. De acordo com a Figura 8, onde na linha de contorno aparece um triângulo retângulo representa que essa linha é uma

descida de água (1), onde não existe, um oitão (2). Admitiu-se uma cobertura de telhas cerâmicas, usando uma inclinação de 35% (3).

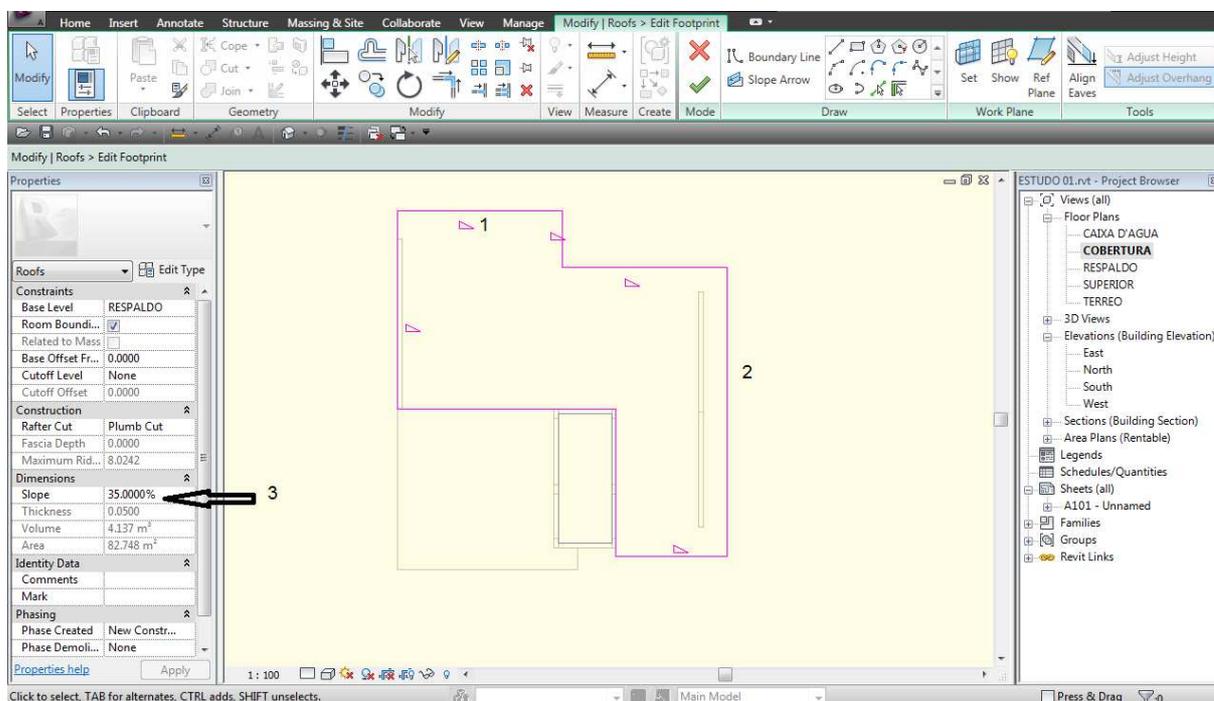


Figura 8 - Edição e lançamento das coberturas

A cobertura é representada por um plano inclinado que carrega em sua descrição qual o material de sua formação, fabricante e qual as especificações deste. Essa característica é dada pelo uso do BIM que parametriza e analisa esses componentes.

Os pisos não estruturais, como no caso do pavimento fundação, são lançados nessa etapa e de maneira análoga ao telhado. Selecionado o comando de pisos foi traçado o perímetro do mesmo e especificado sua espessura. Os pisos não estruturais também são tratados como famílias.

Para que a distribuição das tubulações não seja feita dentro da laje, criou-se um forro para essa situação, além de dar o devido acabamento para as vigas do pavimento superior. Esse forro ficou a 2,80m do piso acabado.

Após todos os lançamentos feitos novamente a verificação de interferências foi feita e não foi encontrada nenhuma interferência entre os elementos lançados nessa etapa, possibilitando assim, a importação para o *Revit MEP*.



Figura 9 – Perspectiva do projeto arquitetônico após os lançamentos

6.2 MODELAGEM DO PROJETO ESTRUTURAL

No desenvolvimento do projeto estrutural de concreto armado utilizou-se como normativa a NBR 6118-2003 e o apoio do *software* CAD/TQS V15. Nessa etapa será somente necessário validar as seções contidas no projeto inicial e realizar a modelagem dos elementos estruturais para que sejam transformados em plataforma BIM.

Inicialmente definiram-se no *software* as cotas de cada pavimento de acordo com o projeto inicial, adotando a origem para a fundação, ou seja, a cota 0,0. Esses pavimentos necessitam de informações contidas no modelo estrutural, por exemplo, o tipo de laje empregada no modelo (grelha de vigas, lajes planas ou lajes nervuradas). O pavimento de fundação foi definido como modelo de grelha de vigas e o pavimento superior, respaldo, caixa d'água e cobertura como grelha de lajes nervuradas. A disposição dos pavimentos está ilustrada na Figura 10.

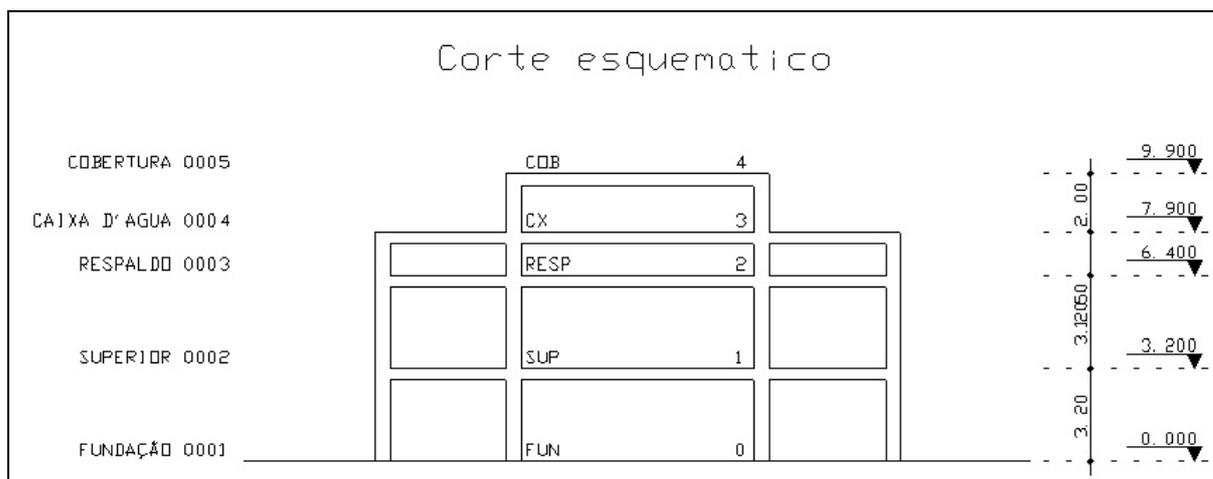


Figura 10 - Definição dos pavimentos

As configurações para o dimensionamento foram utilizadas de acordo com a NBR 6118:2003. Nesse passo foi necessário definir as características dos materiais e ambientes a serem utilizados na edificação, como classe do concreto, classe de agressividade, resistência do aço, cobrimentos e coeficientes das combinações.

Tabela 4 - Parâmetros de concreto e cobrimentos

Parâmetros Adotados	
Classe do Concreto das Fundações	25 MPa
Classe do Concreto dos Pilares	25 MPa
Classe do Concreto das Vigas/Lajes	25 MPa
Cobrimento Viga/Pilar	30 mm
Cobrimento Lajes	25mm
Cobrimento Fundações	30mm

Tabela 5 - Bitolas de aço adotadas no dimensionamento

Bitolas Adotadas no Dimensionamento					
Bitolas de Flexão		Bitolas de		Bitolas de Pilares	
(mm)	Classe	Cisalhamento (mm)	Classe	(mm)	Classe
5	CA-50A	4,2	CA-60A	10	CA-50A
6,3	CA-50A	5	CA-50A	12,5	CA-50A
8	CA-50A	6,3	CA-50A	16	CA-50A
10	CA-50A	8	CA-50A	20	CA-50A
12,5	CA-50A	10	CA-50A	22	CA-50A
16	CA-50A	12,5	CA-50A	25	CA-50A
20	CA-50A				
22	CA-50A				
25	CA-50A				

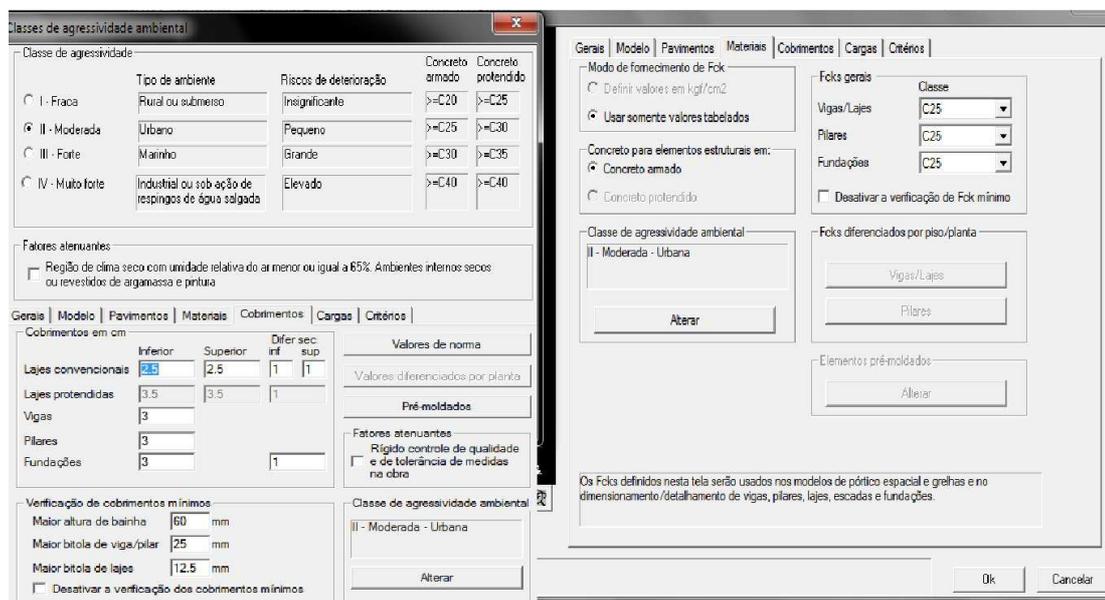


Figura 11 - Configuração dos parâmetros de dimensionamento

As máscaras do projeto inicial em formato *dxf* foram importadas para o modelador estrutural do sistema CAD/TQS onde será modelado, verificado e calculado o projeto estrutural. Nesse passo foi observado em qual escala a máscara foi inserida para não ocasionar erros de projeto.

Os primeiros elementos lançados foram os pilares. A locação destes foi feita de maneira a condizer com as plantas de formas e locação dos pilares do projeto inicial, obedecendo às dimensões e posições.

Ao final do lançamento dos pilares no piso fundação, iniciou-se o lançamento das vigas de baldrame. Após lançadas todas as vigas baldrames, iniciou-se o lançamento das vigas do pavimento superior.

Para facilitar esse procedimento utilizou-se um recurso do *software* de copiar as vigas do pavimento fundação para o pavimento superior. Essa importação foi revista para que não haja problemas com apoio das vigas e a inserção de novas vigas para o apoio da laje treliçada.

No momento do lançamento de todas as vigas aparecem os vãos para inserção das lajes nervuradas (treliçadas). Dessa maneira definiram-se os parâmetros de dimensões e características de cada laje, assim como o modelo estrutural ela será discretizada.

Da mesma maneira anterior foi importada as vigas e lajes do pavimento superior para o pavimento respaldo.

Após toda a estrutura lançada, realizou-se um processamento global do projeto. Como ainda não foram lançados os blocos de fundações não se seleciona a opção na janela de dados para o processamento do edifício. A cada processamento o *software* gera um relatório com erros (avisos graves) e avisos (avisos leves e médios). Os erros graves devem ser corrigidos, porque esses representam erros de lançamento.

Definiram-se as dimensões dos blocos conforme o projeto inicial e foram localadas as fundações e reprocessado o projeto para verificação de erros e avisos e obteve-se a seguinte estrutura.

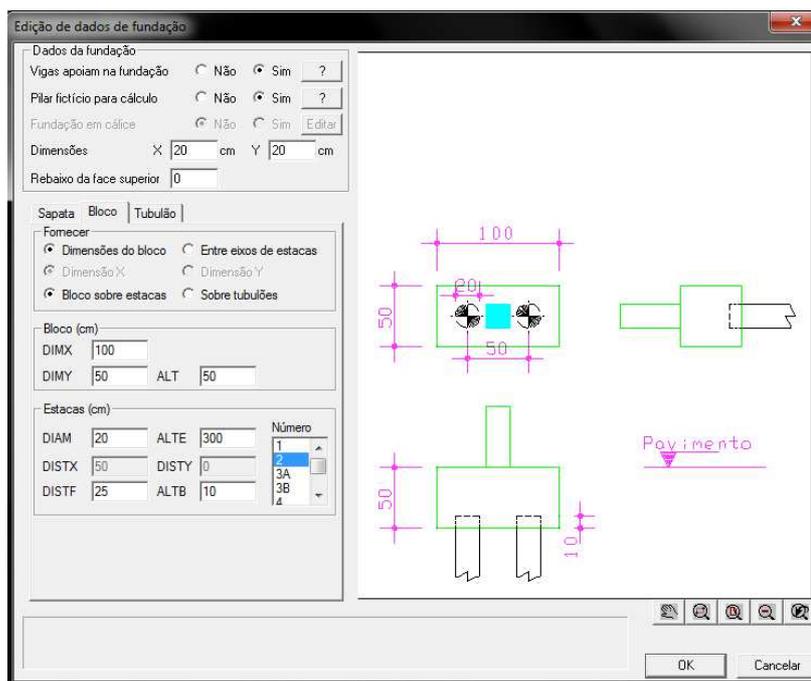


Figura 12 - Dados dos blocos de fundação

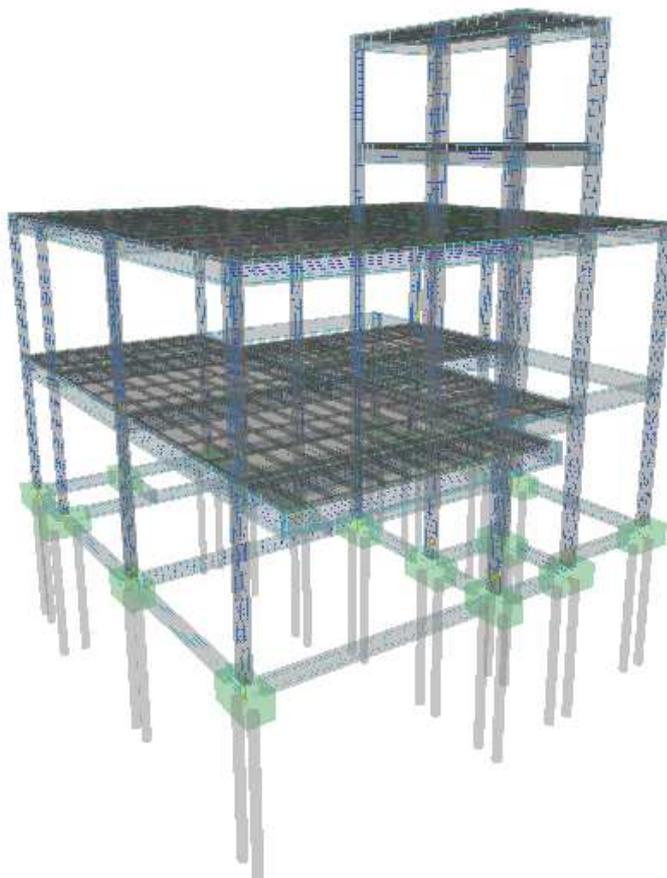


Figura 13 - Perspectiva da estrutura de concreto armado

Conforme Figura 13 pode-se notar que todos os elementos estruturais foram lançados e a estrutura está pronta para a importação para a plataforma BIM.

6.2.1 Importação para a plataforma BIM

Para efetivamente utilizar a tecnologia BIM foi necessário exportar o modelo do CAD/TQS por meio de um *plug-in* fornecido pela fabricante do *software*. Desse modo é possível transformar os elementos estruturais do CAD/TQS em elementos BIM possibilitando que o *Autodesk Revit Structure* possa ler e editar.

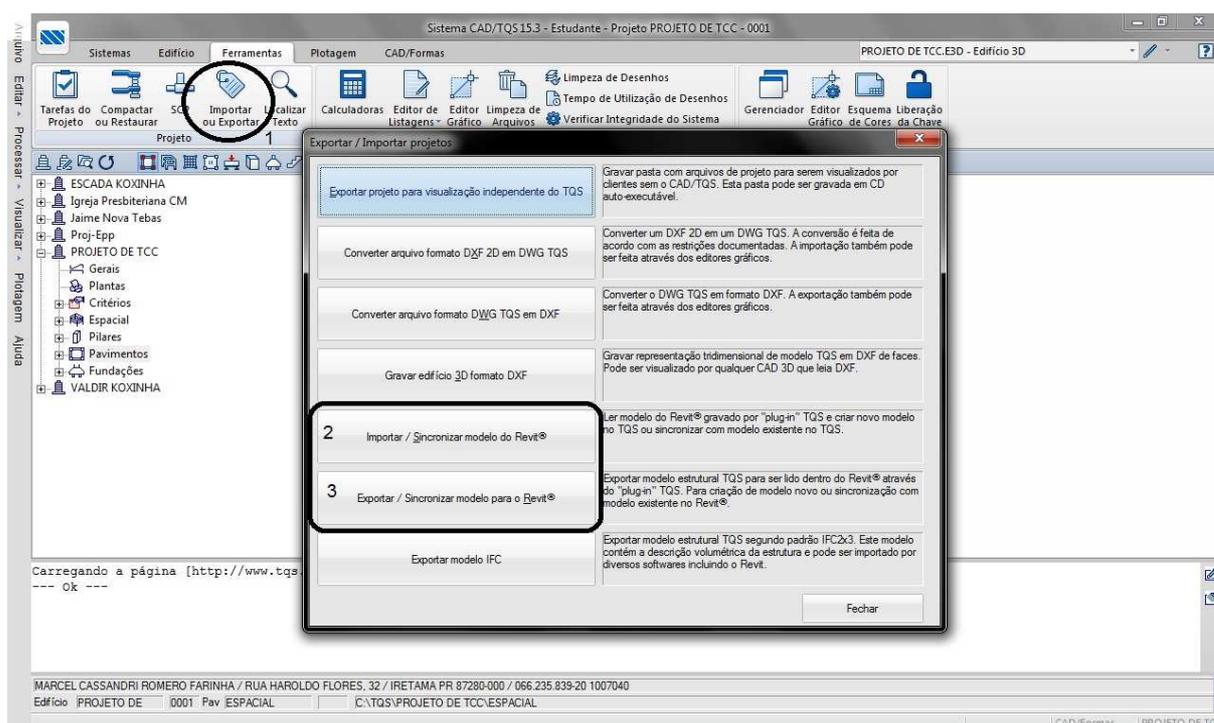


Figura 14 - Importação CAD/TQS para *Revit Structure*

Na aba ferramentas existe a opção importar e exportar (1). A janela a seguir tem duas opções envolvendo o *software Revit Structure*, o de importação e uma de exportação. Na janela de exportação o *software* gera um arquivo intermediário que é lido e convertido pelo *Revit Structure* passando assim a operar na plataforma BIM,

que será a opção usada nesse momento. Ao contrário da opção de importação que é realizada quando a compatibilização foi feita e será necessário modificar algum elemento estrutural, repetindo-se assim todo o ciclo.

Assim que selecionada essa opção a exportação para um modelo intermediário (TQR). Esse arquivo é lido e então convertido pelo *Revit Structure* e cada elemento passa a ser válido na plataforma BIM.

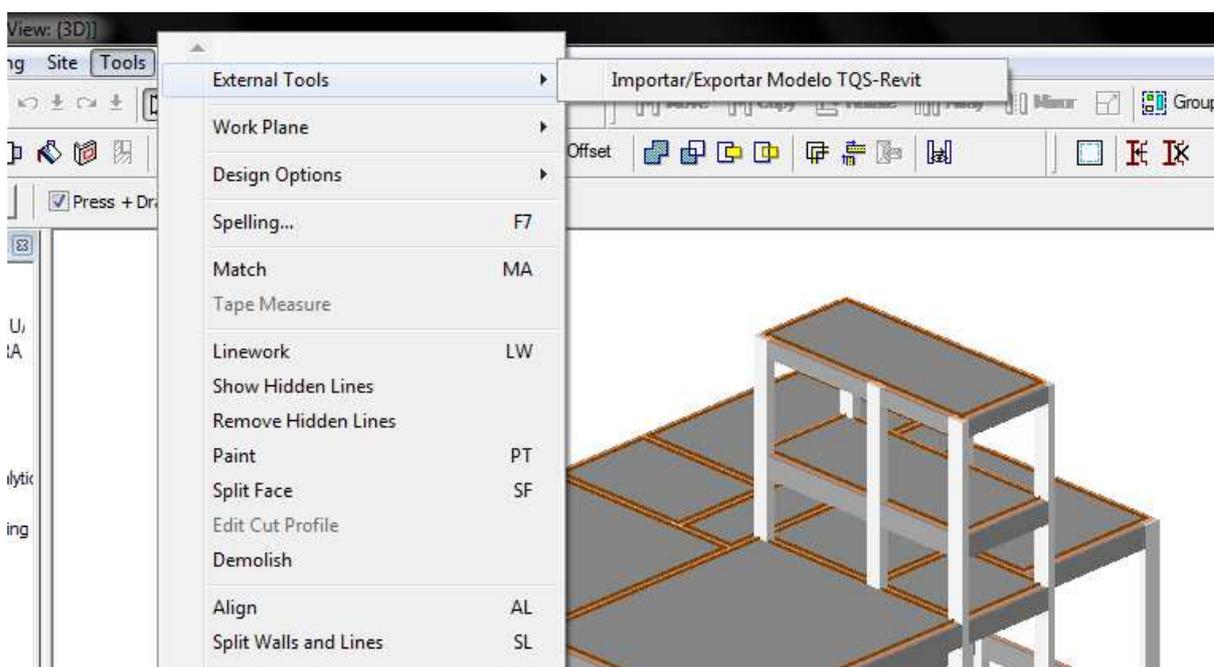


Figura 15 - Importação *Revit Structure* de CAD/TQS.

De posse da estrutura em plataforma BIM foi realizada uma observação minuciosa dos elementos estruturais, bem como suas conexões e a interferência entre eles. O resultado desse resumo de interferências deve ser nulo, pois caso haja erros eles serão carregados para o projeto de arquitetura.

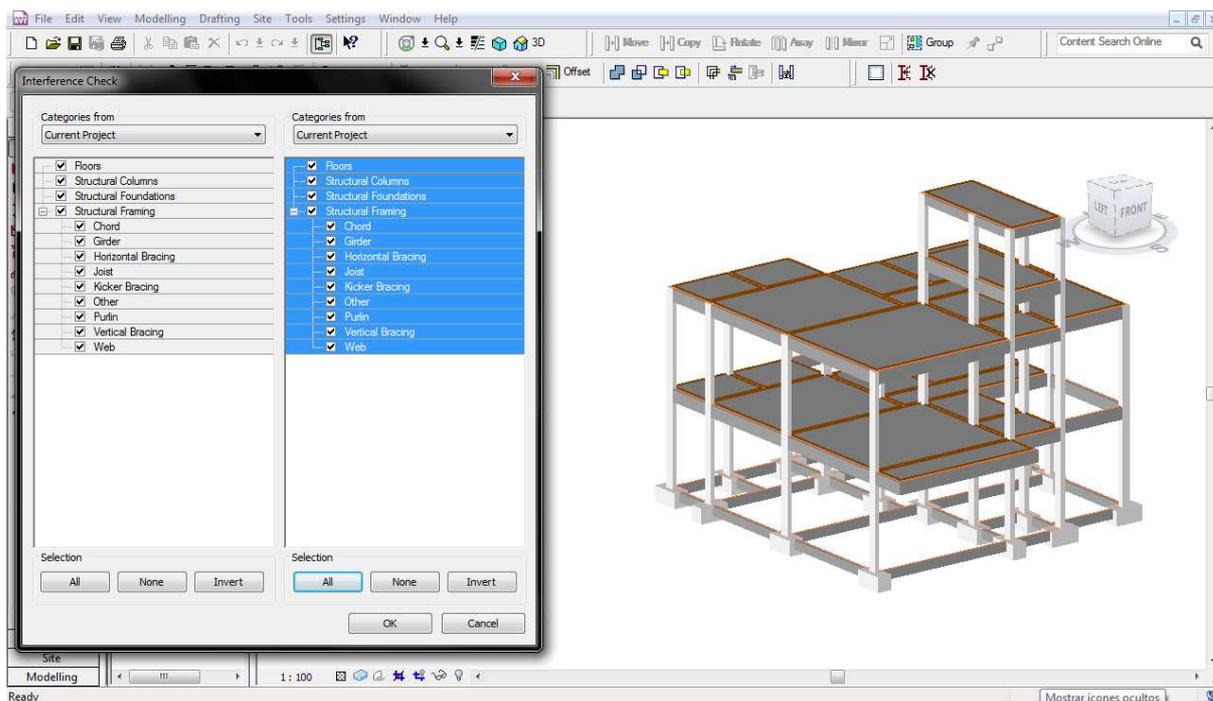


Figura 16 - Elementos a serem checados pelo software e estrutura recém importada.

6.3 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

A partir do projeto arquitetônico no *Revit Architecture* fez-se a importação do arquivo do projeto estrutural gerado pelo *Revit Structure*. Essa primeira compatibilização se faz necessária, pois será a partir destes dois projetos compatibilizados que serão feitos os lançamentos dos projetos hidrossanitário e elétrico inicial, no *Revit MEP*.

Esse arquivo foi importado como *Revit Link*, o que quer dizer que se esse arquivo sofrer alterações, estas podem ser vistas a partir da atualização feita pelo usuário no gerenciador de arquivos.

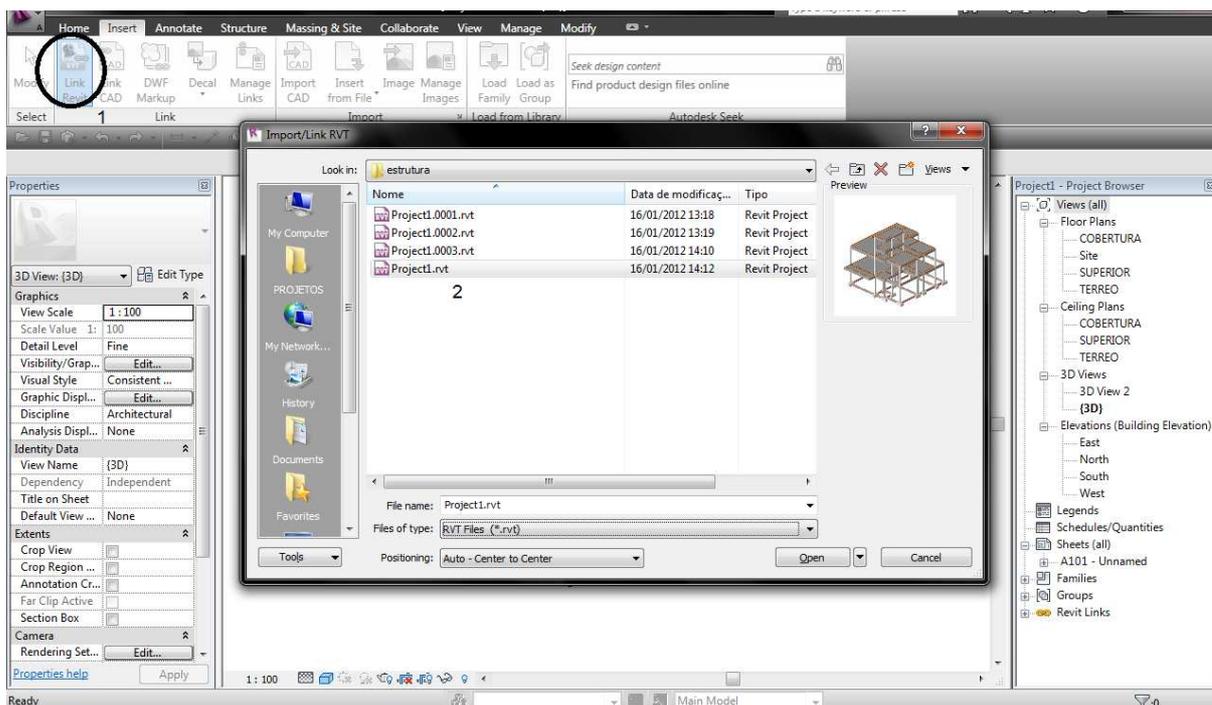


Figura 17 - Importação do Revit Structure para o Revit Architecture.

Logo após a importação destes projetos fez-se a análise de interferências entre os elementos arquitetônico e os elementos estruturais.

6.4 MODELAGEM DOS PROJETOS DE INSTALAÇÕES.

Definidos o projeto estrutural e projeto arquitetônico, fez-se a vez do desenvolvimento do projeto hidrossanitário e elétrico.

Apesar de o *Revit MEP* verificar fluxos e diâmetros, ele utiliza as normativas americanas para esse procedimento. Para que o desenvolvimento desses projetos seja de acordo com as normas vigentes no Brasil, após a compatibilização estes projetos serão redimensionados, se for o caso, e verificados pelos *softwares* Lumine (Elétrico) e Hydros (Hidrossanitário) para geração dos projetos executivos. Optou-se pelo uso desses *softwares* auxiliares pois estão configurados de acordo com as normas nacionais vigentes, além da qualidade final do projeto.

Inicialmente, semelhante à importação do *Revit Architecture*, importou-se como *Revit Link* o projeto arquitetônico e o projeto estrutural compatibilizado para o

Revit MEP. Após a importação novamente verificou-se as interferências e resultado foi nulo.

O primeiro passo após a importação do arquivo foi configurar o sistemas da edificação. Os sistemas hidrossanitários e elétrico foram configurados de acordo com a necessidade para o projeto. Além destes planos, criaram-se também duas vistas em 3D para melhor visualização dos projetos em separado. O arquivo importado do *Revit Architecture* já possui vinculados os níveis usados anteriormente. Esses níveis são carregados desde o lançamento do projeto estrutural e para que sejam validados em cada categoria de projeto deve ser selecionado o comando de vistas planas e selecionar as plantas a serem transportadas para o *Revit MEP*.

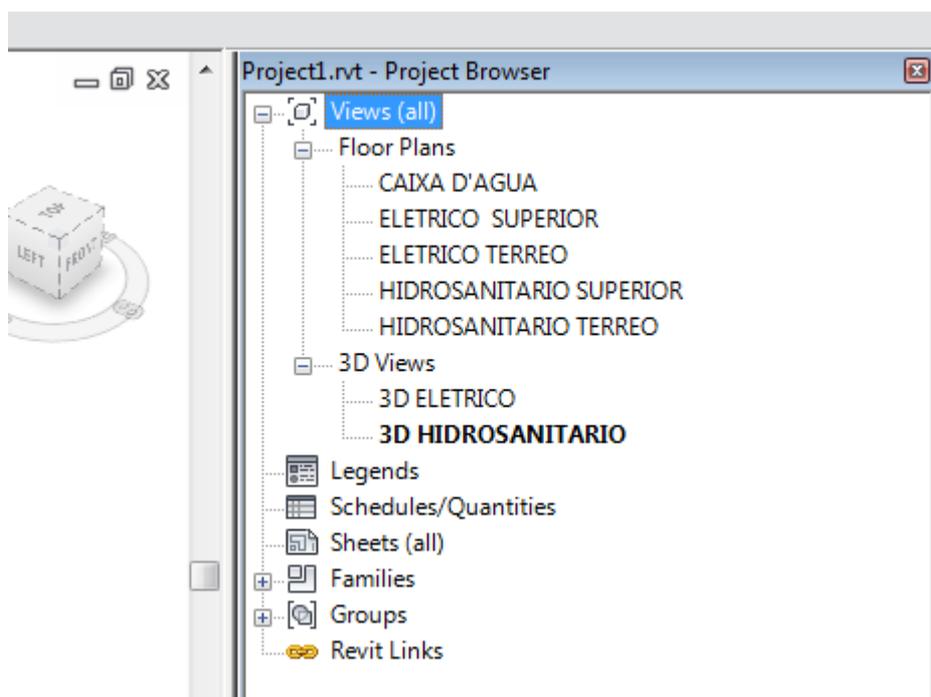


Figura 18 - Planos de importação das instalações

Definiu-se cotas de altura para cada projeto, por exemplo, o projeto elétrico passa logo acima do forro que se encontra a 2,75 do piso. Essa distribuição é válida para a laje piso do pavimento térreo.

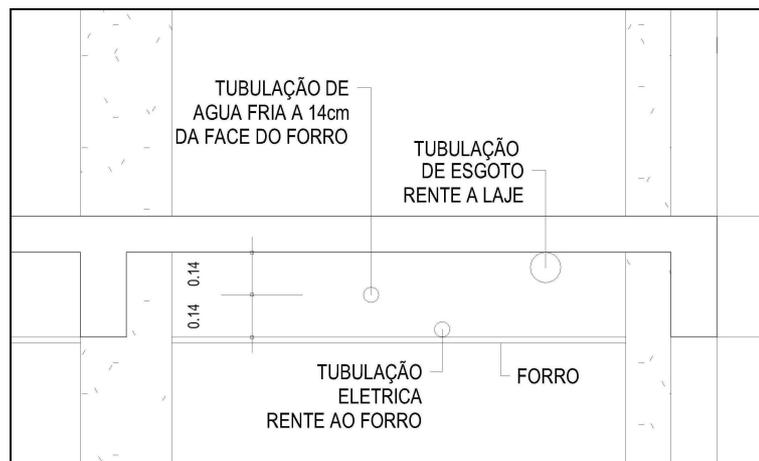


Figura 19 - Determinação das cotas das tubulações do piso térreo.

Na laje de forro do pavimento superior a distribuição continua igual, exceto pelo fato da tubulação de água fria passar acima da laje para evitar a furação de vigas.

6.4.1 Modelagem do Projeto Hidrossanitário

Os diâmetros utilizados para as tubulações foram transcrito do projeto inicial. Os diâmetros utilizados, bem como a locação dos equipamentos serão mostrados nos projetos executivos.

No *Revit MEP* existe uma biblioteca de equipamentos hidrossanitários com padrões americanos, por exemplo, tubulações de PVC com diâmetros de 15 mm, que não é um diâmetro comercial encontrado. Logo, a família destes equipamentos precisou ser modificada os diâmetros de entrada de água fria (2) e as saídas de esgoto (1) e, de água quente (3) revisada.

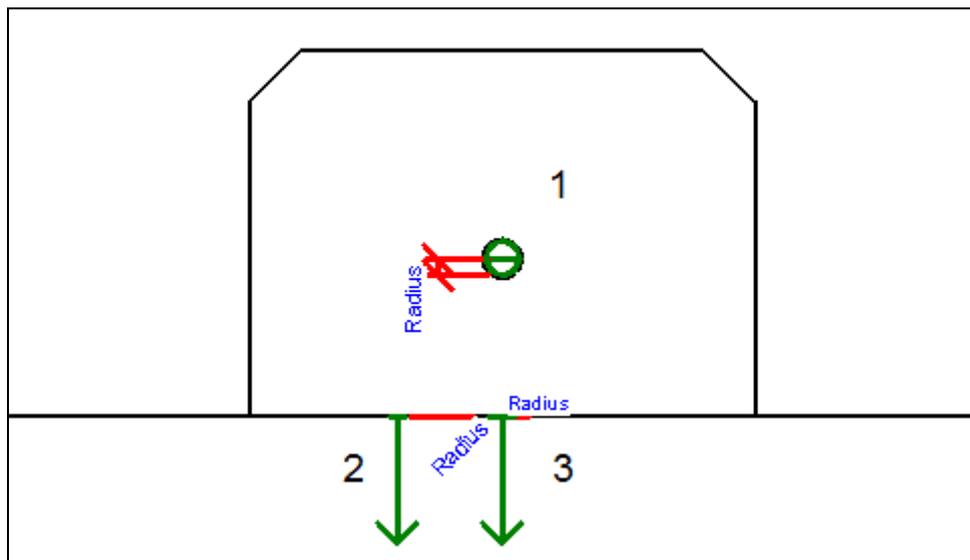


Figura 20 - Configuração do lavatório dos banheiros

Outra configuração importante para esse projeto são as dos diâmetros usuais e conexões a serem usadas. Além das configurações dos diâmetros, também foi observado a rugosidade e o tipo de conexão entre tubulações. Essas configurações são acessadas pelo menu de configurações de sistemas mecânicos.

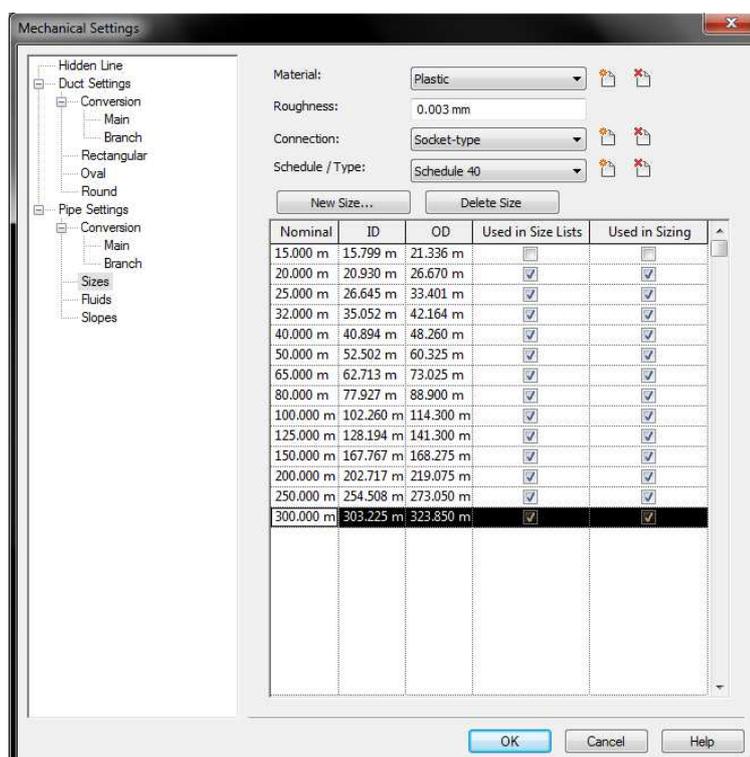


Figura 21 - Configuração dos diâmetros e parâmetros das tubulações de PVC.

De posse destas configurações iniciou-se a instalação dos equipamentos hidrossanitários nos banheiros, cozinha e lavanderia. Todos esses equipamentos tiveram suas famílias alteradas para condizer com as situações usuais de projeto. Com a distribuição dos equipamentos feita iniciou-se as instalações de reservatórios, entradas de água e descida das prumadas. A família dos reservatórios foi criada e editada de acordo com os parâmetros de tubulações (Figura 21). Então se criou a tubulação partindo do hidrômetro até o pavimento do reservatório.

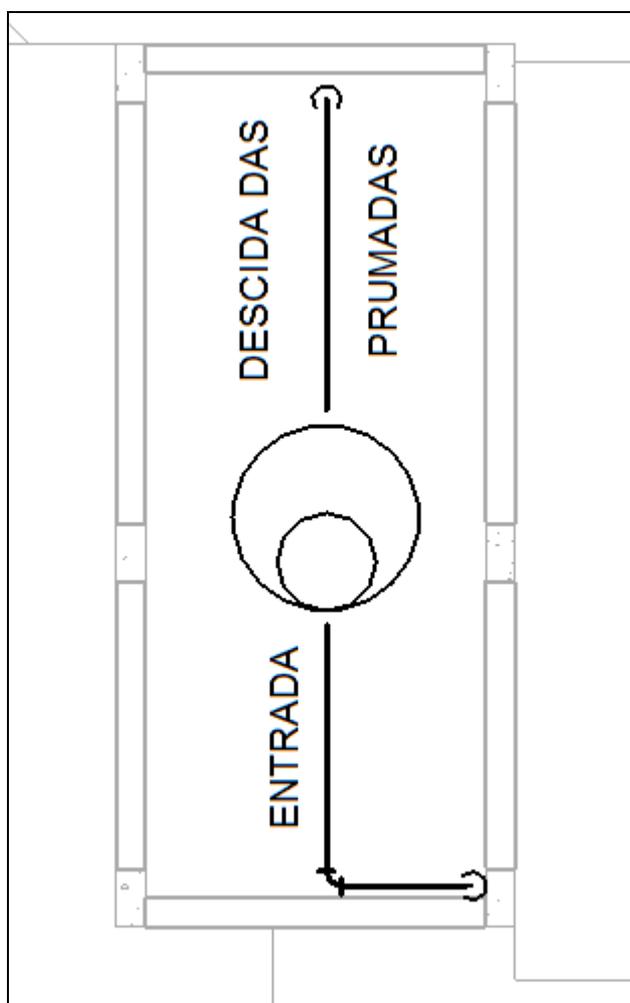


Figura 22 - Planta do reservatório

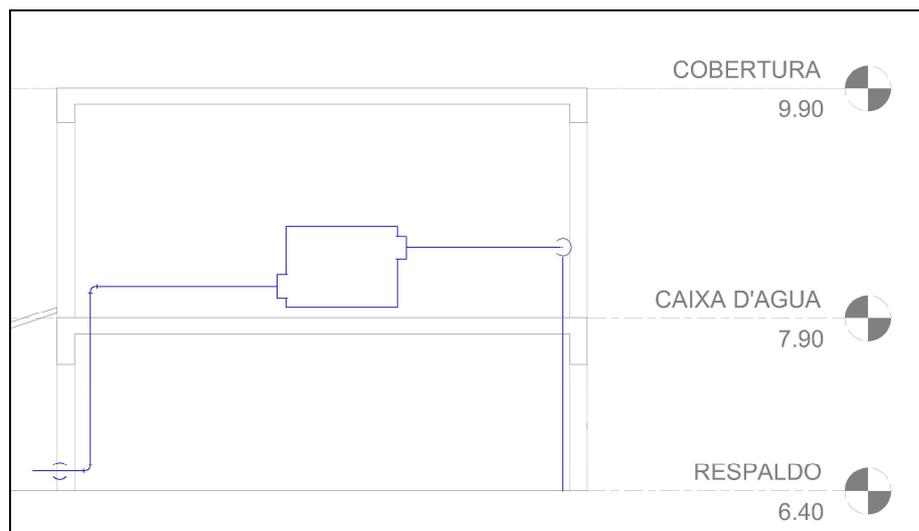


Figura 23 - Corte esquemático do reservatório

Seleciona-se o equipamento e então com um clique nas entradas ou saídas hidrossanitárias cria-se a tubulação e a ligação direta na cota desejada. Na Figura 24, escolheu-se um vaso sanitário como exemplo. Pode-se observar que nos campos marcados foram definidos o nível em que este se encontra (1), o diâmetro da tubulação (2), a cota com relação ao nível do equipamento (3), e qual foi a inclinação especificada.

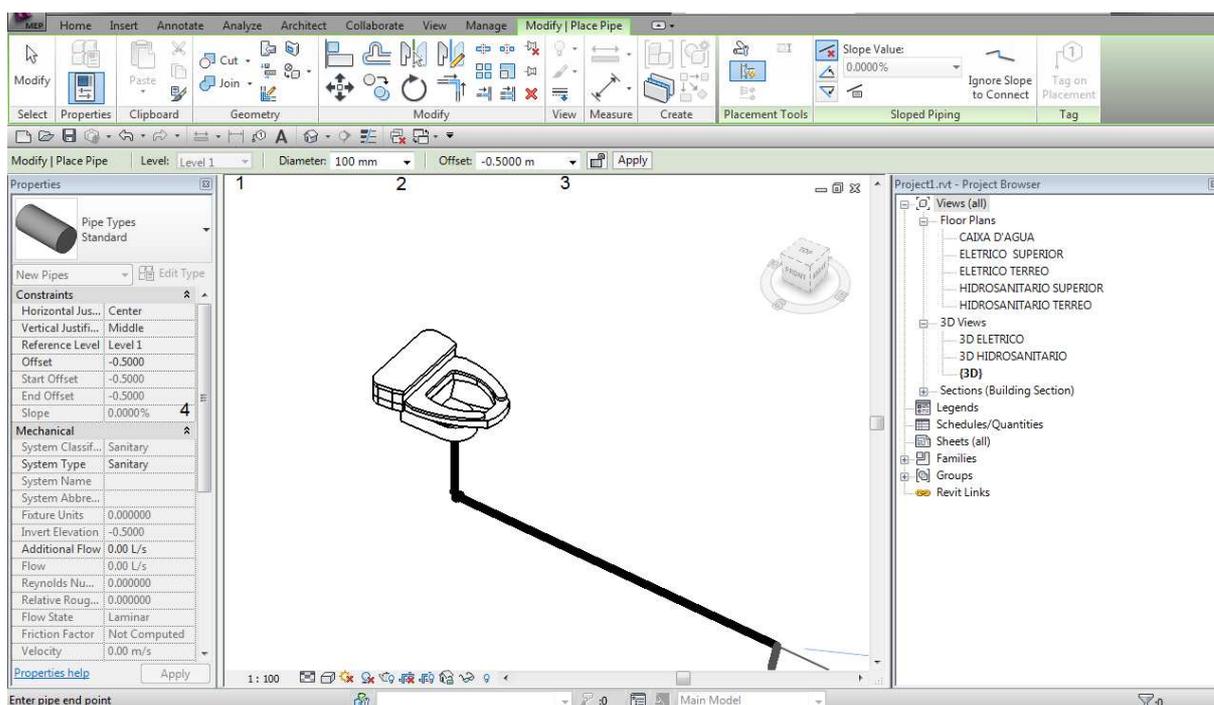


Figura 24 - Criação de tubulação hidrossanitária

Esse processo também serve para tubulações de água fria ou água quente. Há também uma opção de conexão e traçados automáticos entre os equipamentos, porém essa opção não foi viável devido aos traçados propostos serem inviáveis para execução.

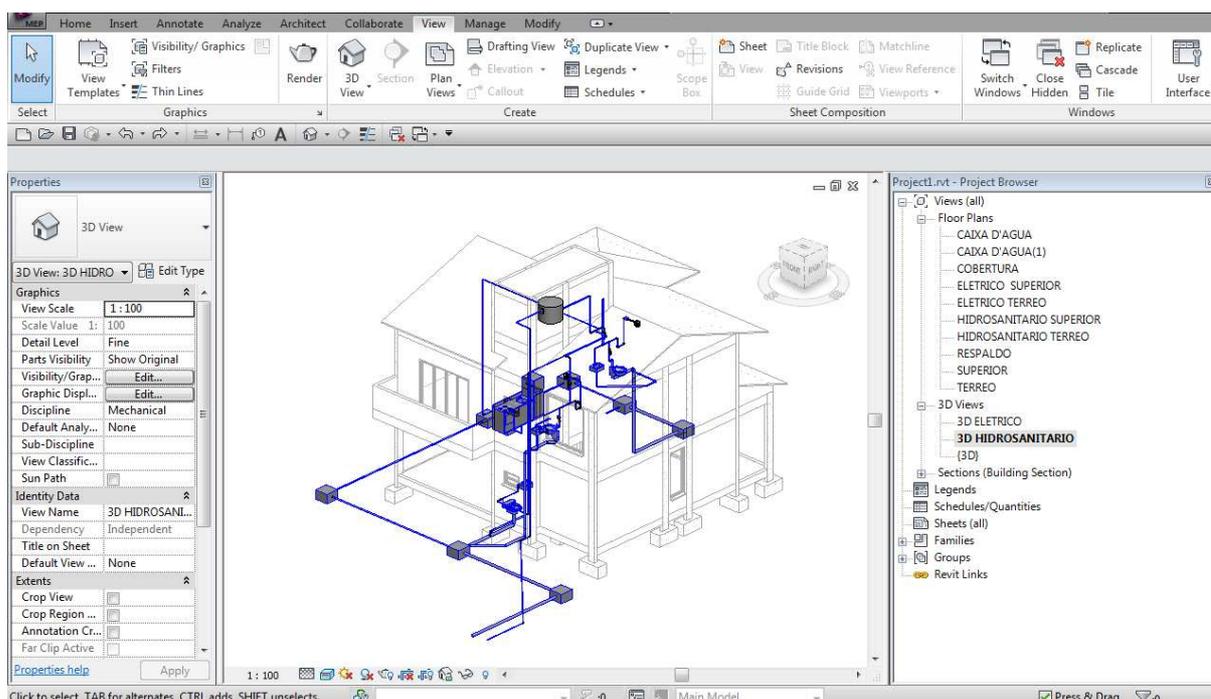


Figura 25 - Instalações hidrossanitárias lançadas

6.4.2 Modelagem do Projeto Elétrico

Da mesma forma que o projeto hidrossanitário o *Revit MEP* somente faz verificações das tubulações e circuitos. Logo, foram lançadas somente as tubulações da instalação elétrica, caixas octogonais de passagem, quadro geral e tubulação telefônica. Os diâmetros das tubulações que levam os condutores ao seu destino foram as mesmas utilizadas no projeto inicial.

Para o lançamento dos eletrodutos, foi necessário adicionar ao sistema de famílias os dutos flexíveis, pois essa família somente possuía tubos rígidos roscáveis. Os dutos flexíveis por serem de baixo custo são comumente usados em obras residenciais.

A maneira com que estes elementos são posicionados dentro do projeto segue o mesmo padrão de lançamento dos sistemas hidrossanitários. As caixas de passagem são alocadas na cota dos forros, onde houver luminárias. As caixas de tomadas e interruptores são alocadas nas paredes e por isso possuem o mesmo problema citado acima com relação às interferências das tubulações.

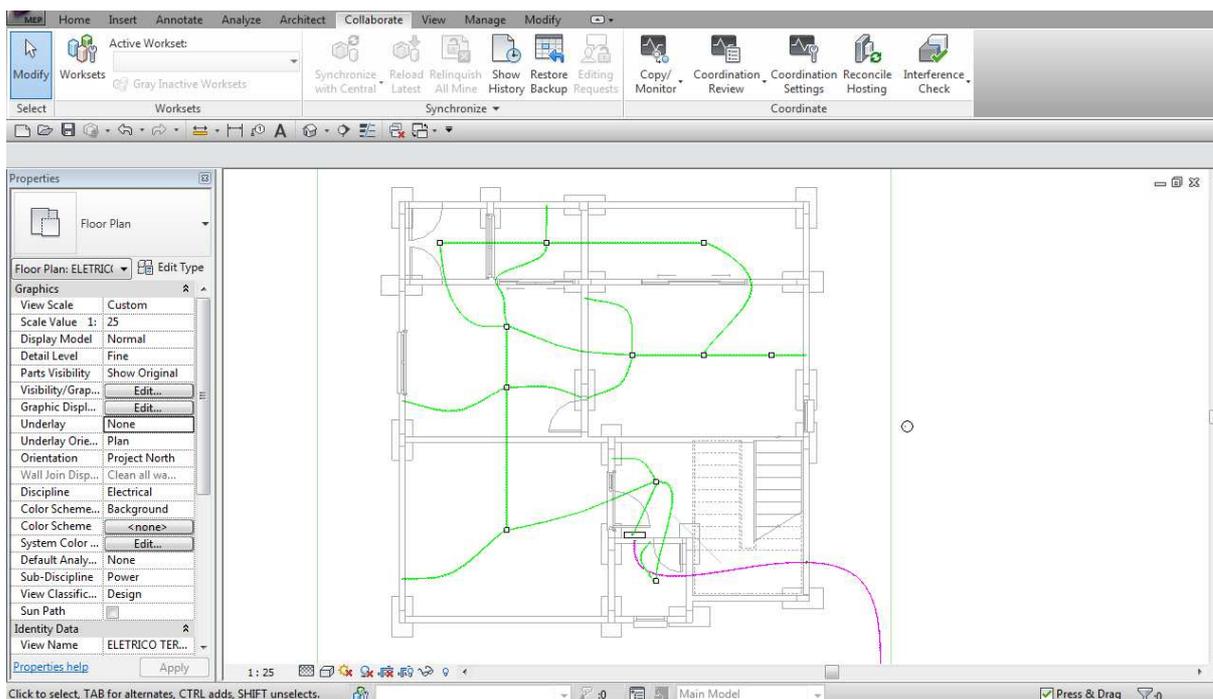


Figura 26 - Lançamento das tubulações elétricas

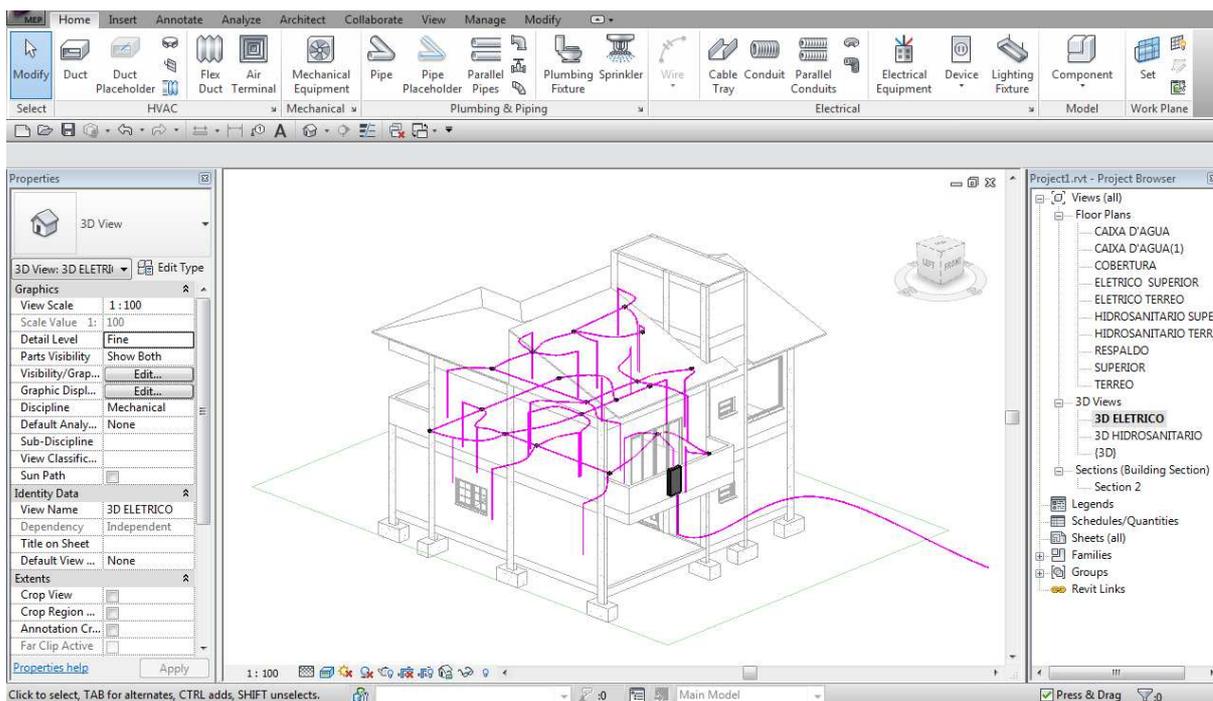


Figura 27 - Projeto elétrico lançado

Após esse lançamento realizou-se uma análise de interferências entre os sistemas elétricos, hidrossanitários, estruturais e arquitetônicos. Esse relatório conterá todas as interferências encontradas pelo *software*. Como dito anteriormente, as interferências entre alvenarias e tubulações e equipamentos serão desconsideradas por serem incoerentes. Então se fez uma análise de interferências entre o sistema hidrossanitário e o sistema elétrico e também não houve incompatibilidades relevantes.

Com base nas informações contidas no relatório de interferências (Anexo 3) de todas as instalações iniciou-se a compatibilização dos projetos.

7. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS E INTEROPERABILIDADE DE SISTEMAS

Conforme o lançamento dos elementos era realizado, as verificações de compatibilidades eram verificadas. Logo as incompatibilidades mais significantes serão demonstradas nesse capítulo.

7.1 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

7.1.1 Interferências entre pilares e alvenaria

Na figura 29 as alvenarias (2) interferiram no sistema estrutural, envolvendo um pilar (1). Para sanar essa interferência as alvenarias devem iniciar na face de um pilar ou parede e finalizar na face de outro pilar ou parede. O relatório de interferência completo se encontra no Anexo 2.

Interference Report Project File: C:\Program Files\Autodesk\Revit MEP 2012\Program\Project1.rvt

Created: terça-feira, 8 de maio de 2012 13:59:29

Last Update:

	A	B
1	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815659	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815702
2	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815660	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815702
3	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815703
4	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815664	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
5	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815670	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815712
6	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815670	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815713
7	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815672	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815711
8	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815675	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815705

Figura 28 - Trecho do relatório de interferências

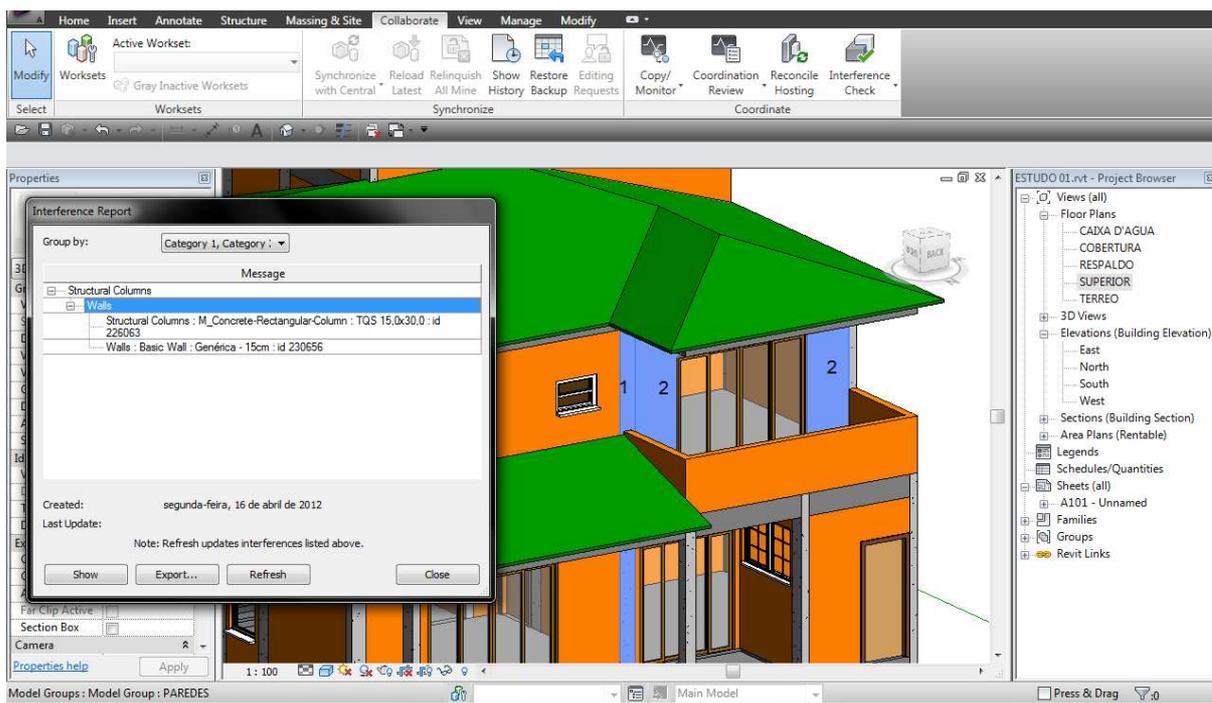


Figura 29 – Visualização de interferências entre pilar e alvenaria

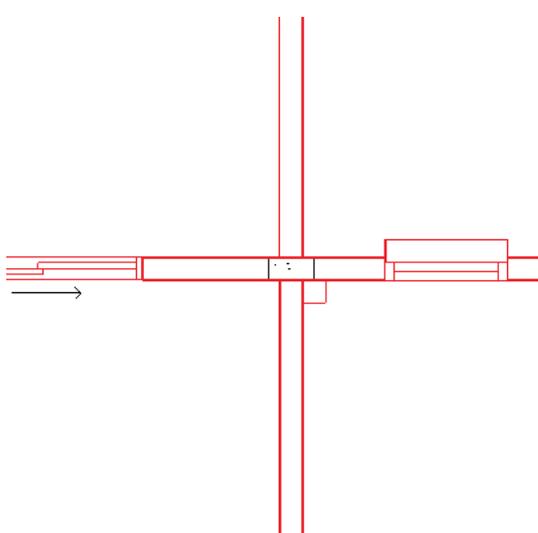


Figura 30 - Situação de interferência

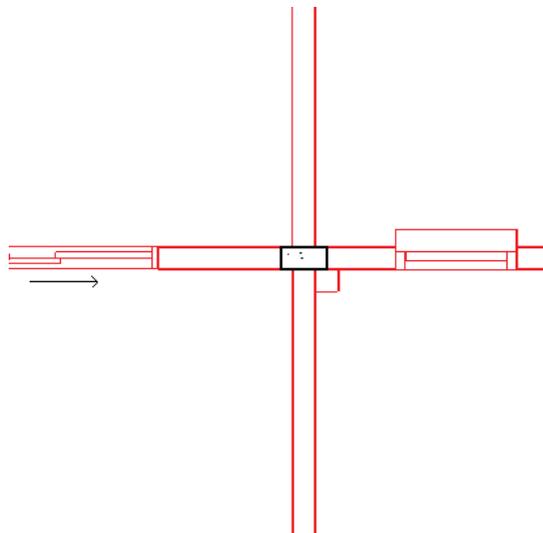


Figura 31 - Situação sem interferência

Logo, fizeram-se as correções necessárias para que não houvesse essas interferências e realizou-se novamente a análise feita pelo *Revit Architecture*. O relatório de interferências dessa análise foi nulo, assim podendo ser exportado para o *Revit MEP*.

7.2 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE O PROJETO HIDROSSANITÁRIO E PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

Como visto no lançamento das instalações (Figura 19) criou-se um forro passando a uma cota de 2,75 m do piso acabado. Essa decisão foi tomada para que as tubulações pudessem correr por dentro do forro e não por dentro da laje. Com essa cota, as tubulações das instalações elétricas podem passar logo abaixo das vigas eliminando a necessidade de furar as mesmas para esse sistema evitando o problema visto na Figura 33. Essa medida também evita que os condutos sejam amassados no momento da concretagem.

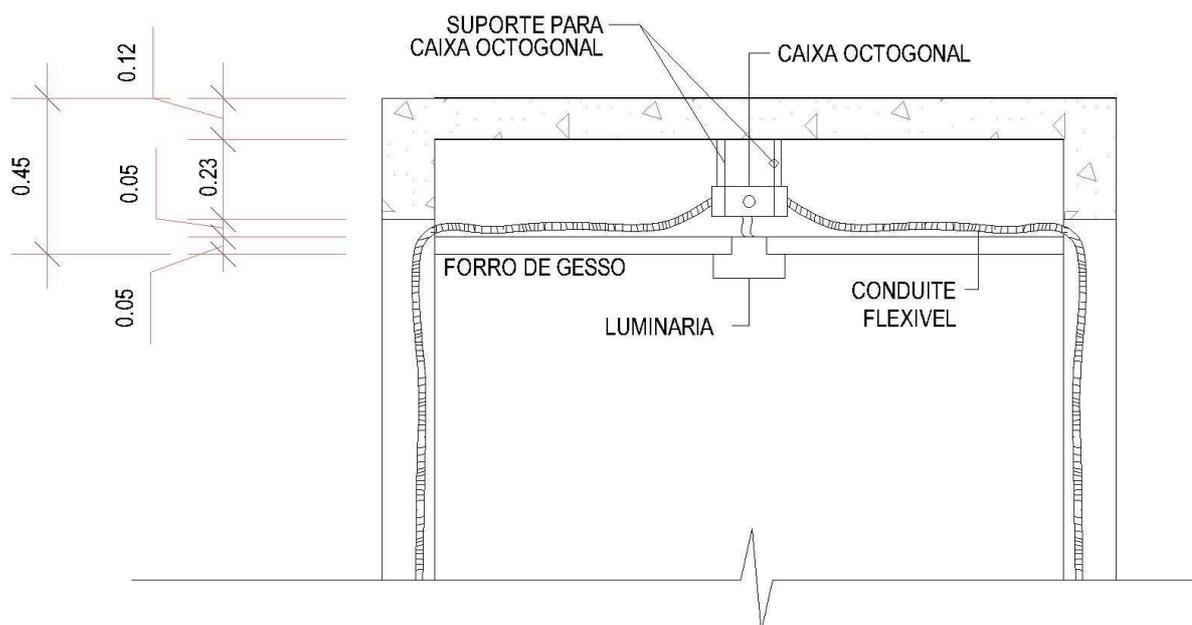


Figura 32 - Detalhe de instalações elétricas



Figura 33 - Obstrução do concreto pelos condutos de elétrica

Após todos os lançamentos feitos, foi verificado se haviam interferências entre todos os sistemas. Nesse momento observou-se que todas as tubulações que estavam inseridas nas alvenarias eram tratadas como interferências.

Para essa análise selecionou-se na categoria A todos os equipamentos e tubulações e na categoria B todas as alvenarias, elementos estruturais, pisos e esquadrias, conforme Figura 34. Os resultados dessas análises reportaram todos os erros em relação à estrutura alvenaria e tubulações.

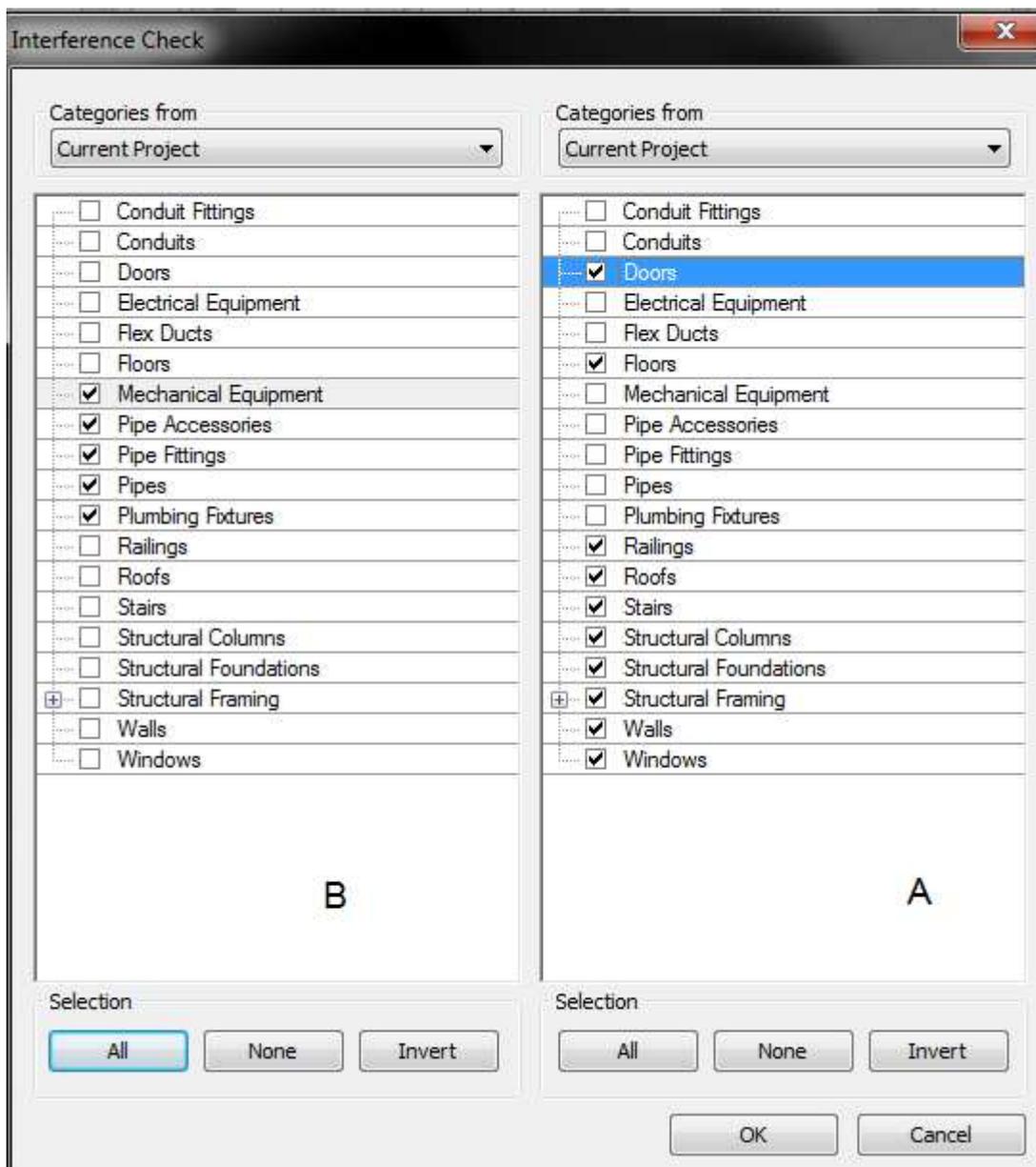


Figura 34 – Configuração da análise de interferências entre tubulações e arquitetura.

Interference Report Project File: D:\UTFPR\TCC\apoio\Project1.rvt
 Created: terça-feira, 17 de abril de 2012 13:22:53
 Last Update:

	A	B
1	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1008 : id 860482	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663
2	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1009 : id 860483	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663
3	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1011 : id 860489	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663
4	Pipe Fittings : M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV : Standard - Mark 2832 : id 889596	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663
5	Pipe Fittings : M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV : Standard - Mark 2834 : id 889598	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663
6	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 986 : id 855776	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815669
7	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2486 : id 857157	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815669
8	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2491 : id 857172	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815669

Figura 35 – Trecho do relatório de interferências tubulação/paredes

7.2.1 Interferências entre alvenarias e tubulações

Todas as interferências reportadas pelo *software* foram verificadas e ficou constatado que as tubulações inseridas nas alvenarias eram tratadas como interferências, e a partir deste momento foram ignoradas.

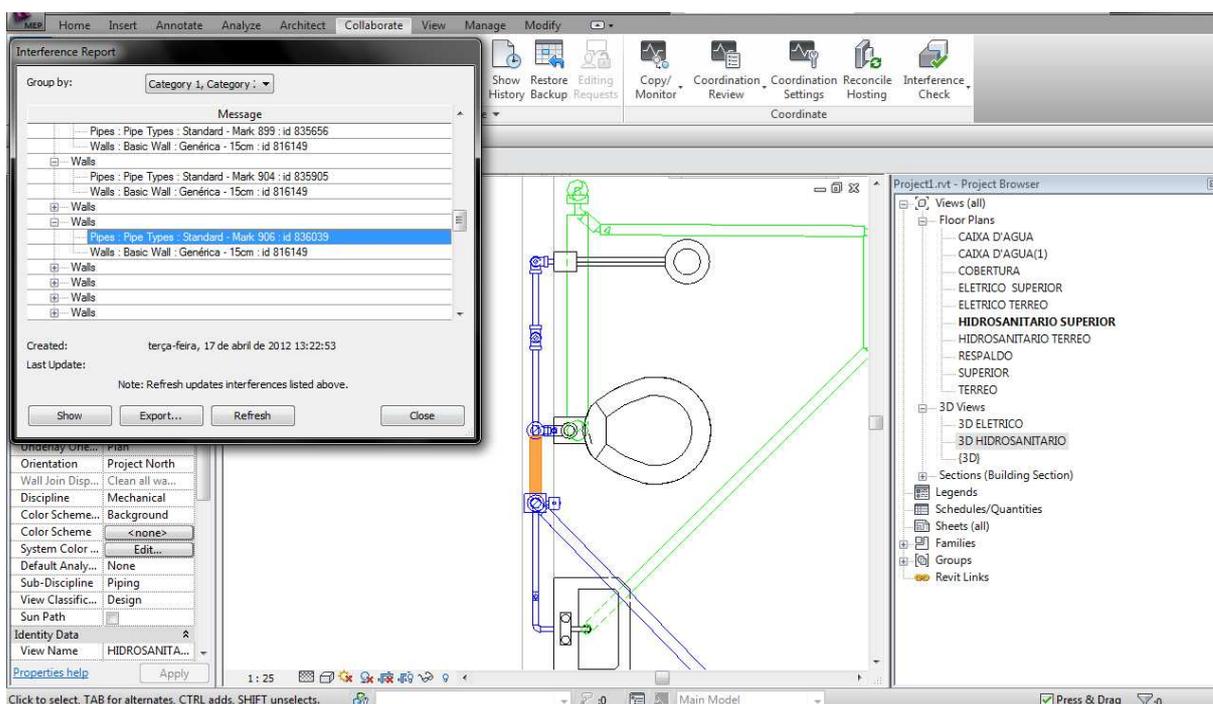


Figura 36 - Interferência tubulação/paredes

7.2.2 Interferências entre lajes e tubulações

Analisando todo o relatório de incompatibilidades pode-se notar que houve interferências entre tubulações e lajes de piso. Onde havia descidas de prumada hidrossanitária a tubulação passava pela laje. Essa interferência deve ser levada em consideração, pois num momento de concretagem da laje não haja as esperas das tubulações, isto gerará retrabalho em recortar a laje para a passagem da tubulação.

27	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2737 : id 879329	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
28	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1067 : id 879377	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
29	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1068 : id 879386	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
30	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2739 : id 879387	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
31	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1069 : id 879586	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
32	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2747 : id 879598	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
33	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1070 : id 879660	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
34	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1071 : id 879736	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
35	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2757 : id 879786	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
36	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1072 : id 879872	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
37	Pipe Fittings : M_Tee - Generic : Standard - Mark 2770 : id 879882	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958

Figura 37 - Trecho do Relatório de Interferências (Lajes/Tubulações)

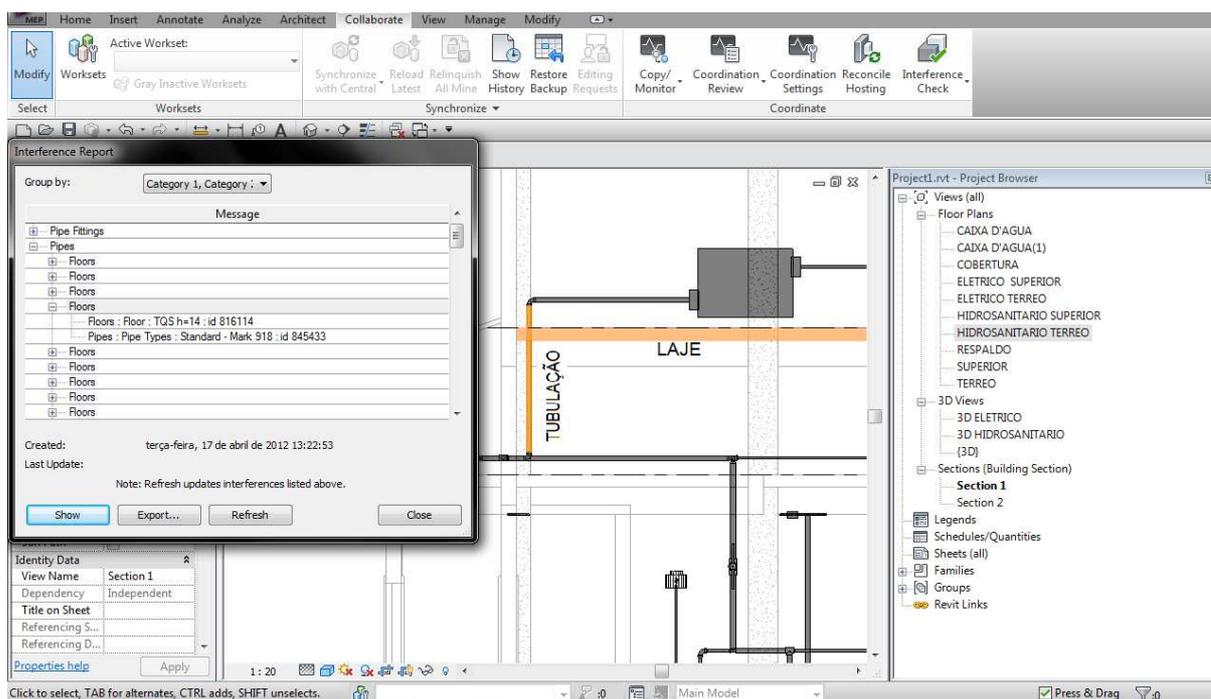


Figura 38 - Interferências laje/tubulação

A solução para essas interferências foi analisar o relatório gerado pelo *Revit MEP* e marcar onde existem descidas de tubulações para que estas sejam passadas para o projeto estrutural onde serão considerados os furos nas lajes. No projeto arquitetônico foi adotada a criação de algumas bonecas para as descidas das tubulações.

7.2.3 Interferências entre vigas e tubulações

Além destas incompatibilidades citadas acima, verificou-se que em vários casos as tubulações de descida transpassavam as vigas assim gerando

interferências. Para essa interferência as paredes hidráulicas (paredes do banheiro) terão sua espessura modificada de 15 cm para 20 cm. O detalhamento das decidas e a modificação das parede se encontram no Anexo 4.

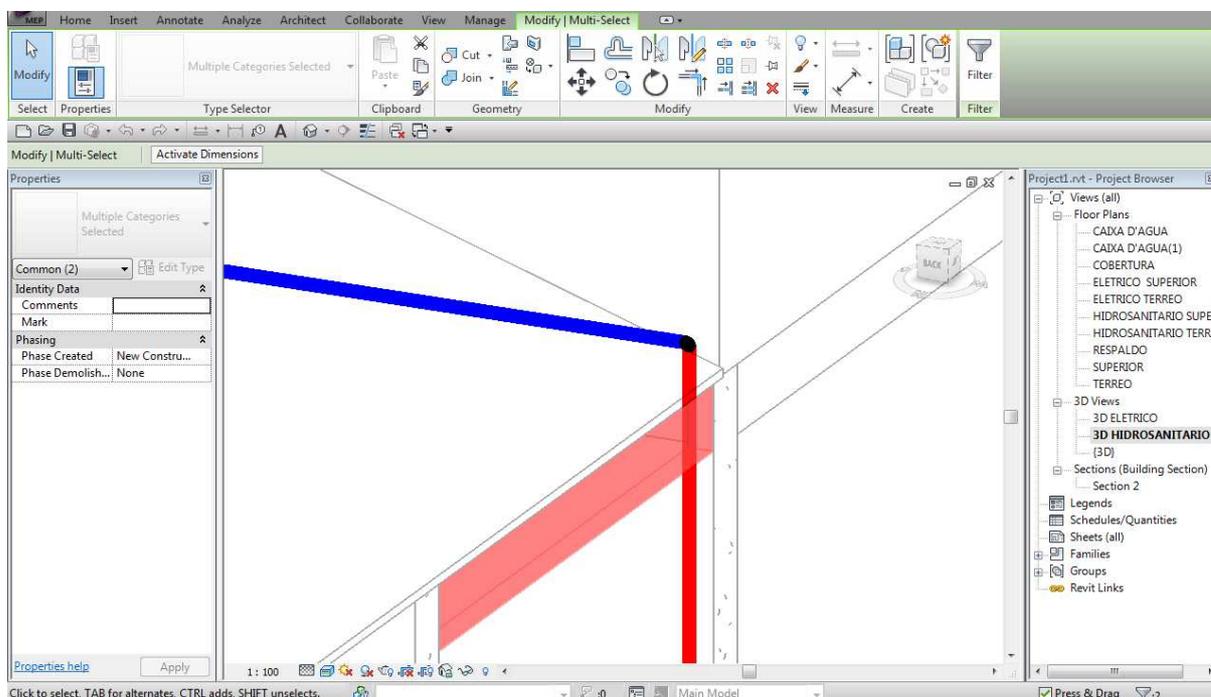


Figura 39 - Interferências viga/tubulação

Como foi visto no lançamento dos projetos existe a necessidade da previsão de furos nas vigas. Várias tubulações hidrossanitárias, bem como tubulações elétricas, atravessam transversalmente algumas vigas. Esses furos poderão ser visualizados no Anexo 4, bem como sua indicação nos projetos de instalações.

7.2.4 Interferências entre pilares e tubulações

Outra incompatibilidade encontrada nessa etapa foi uma interferência da tubulação de água fria com um pilar. Essa interferência foi corrigida modificando o traçado da tubulação pelo forro.

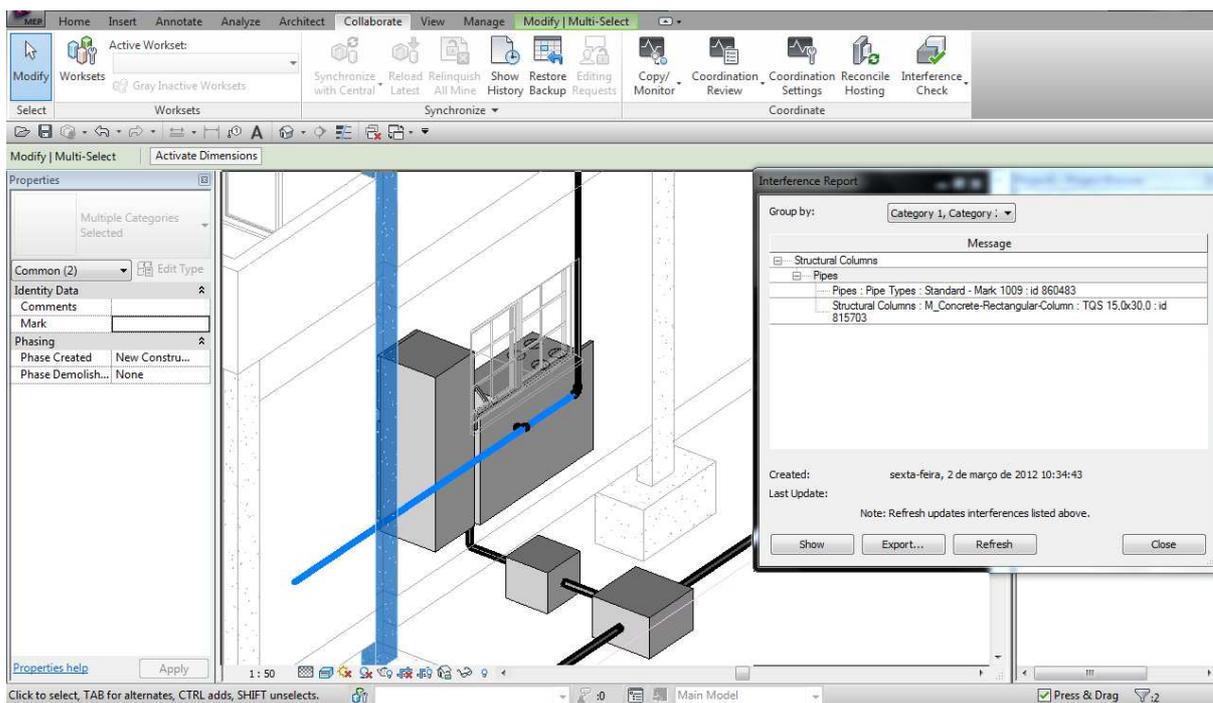


Figura 40 - Interferência entre pilar e tubulação de água fria

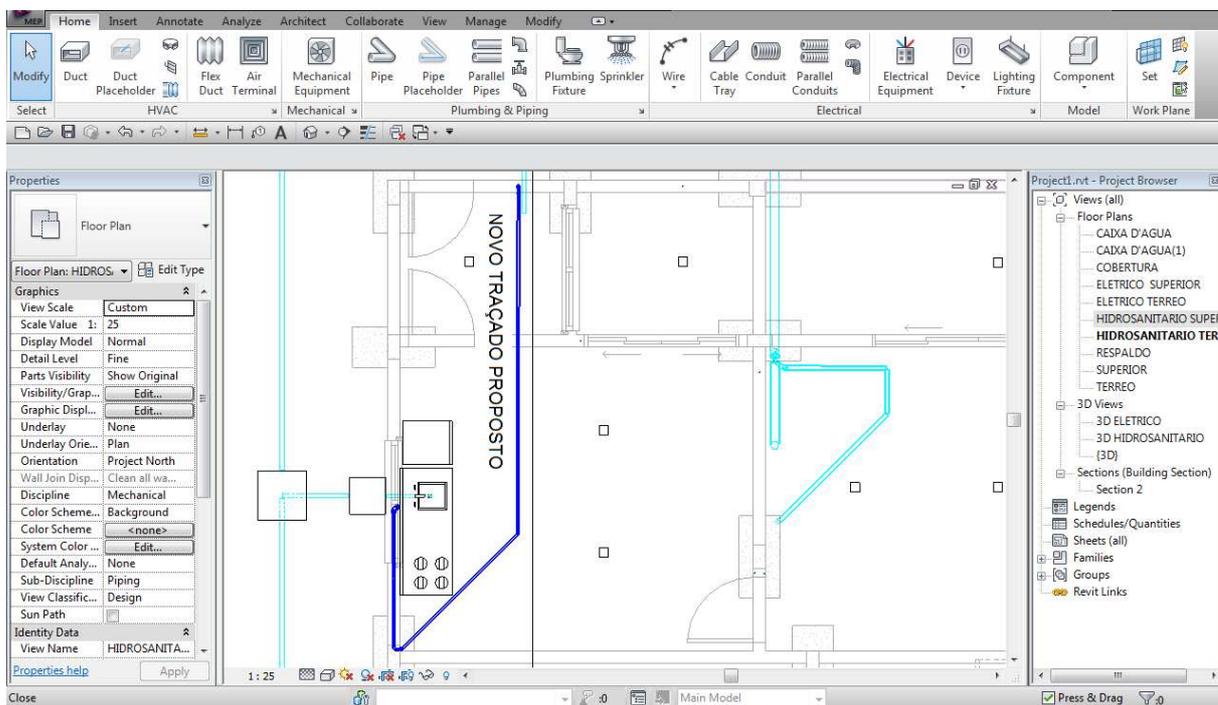


Figura 41 - Novo traçado da tubulação proposto

Nesse novo traçado será necessária a furação de uma viga. O diâmetro do furo e o posicionamento do mesmo se encontram no Anexo 4.

7.2.5 Interferências entre blocos de fundação e tubulações

Inicialmente havia sido considerada a cota da superfície dos blocos de fundação como a mesma da viga baldrame. No momento do lançamento da tubulação sanitária houve várias interferências e a solução proposta foi o rebaixo das fundações para a passagem destas tubulações. Esses rebaixos foram feitos diretamente no *Revit MEP*, por essa razão essas interferências não constam no relatório.

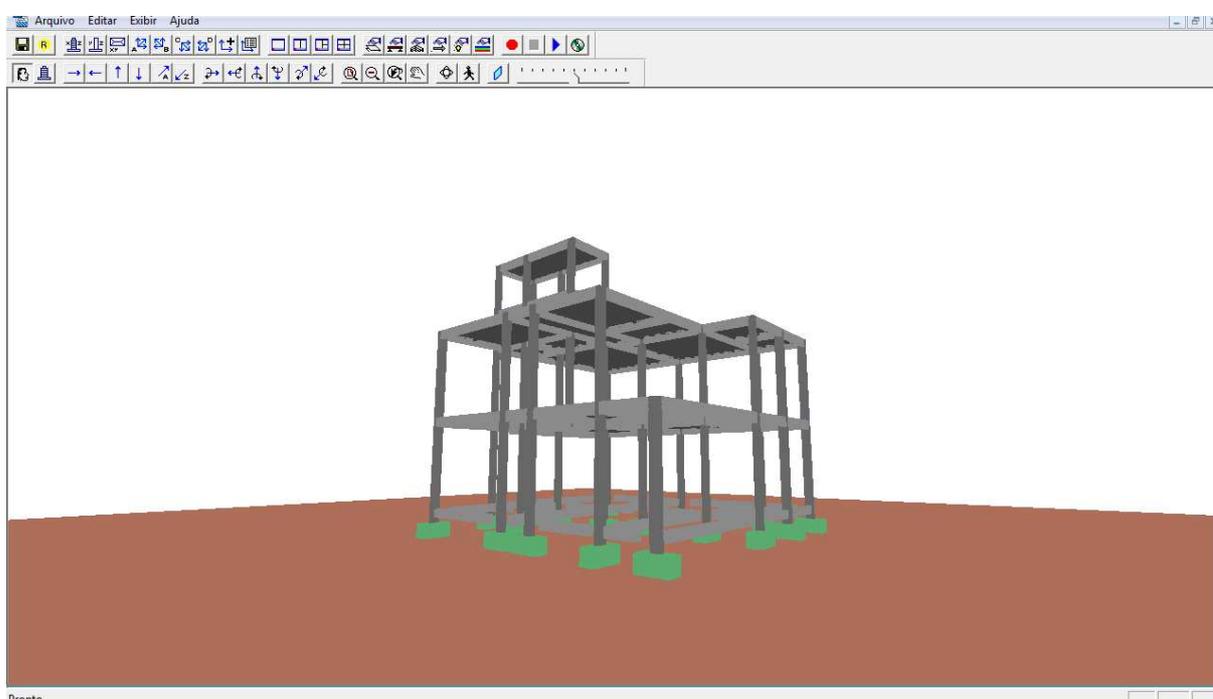


Figura 42 - Rebaixo dos blocos de fundações

7.3 MODIFICAÇÕES NOS PROJETOS

O Quadro 2 ilustra quais as alterações foram executadas e quais projetos afetaram.

Modificação	Projeto	Pranchas (Anexo 04)
Paredes hidráulicas passaram de 15 cm para 20 cm	Arquitetônico	1/6, 2/6
Criação de bonecas para passagem de tubulação (conforme projeto executivo)	Arquitetônico	1/6, 2/6, 3/6 e 6/6
Forro de gesso	Arquitetônico	4/6 e 5/6
Furo nas vigas	Estrutural	2/4 e 4/4
Furo nas lajes	Estrutural	2/4, 3/4
Rebaixo da Fundação	Estrutural	1/4
Modificação de traçado de tubulação	Hidrossanitário	1/4 e 3/4
Ajuste das prumadas de água fria conforme boneca	Hidrossanitário	1/4 e 3/5
Ajuste dos tubos de queda conforme boneca	Hidrossanitário	2/4
Modificação da tubulação luminária escada	Elétrico	1/3 e 2/3

Quadro 2 - Modificações dos projetos

As pranchas apresentadas nos anexos foram somente as necessárias para o desenvolvimento da compatibilização. As demais pranchas com detalhamento de vigas e pilares, por exemplo, não fazem parte desse trabalho.

7.4 INTEROPERABILIDADE DOS SISTEMAS

De posse dos resultados das compatibilizações dos projetos, iniciou-se o processo de compatibilização feito no sistema BIM. Para exemplo de caso, será mostrada a exportação ao CAD/TQS as modificações impostas para passagem de tubulações pelas lajes. Essas aberturas, ou furos na laje, foram observados a partir do relatório de interferências. Serão feitas aberturas nas lajes do piso superior (4),

do piso respaldo (3) e do piso caixa d'água para alimentação predial (1) e para descida das prumadas (2), conforme Figura 43.

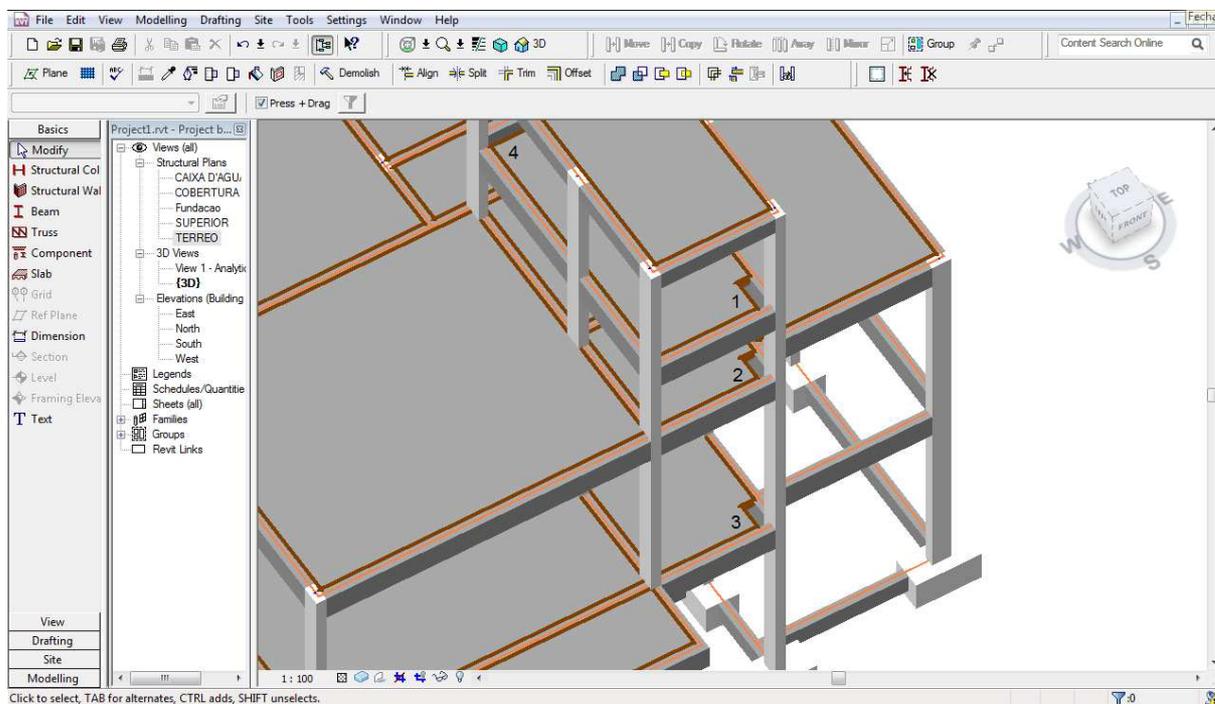


Figura 43 - Furo na laje feito no Software Revit Structure

No *Revit Structure* realizaram-se as modificações e os furos necessários nas lajes e então foi importada novamente ao *software Revit MEP*. Verificaram-se as incompatibilidades e foi realizada a exportação do mesmo arquivo na plataforma *Revit Structure* para a plataforma do CAD/TQS.

Da mesma maneira que quando se faz o transporte do CAD/TQS para o *Revit* é gerado um arquivo intermediário, quando se faz o contrário também é gerado um arquivo próprio.

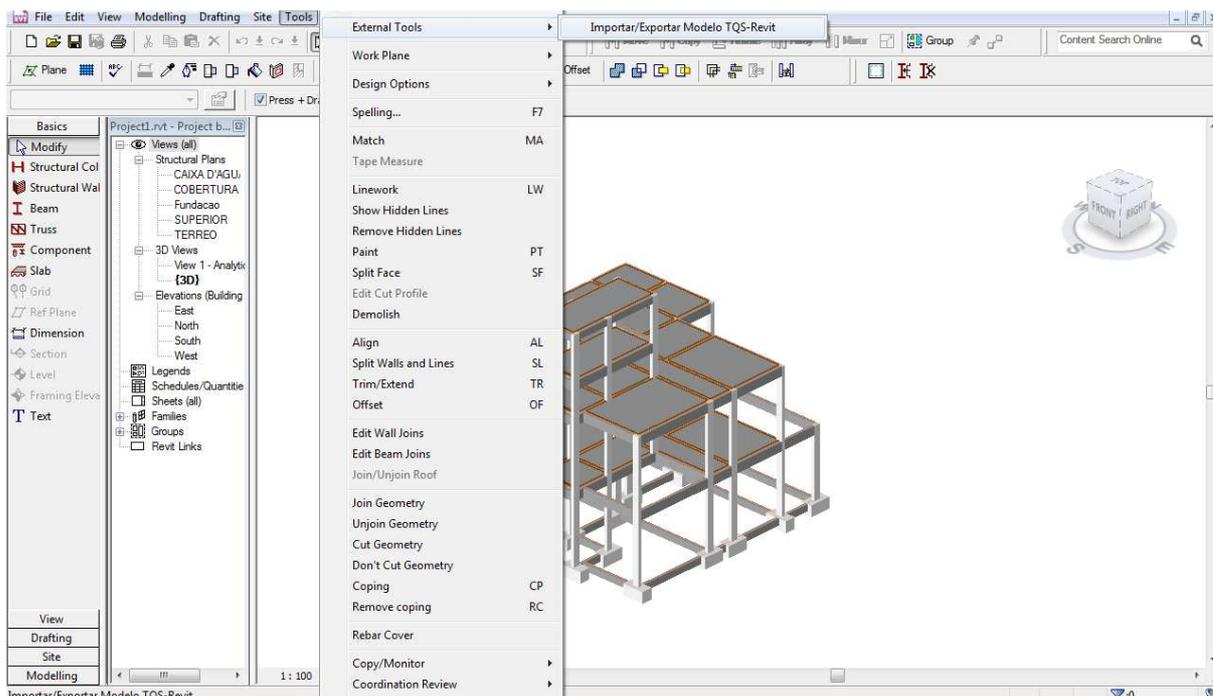


Figura 44 - Exportação Revit Structure ao CAD/TQS

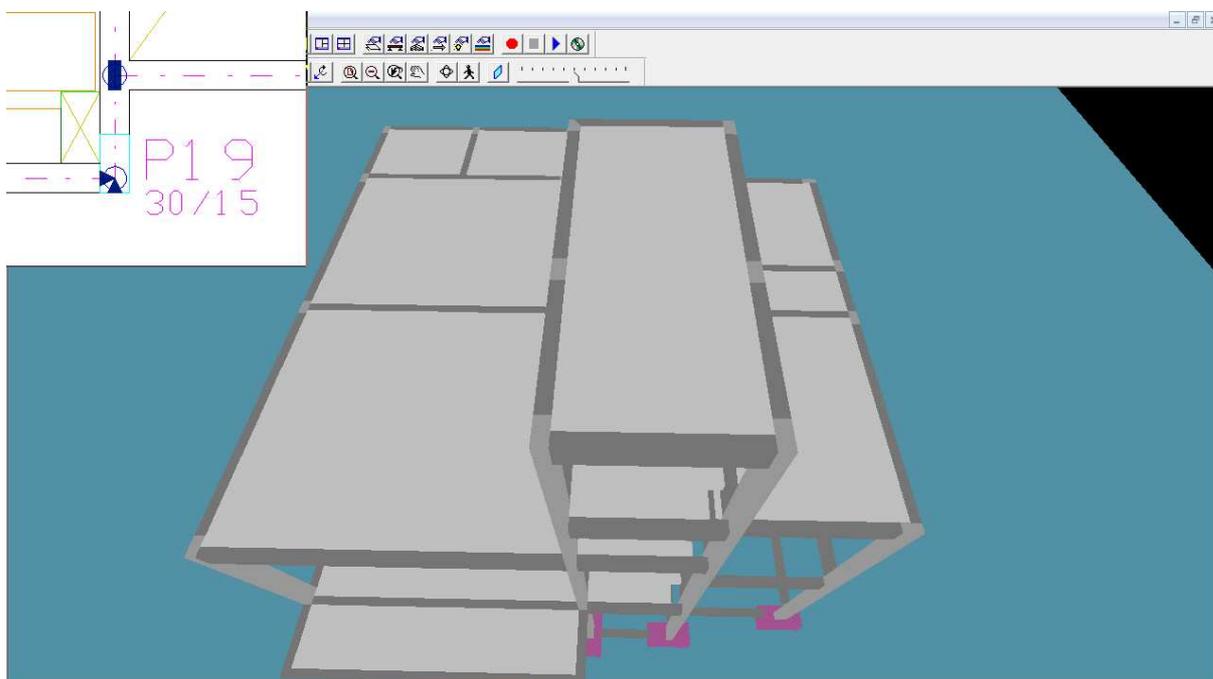


Figura 45 - Furos nas lajes no CAD/TQS

Após analisada visualmente a estrutura no CAD/TQS observou-se que os elementos estavam corretamente posicionados. Porém quando se fez a atualização do modelo pelo CAD/TQS houve um problema com relação às cargas aplicadas

inicialmente no projeto. Esse problema foi resolvido editando-se as cargas elemento a elemento como foi feito no desenvolvimento do projeto estrutural.

8. CONCLUSÕES

A partir da modelagem e análise dos resultados emitidos pelo relatório de compatibilização podemos obter as seguintes conclusões:

- A precisão na expressão dos resultados emitidos pelos *softwares Revit* são fundamentais na rapidez da compatibilização. Essas análises de interferências são mais rápidas do que a análise visual de processos como a compatibilização 2D e 3D;
- Como o *software* reconhece cada elemento como um objeto com características (fabricante, composição, dimensões, posição) e não somente como linhas, blocos ou massas (AutoCad) torna sua análise automática confiável, pois ela verifica a posição de cada elemento individualmente analisando se existe interferência com outro objeto.
- Apesar de ser uma família de *softwares* com muitos recursos, o *Revit* possui uma plataforma de trabalho agradável e intuitiva ficando assim a cargo do operador do sistema aplicar os parâmetros necessários para o correto funcionamento do programa e emissão dos relatórios;
- A análise da relevância das interferências é importante, pois nem todas as interferências são incompatibilidades, como por exemplo, a interferência entre alvenaria cerâmica e tubulações. Essa análise deve ser feita minuciosamente verificando a cada interferência contida no relatório. Se fosse o caso de alvenarias estruturais essa incompatibilidade teria relevância.
- Um detalhe importante e pouco usual em projetos estruturais é a marcação dos furos nas lajes para os aparelhos sanitários. Esses detalhes devem conter as dimensões e o posicionamento do furo, evitando assim erros e retrabalhos;
- O *Revit MEP* apesar de fazer verificações e ser uma ferramenta de projetos, ainda possui certa deficiência aos padrões de desenho de instalações. Por isso, no desenvolvimento dos projetos executivos usaram-se os *softwares Lumine* e *Hydros* que possuem ferramentas para a geração e verificação destes projetos.

- Por fim, pode-se concluir que os projetos, de maneira geral, necessitam de detalhes de execução, como os detalhes das bonecas, detalhes das descidas de tubulações, detalhamento de paredes hidráulicas entre outros. Esses detalhes facilitariam a execução e diminuiriam o número de retrabalhos. A qualidade do projeto influencia diretamente sobre o produto final.

REFERÊNCIAS

ASBEA, Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura. **Manual de Contratação de Serviços de Arquitetura e Urbanismo**. Ed Pini, São Paulo, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626** - Instalação Predial de Água Fria, Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5670** – Seleção de contratação de serviço e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de Concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: – Procedimento, Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6429** – Representação de projetos de arquitetura, Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531** – Elaboração de projetos de edificações: Atividades Técnicas, Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532** – Elaboração de projetos de edificações: Projeto arquitetônico, Rio de Janeiro, 1998.

AUTODESK, **Autodesk AutoCad 2007**. *Software Versão Acadêmica*.

AUTODESK, **Revit Architecture 2011**. *Software Versão Acadêmica*.

AUTODESK, **Revit MEP 2012**. *Software Versão Acadêmica*.

AUTODESK, **Revit Structure**. *Software* Versão Acadêmica.

AUTODESK. **BIM in Brazil**. 2007. 05 f. Disponível em: <http://www.bimwit.com/files/literature/Revit_BIM_Brazil_Jan07.pdf>. Acesso dia: 18 set. 2011.

ALTOQI, **Hydros V4**. *Software* Versão Profissional.

ALTOQI, **Lumine V4**. *Software* Versão Profissional.

AYRES, Cervantes Filho. **Utilização do CAD-BIM para projeto de alvenaria de blocos de concreto**. 2008. 07 f. VIII Workshop Brasileiro Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. São Paulo: 2008. Disponível em: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br/workshop08/secundarias/ANAIS/Artigo_08.pdf>. Acesso dia: 18 set. 2011.

BOLETIM TECNICO BT/PCC 188. **Diretrizes para garantia de qualidade no projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1997. 20f. Escola Politécnica da USP, São Carlos, 2006. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petrelhe/BT188-%20Novaes.PDF>. Acesso dia: 18 set. 2011.

CAD/TQS, **CAD/TQS V15**, 2010. *Software* Versão Acadêmica.

CAD/TQS. **Manual do Sistema CAD/TQS**, São Paulo, 2010.

COELHO, Sérgio S.; NOVAES, Celso C.. 2008. 07 f.
Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. Grupo de pesquisa aplicada em construção civil. Pelotas: 2008. Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/~gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf>. Acesso dia: 18 set. 2011.

COSTA, Milton P. Jr; SILVA, Maristela G. **Origem das patologias – Perdas origem das perdas na construção civil: A importância do projeto**, 2007. 13f. 2007. Porto Alegre: 2007. Disponível em: <<http://www.lamb.eng.br/novo/artigos/5e0af8e656184711147f586a9057e596.pdf>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

COVAS, Nelson; **Building Information Modeling no Projeto Estrutural: Impactos e Benefícios Potenciais**, 2009. Concret Show, São Paulo: 2009. Disponível em: <http://www.abccic.org.br/Concrete_show_2009/pdf/nelson_covas.pdf>. Acesso dia: 18 set. 2011.

EASTMAN, Chuck *et al.* **BIM Handbook**. 2011. 2ª Edição, 2011, New Jersey, 2011. 648 f.

FLORIO, Wilson. **Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura**. 2007. 10 f. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Porto Alegre: 2007. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/norie/tic2007/artigos/A1106.pdf>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

GRAZIANO, Paulo F. **Compatibilização de projetos**. 2003. Notas de aulas (Mestrado Profissional do IPT) – Instituto Paulista de Tecnologia, São Paulo: 2003. Disponível em: <<http://www.lem.ep.usp.br/pef604/PEF640-Impactos%20do%20Projeto.pdf>> Acesso dia: 18 set. 2011.

JUSTI, Alexander R.. **Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: relato de uma experiência**. 2007. 08 f. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos–Escola de Engenharia de São Carlos, Vol. 3, nº1. São Carlos: 2008. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/jornal/index.php/gestaodeprojetos/article/viewFile/56/86>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

MELHADO, Silvio B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 1994. 254 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica da USP, São Carlos, 1994.

MIKALDO, Jorge Jr. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com o uso de TI**. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná: 2006.

MIKALDO, Jorge Jr; SCHEER, Sérgio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: Qual a melhor solução**. 2008. 06 f. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos–Escola de Engenharia de São Carlos, Vol. 3, nº1. São Carlos: 2008. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/jornal/index.php/gestaodeprojetos/article/viewFile/63/79>> Acesso dia: 18 set. 2011.

PERALTA, Antônio Carlos. **Um modelo do processo de projetos de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina: 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO. **Código de posturas e obras**. 1964. Disponível em: <<http://www.areacm.com.br/downloads/codigodeobras.doc>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

RIBEIRO, Tollendal G. R. **Modelagem de informações de edificações aplicadas no processo de projetos de aeroportos**. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília., 2010.

SCHER, Sergio et al. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. 2007. 07f. Workshop Brasileiro de Gestão de Projetos da Construção Civil. Curitiba, 2007. Disponível em: ><http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-30.pdf>>. Acesso dia: 18/09/2011

SINDUSCON/PR. **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos**. Curitiba, SEBRAE/SINDUSCON, 1995.

SOLANO, Renato S. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais**. 2005. 06f. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre:, 2005. Disponível em: <<http://renatosolano.files.wordpress.com/2008/08/renato-solano-tic2005-final.pdf>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

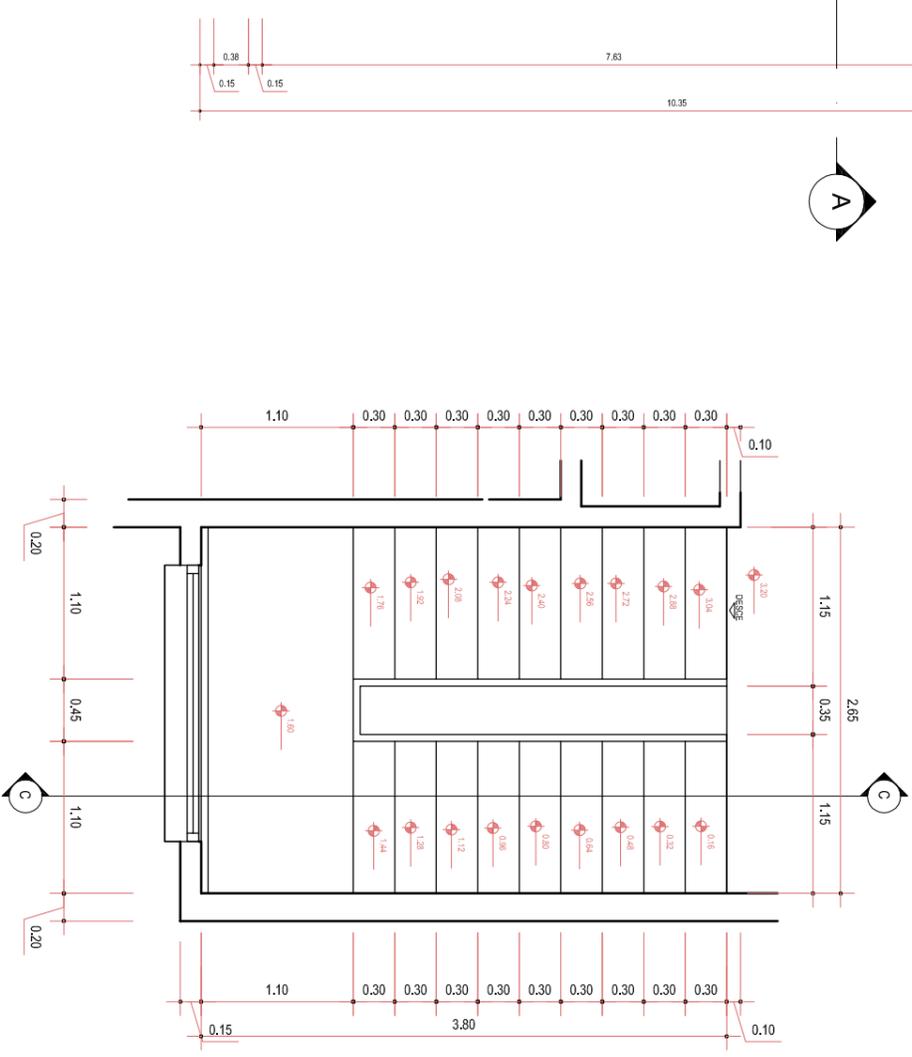
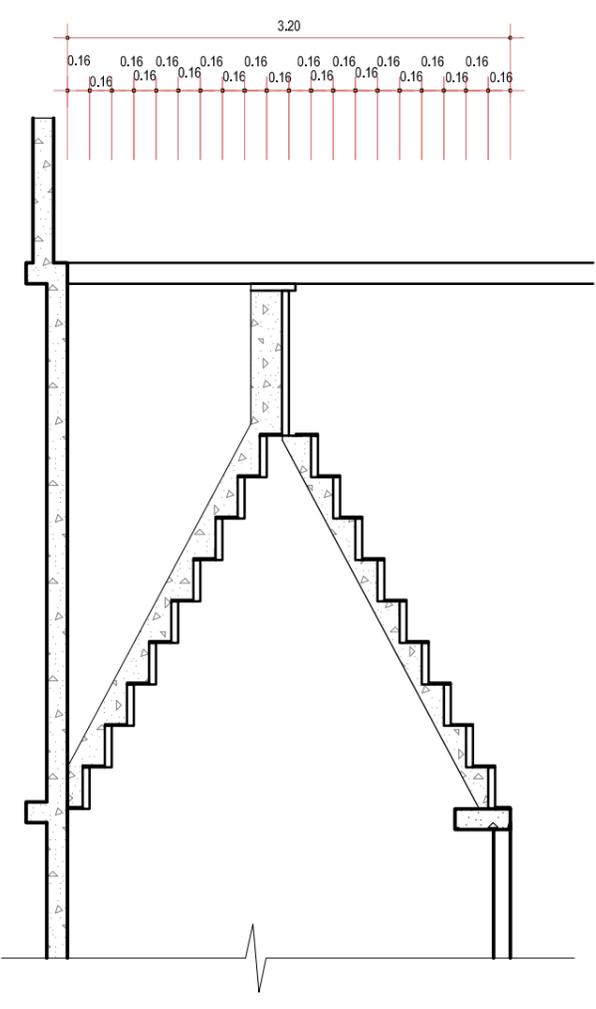
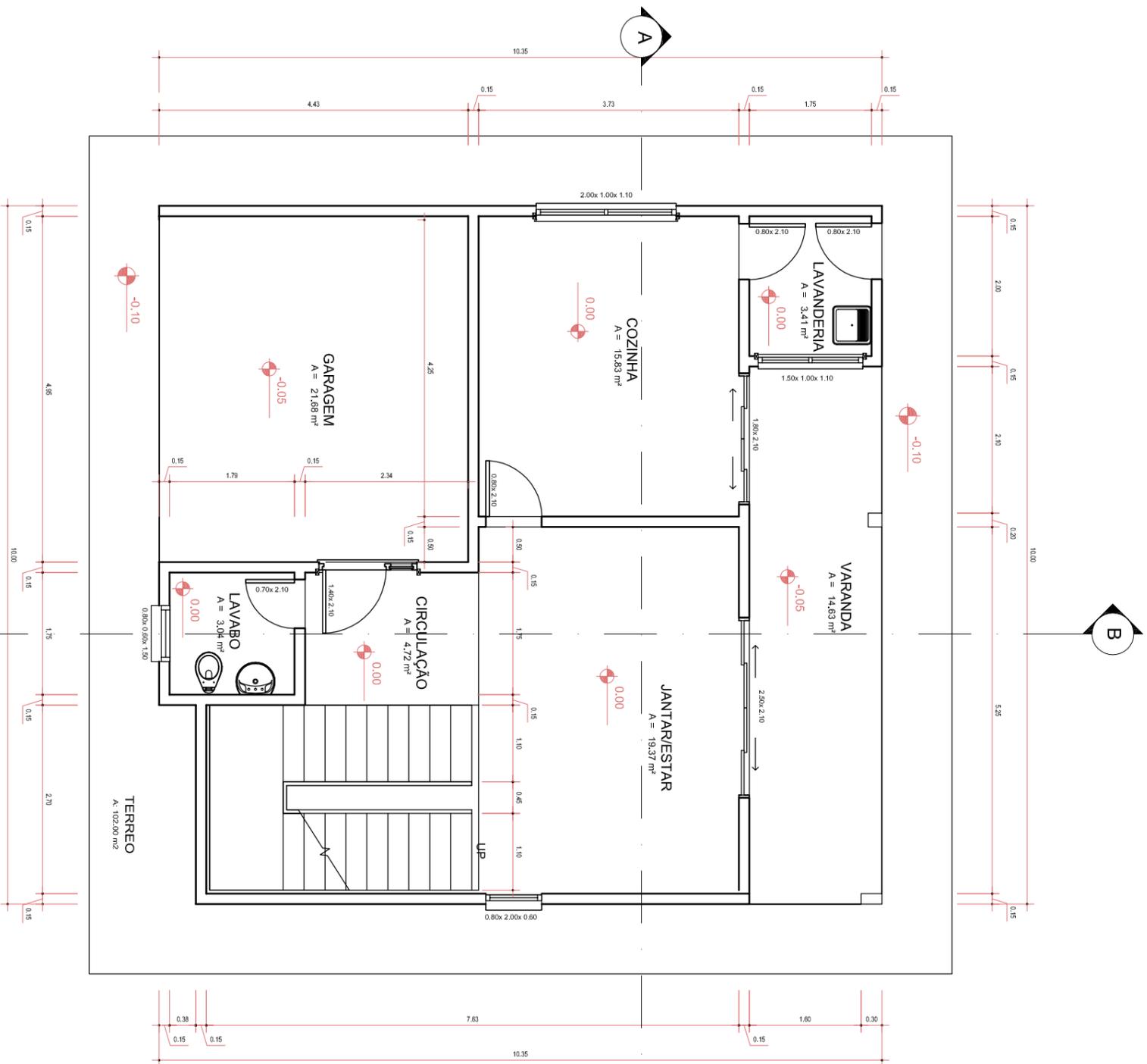
SPERLING, David M. 2002. 06 f. **O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o Museu Guggenheim de Bilbao**. Pesquisa e Inovação em Gestão do Processo de Projeto de Edifícios. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A038.pdf>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

TAVARES, Wandemberg Jr; POSSAMAI, Osmar. 2007. 09 f. **Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA**. Pesquisa e Inovação em Gestão do Processo de Projeto de Edifícios. São Paulo, 2007. Disponível em: < <http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A026.pdf>>. Acesso dia: 18 set. 2011.

TOBIM, Jhon. **Proto-Building: To BIM is to Build**. 2008. 10 f. VIII Workshop Brasileiro Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. São Paulo: 2008. Disponível em: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br/workshop08/secundarias/ANAIS/Artigo_08.pdf>. Acesso dia: 18 set. 2011.

TSE, Tao-chiu K, *et al.* **The utilization of Building Information Models in nD modeling: A study of data interfacing and adoption barriers**. 2005. 26 f. Journal of Information Technology in Construction. Finlândia, 2005. Disponível em: <http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2005_8>. Acesso dia: 18 set. 2011.

ANEXO 01 – PROJETOS INICIAIS



PLANTA BAIXA - TERREO

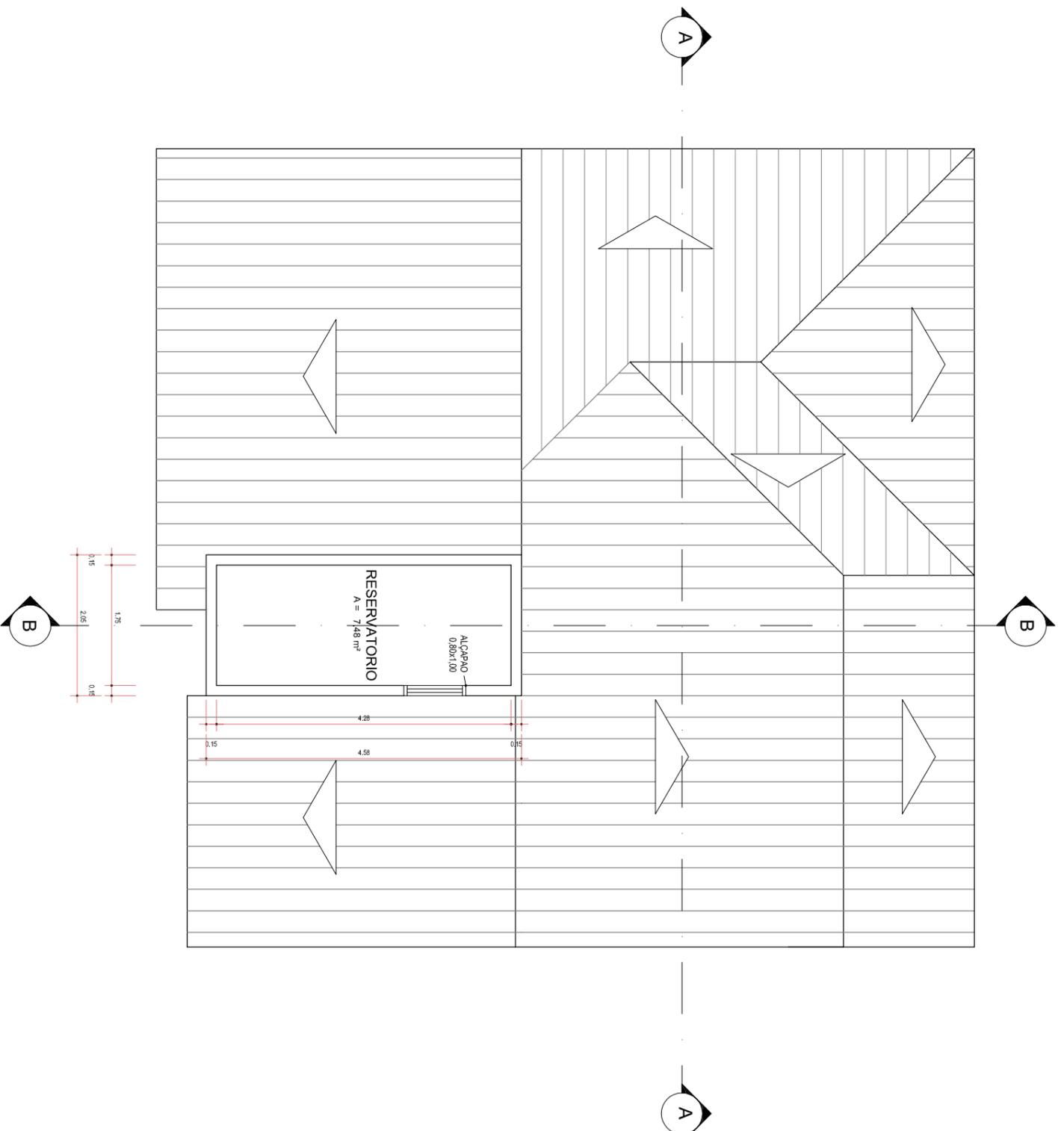
Escala 1/75

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA
LOCAL ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO

PROJETO ARQUITETÔNICO
PLANTA BAIXA TERREO DETALHE DA ESCADA

01/05

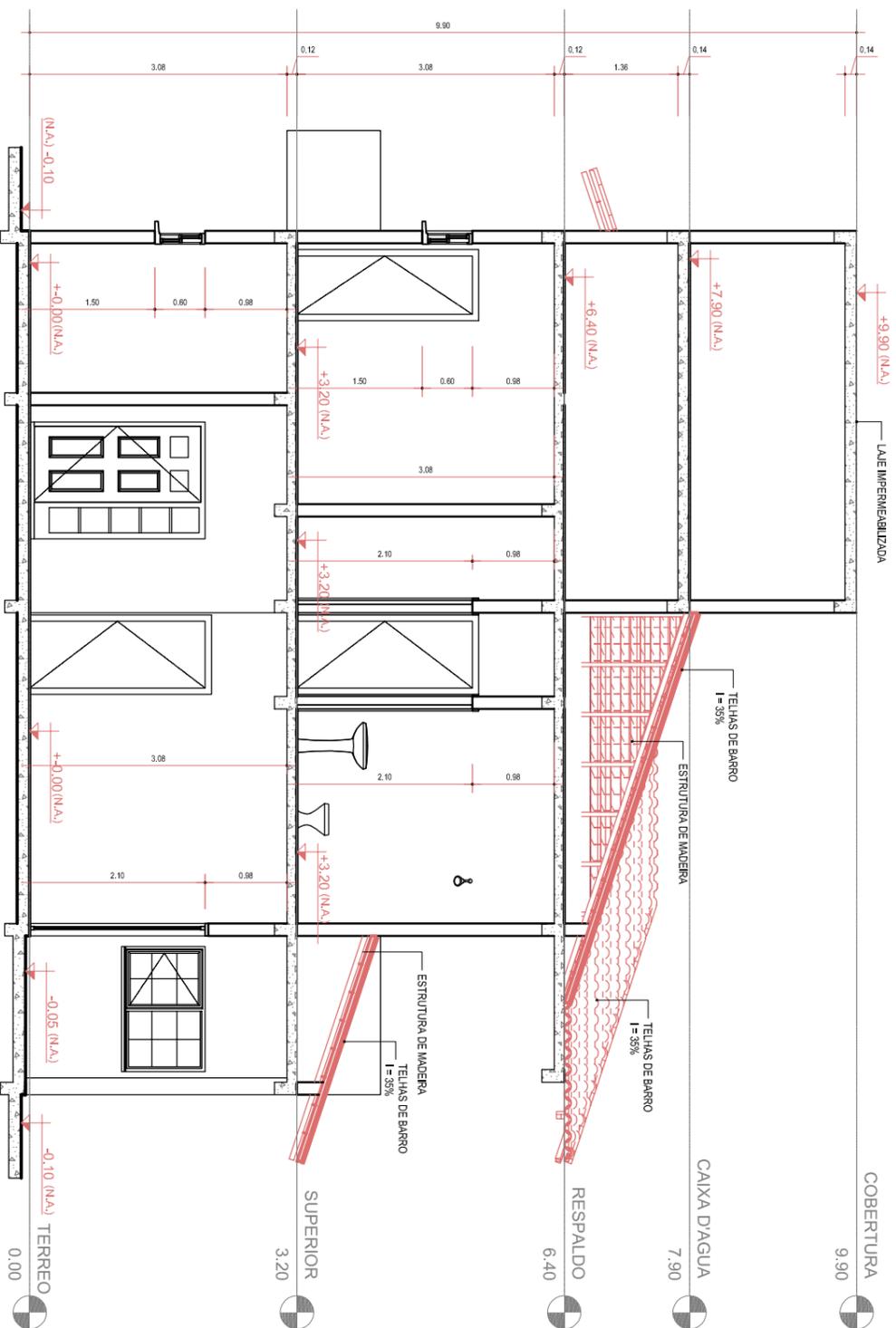
autor: MANCEL FARIÑHA
data: 02/06/2012
estado: INDICADA
projeto: 001



COBERTURA E RESERVATORIO

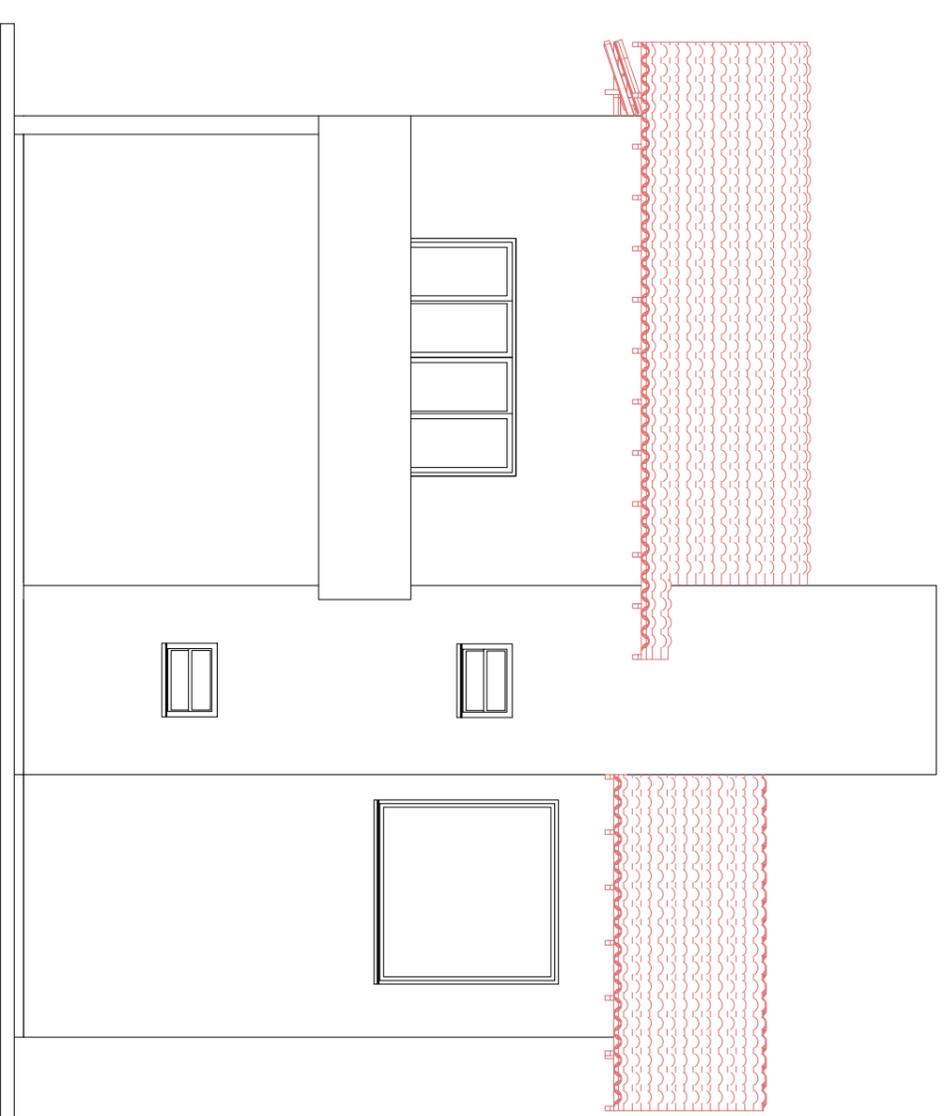
Escala 1/75

obra EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA			
local ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO			
proprietária _____	responsável técnico _____	fase 03/05	
projeto _____	responsável técnico _____		
construção _____	responsável técnico _____		
projeto PROJETO ARQUITETÔNICO COBERTURA E RESERVATORIO		número MANOEL FARRINHA	data 02/08/2012
		estado INDICADA	página nº 001



CORTTE BB

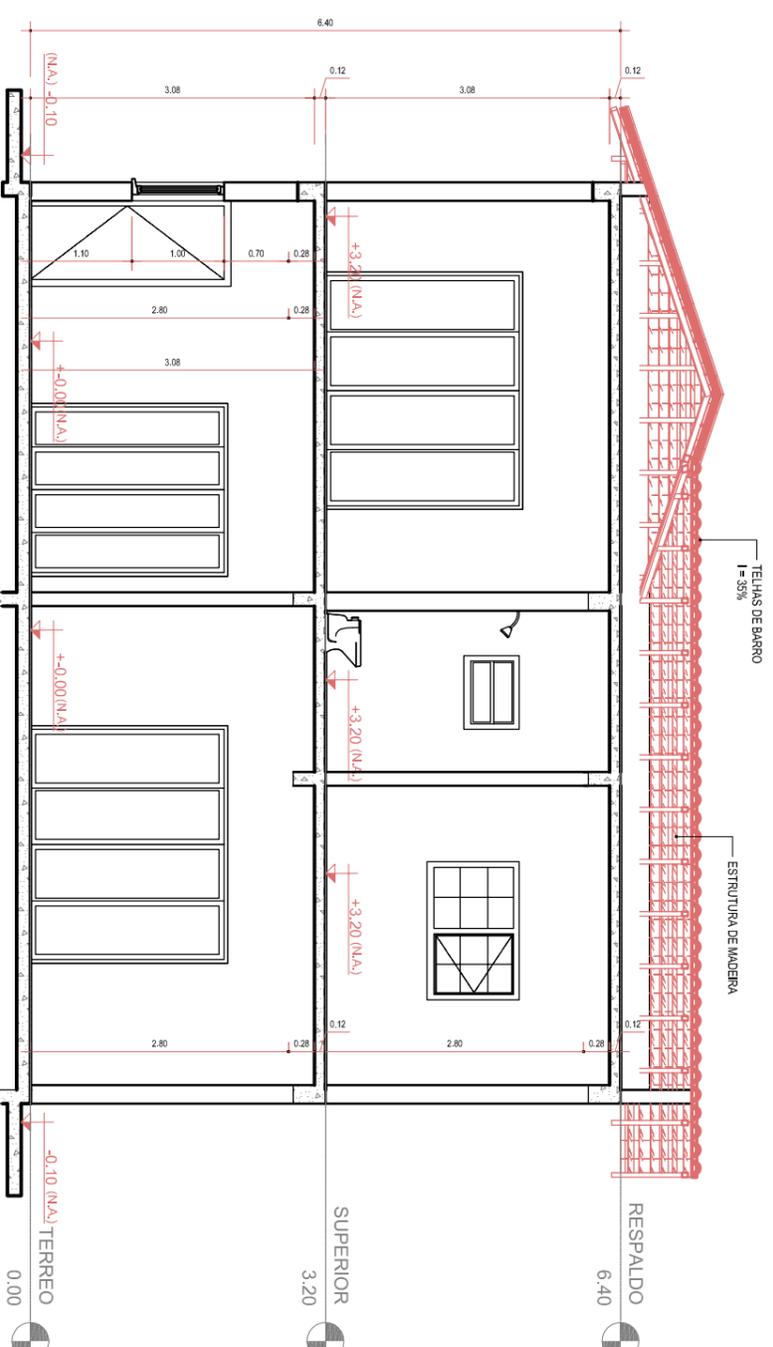
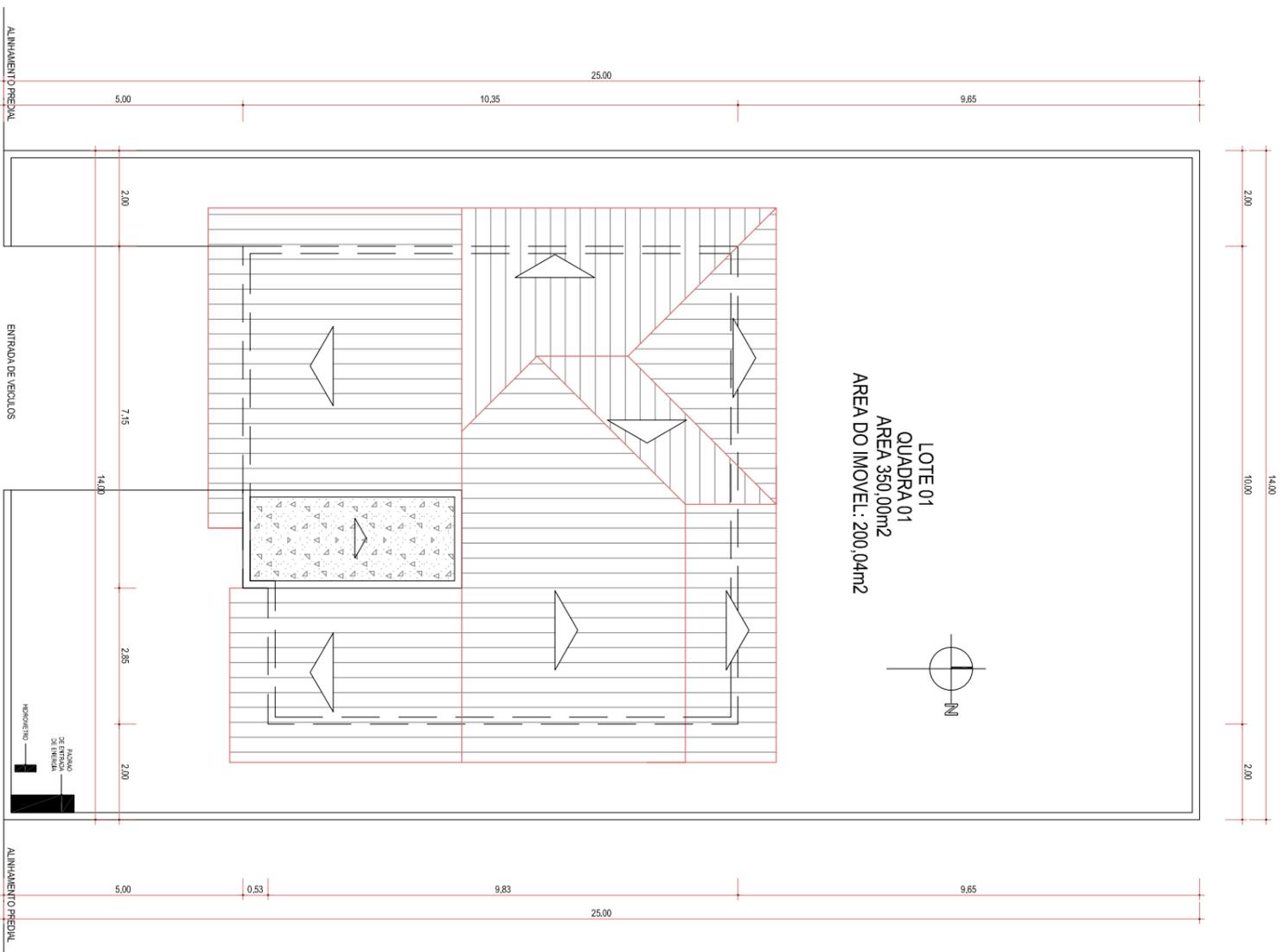
Escala 1/75



ELEVACAO FRONTAL

Escala 1/75

obra EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA		projeto 04/05	
local ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO		data 02/08/2012	
propriedade _____		escala INDICADA	
responsável técnico _____		estado INDICADA	
responsável técnico _____		projeto nº 001	
construção _____		projeto PROJETO ARQUITETONICO	
projeto PROJETO ARQUITETONICO		projeto CORTE BB E ELEVACAO FRONTAL	
autor MARCELO FARINHA		data 02/08/2012	
estado INDICADA		projeto nº 001	



CORTE AA

Escala 1/75

LOCAÇÃO E COBERTURA

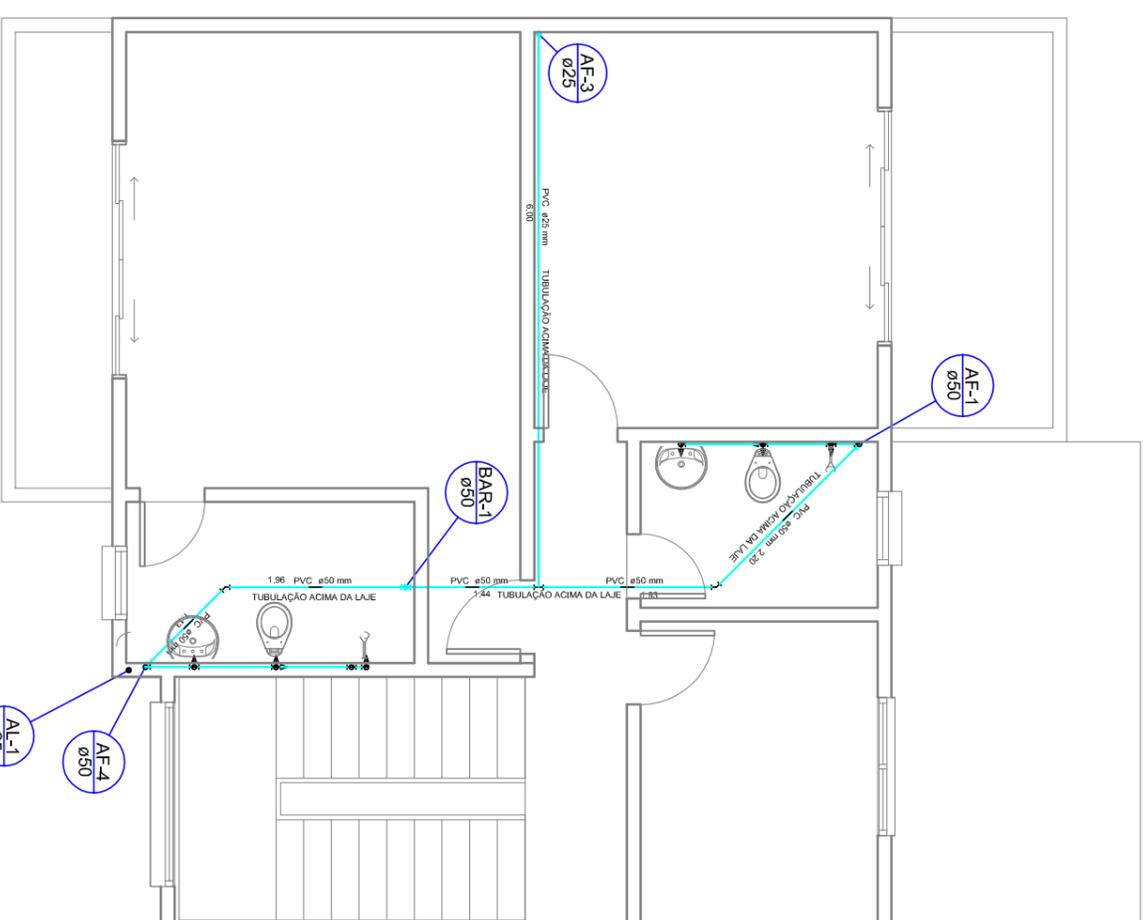
Escala 1/125

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA Local: ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO		Proprietário: _____ Arquiteto: _____ Data: 05/05	
PROJETO ARQUITETÔNICO CORTE BB E ELEVACAO FRONTAL			
Autor: MANCEL FARIANHA Data: 02/08/2012 Estado: INDICADA Projeto: 001			



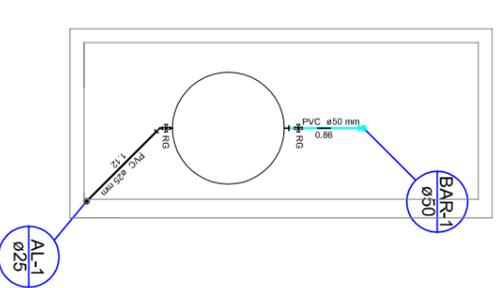
AGUA FRIA TERREO

Escala 1/75



AGUA FRIA SUPERIOR

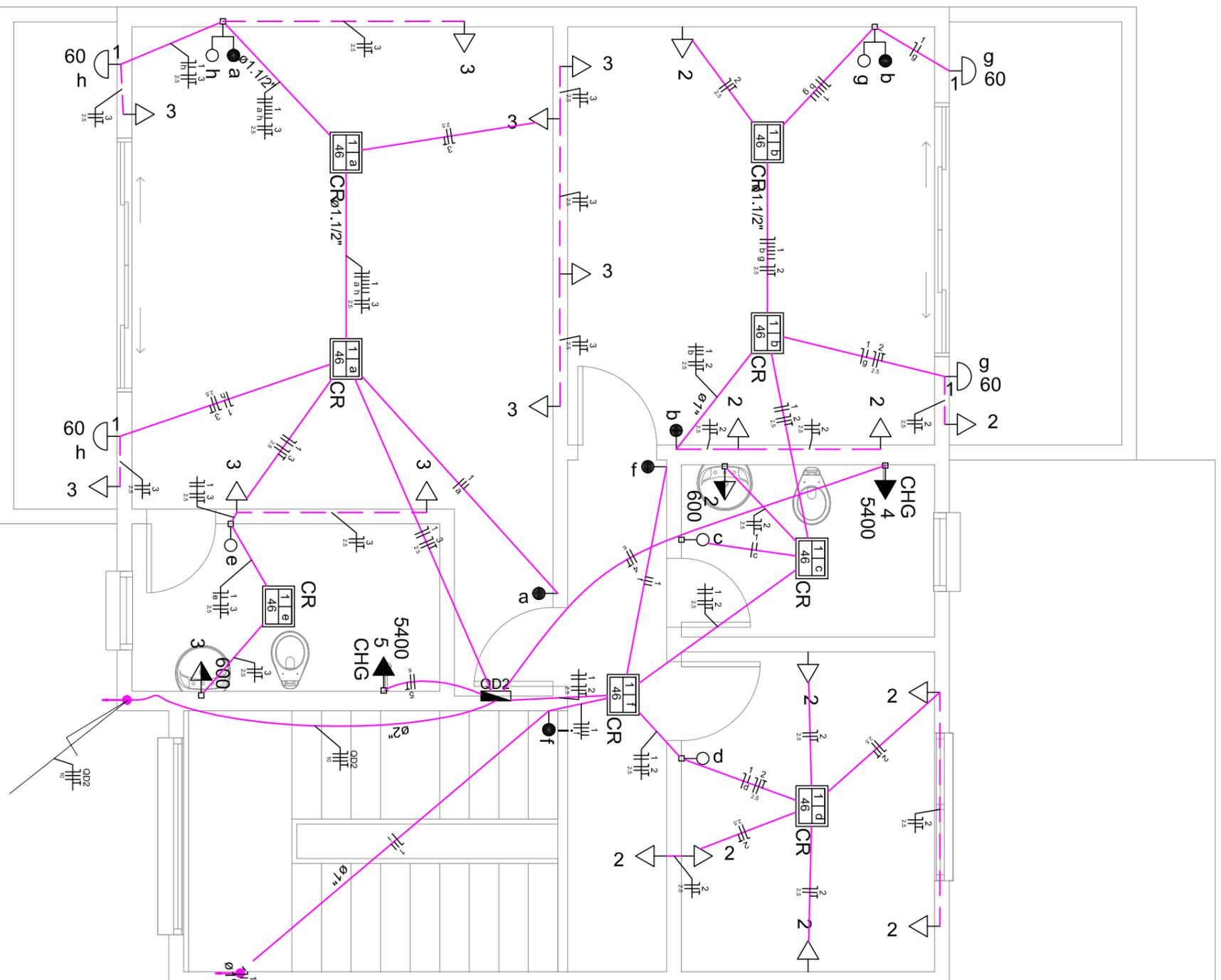
Escala 1/75



RESERVATORIO

Escala 1/75

obra	EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA
local	ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURAO
projetista	_____
responsável técnico	_____
projetista	_____
responsável técnico	_____
convenção	_____
projeto	PROJETO HIDROSANITARIO
obra	AGUA FRIA SUPERIOR, TERREO E RESERVATORIO
autor	MARCEL FARINHA
data	02/08/2012
estado	INDICADA
projeto	003
folha	01/02



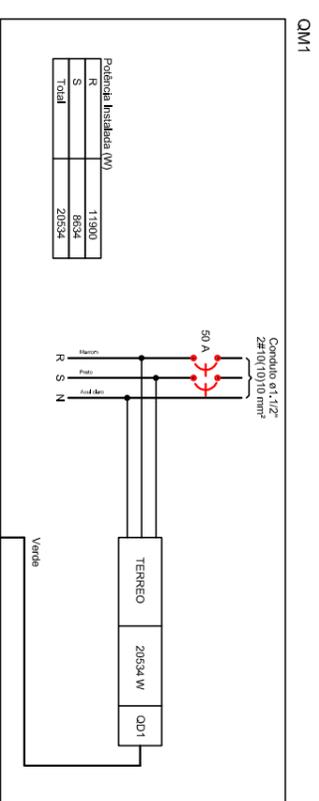
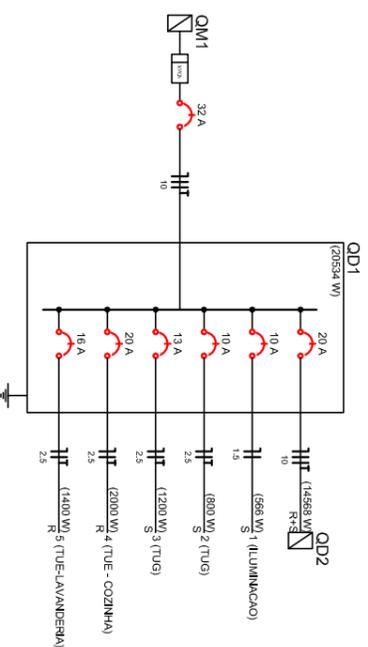
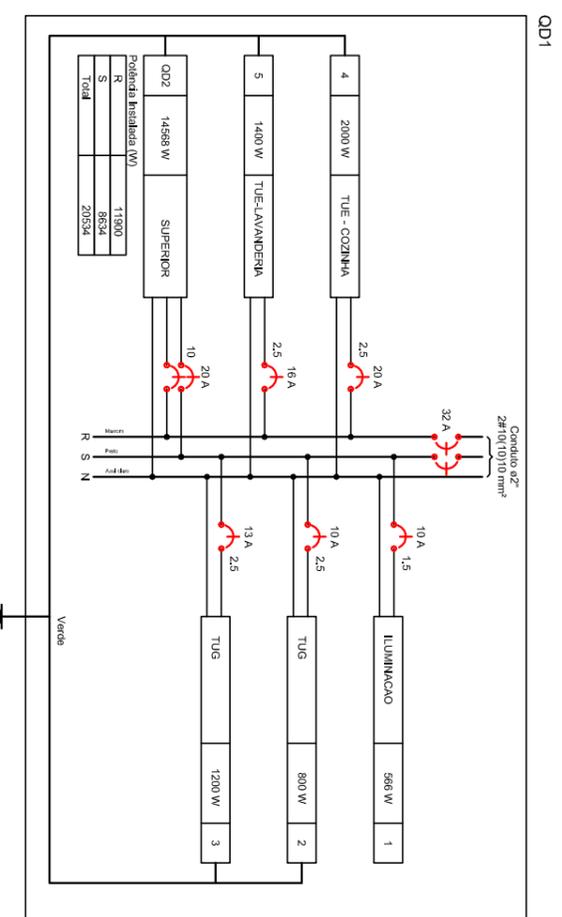
Legenda

	Caixa de medição embutir a 1,60m do piso
	Entrada de serviço aérea
	Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
	Interruptor 2 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
	Interruptor intermediário 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor paralelo 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso
	Luminária p/ lâmp. incand. comum - parede
	Luminárias p/ 2 lâmp. fluor. compactas c/ reator - embutir teto
	Quadro de distribuição - embutir a 1,50m do piso
	Tomada universal 2P+T a 0,30m do piso
	Tomada universal 2P+T a 1,10m do piso

NOTAS

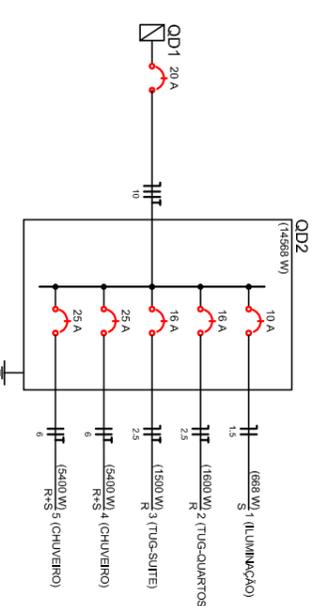
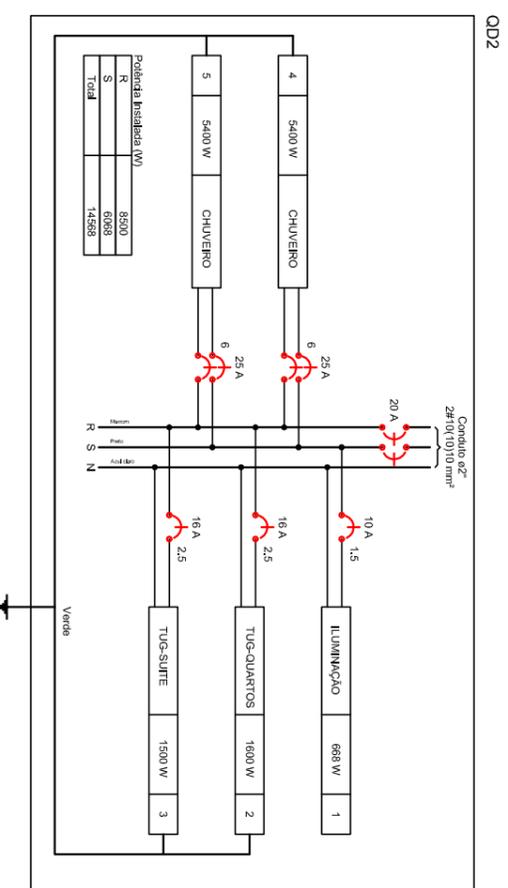
- OS ATERRAMENTOS DEVERÃO SER CONTÍNUOS ATÉ A HASTE DE ATERRAMENTO
 - AS FASES DEVERÃO SER IDENTIFICADAS POR FITAS COLORIDAS (AMARELA, BRANCA E VERMELHA), DESDE A MEDIÇÃO ATÉ A CHEGADA NO OD
 - MEDIDAS EM METROS (m)
 - CADA ELETRODUTO DEVERÁ CONTER CIRCUITOS COMPLETOS RSTN
 - A RESISTÊNCIA DE TERRA NÃO DEVERÁ PASSAR DE 10 ôhms EM QUALQUER ÉPOCA DO ANO.
 - DEVERÁ SER EXECUTADO ENVELOPE DE CONCRETO EM LOCAIS ONDE EXISTIR A POSSIBILIDADE DE PASSAGEM DE VEÍCULOS E TRAVESSIAS DE ARRUMAMENTO E PÁTIO DE MANOBRA
 - TODA FIAÇÃO SEM INDICAÇÃO DE BITOLA, CONSIDERAR #2,5mm²
 - TUDO ELETRODUTO SEM INDICAÇÃO DE DIÂMETRO, CONSIDERAR Ø25mm (3/4") - PVC
- AS FIAÇÕES DEVERÃO SER IDENTIFICADAS NAS CORES:
- FASE A= AMARELO
 FASE B= BRANCO
 FASE C= VERMELHO
 NEUTRO= AZUL CLARO
 RETORNO= CINZA
 TERRA= VERDE

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO	
projeto 02/03	projeto 02/03
PROJETO ELETRICO DISTRIBUIÇÃO PAV. SUPERIOR E NOTAS DE PROJETO	
autor MARCEL FARNHIA	data 02/05/2012
escala 1/50	página 04



Quadro de Demanda (QM1)

Tipo de carga	Potência Instalada (W)	Fator de demanda (%)	Demanda (W)
Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)	22566	24	5444
TOTAL	22566	24	5444



Quadro de Cargas (QD1)

Circuito	Descrição	Esquema de hist.	Método de hist.	V (V)	Limitação (W)	Tomadas (W)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases (W)	Pol.-R (W)	Pol.-S (W)	Pol.-T (W)	FCT	FCA	Ir (A)	Seção (mm²)	Ic (A)	Dns (A)	dv/parc (%)	dv/total (%)	Status
1	LUMINACAO	F+N	B1	220/127V	46	60	15343	14568	R+S	6988	966	0	1,00	0,85	18,1	10	66,0	20,0	0,73	2,08	OK
2	TUG	F+N+T	B1	127V	11	1	960	960	R+S	960	0	0	1,00	0,85	6,3	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
3	TUE-COZINHA	F+N+T	B1	127V	2	2	92	92	S	92	0	0	1,00	0,85	3,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
4	TUE-LAVANDERIA	F+N+T	B1	127V	3	3	136	136	S	136	0	0	1,00	0,85	2,8	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
5	TUG SUPERIOR	F+N+T	B1	127V	1	1	46	46	S	46	0	0	1,00	0,85	4,5	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
6	CHUVEIRO	F+N+T	B1	127V	1	1	46	46	S	46	0	0	1,00	0,85	4,5	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
7	TUG-QUARTOS	F+N+T	B1	127V	2	2	192	192	S	192	0	0	1,00	0,85	6,3	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
8	TUG-SUITE	F+N+T	B1	127V	8	8	1000	1000	S	1000	0	0	1,00	0,85	12,1	2,5	31,0	10,0	0,63	1,90	OK
9	CHUVEIRO	F+N+T	B1	127V	2	2	290	290	S	290	0	0	1,00	0,85	30,3	2,5	31,0	20,0	3,89	4,67	OK
10	TUE-LAVANDERIA	F+N+T	B1	127V	2	2	1750	1750	R	1750	440	2000	1,00	0,85	21,2	2,5	31,0	16,0	2,59	3,87	OK
11	TOTAL	F+N+T	B1	127V	11	1	12	28594	R+S	11590	8834	0	1,00	0,85	21,2	2,5	31,0	16,0	2,59	3,87	OK

Quadro de Cargas (QD2)

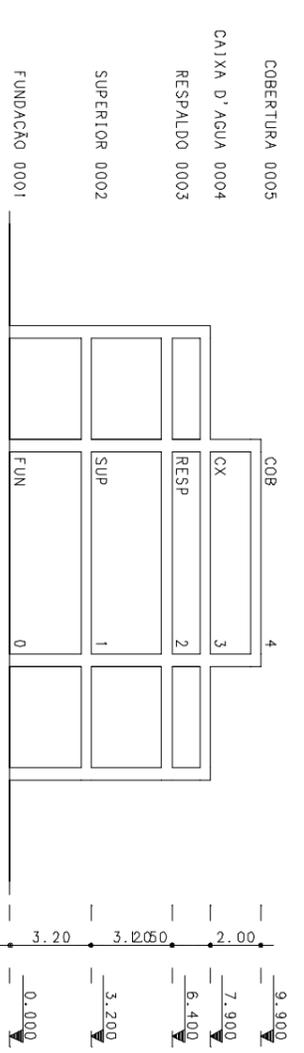
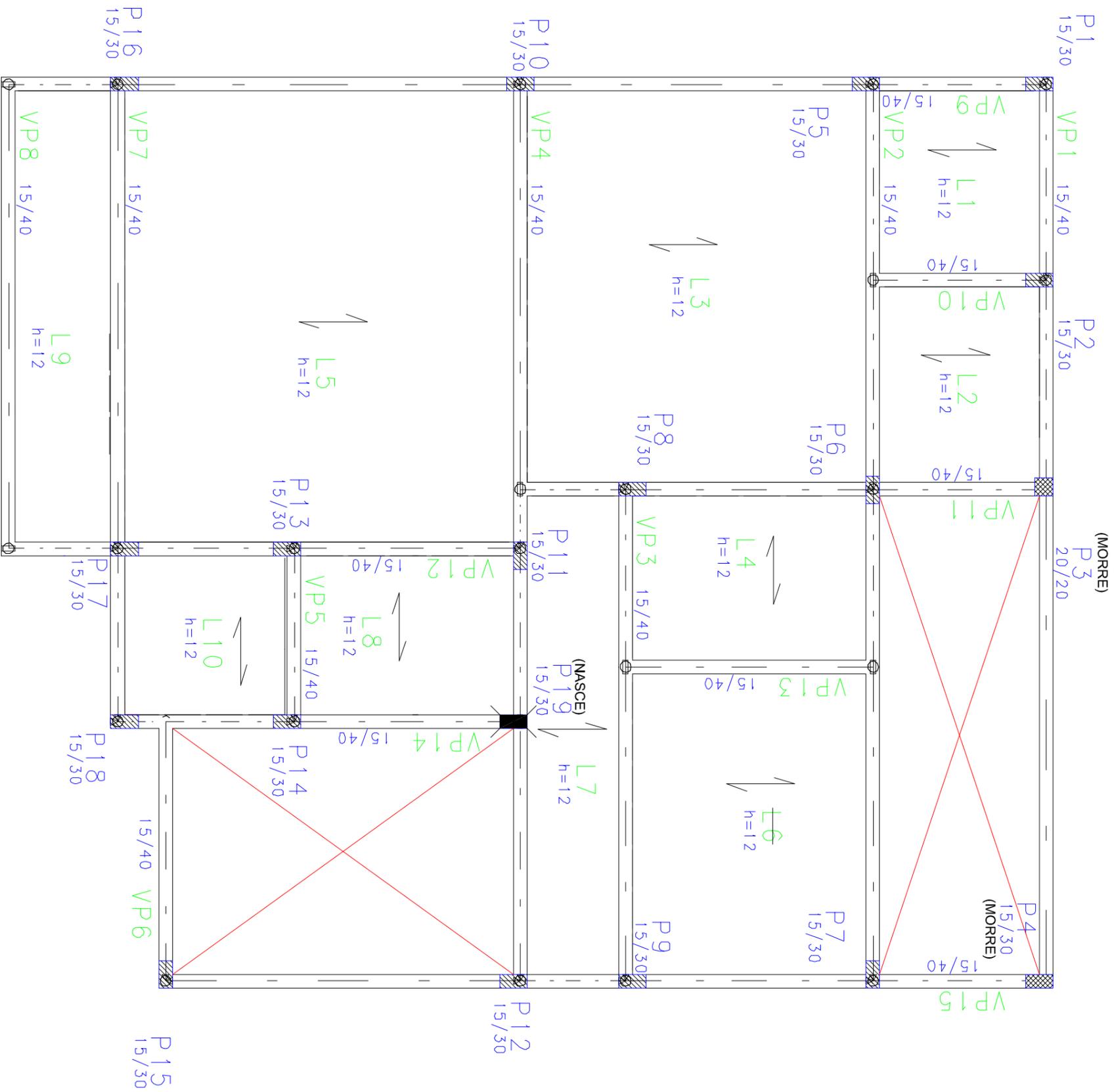
Circuito	Descrição	Esquema de hist.	Método de hist.	V (V)	Limitação (W)	Tomadas (W)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases (W)	Pol.-R (W)	Pol.-S (W)	Pol.-T (W)	FCT	FCA	Ir (A)	Seção (mm²)	Ic (A)	Dns (A)	dv/parc (%)	dv/total (%)	Status
1	LUMINACAO	F+N	B1	127V	46	60	15343	14568	R+S	6988	966	0	1,00	0,85	18,1	10	66,0	20,0	0,73	2,08	OK
2	TUG-QUARTOS	F+N+T	B1	127V	2	2	92	92	S	92	0	0	1,00	0,85	6,3	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
3	TUG-SUITE	F+N+T	B1	127V	1	1	46	46	S	46	0	0	1,00	0,85	4,5	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
4	CHUVEIRO	F+N+T	B1	127V	1	1	46	46	S	46	0	0	1,00	0,85	4,5	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
5	CHUVEIRO	F+N+T	B1	220V	2	2	120	120	S	120	0	0	1,00	0,85	4,0	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
6	CHUVEIRO	F+N+T	B1	220V	1	1	120	120	S	120	0	0	1,00	0,85	4,0	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
7	CHUVEIRO	F+N+T	B1	220V	1	1	120	120	S	120	0	0	1,00	0,85	4,0	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
8	CHUVEIRO	F+N+T	B1	220V	1	1	120	120	S	120	0	0	1,00	0,85	4,0	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
9	CHUVEIRO	F+N+T	B1	220V	1	1	120	120	S	120	0	0	1,00	0,85	4,0	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
10	CHUVEIRO	F+N+T	B1	220V	1	1	120	120	S	120	0	0	1,00	0,85	4,0	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK
11	TOTAL	F+N+T	B1	220V	8	5	19	15343	R+S	8500	6988	0	1,00	0,85	24,5	6	54,0	25,0	0,27	2,35	OK

EDIFICACAO RES. EM ALVENARIA
ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURAO

PROJETO ELETRICO
QUADROS, DIAGRAMAS UNIFILARES E MULTIFILARES

03/03

MARCEL FARINHA 02/09/2012 SEM ESCALA



CORTE ESQUEMATICO SEM ESCALA

- COBERTURA 0005
- CAIXA D' AGUA 0004
- RESPALDO 0003
- SUPERIOR 0002
- FUNDAÇÃO 0001

FORMAS SUPERIOR

Escala 1/50

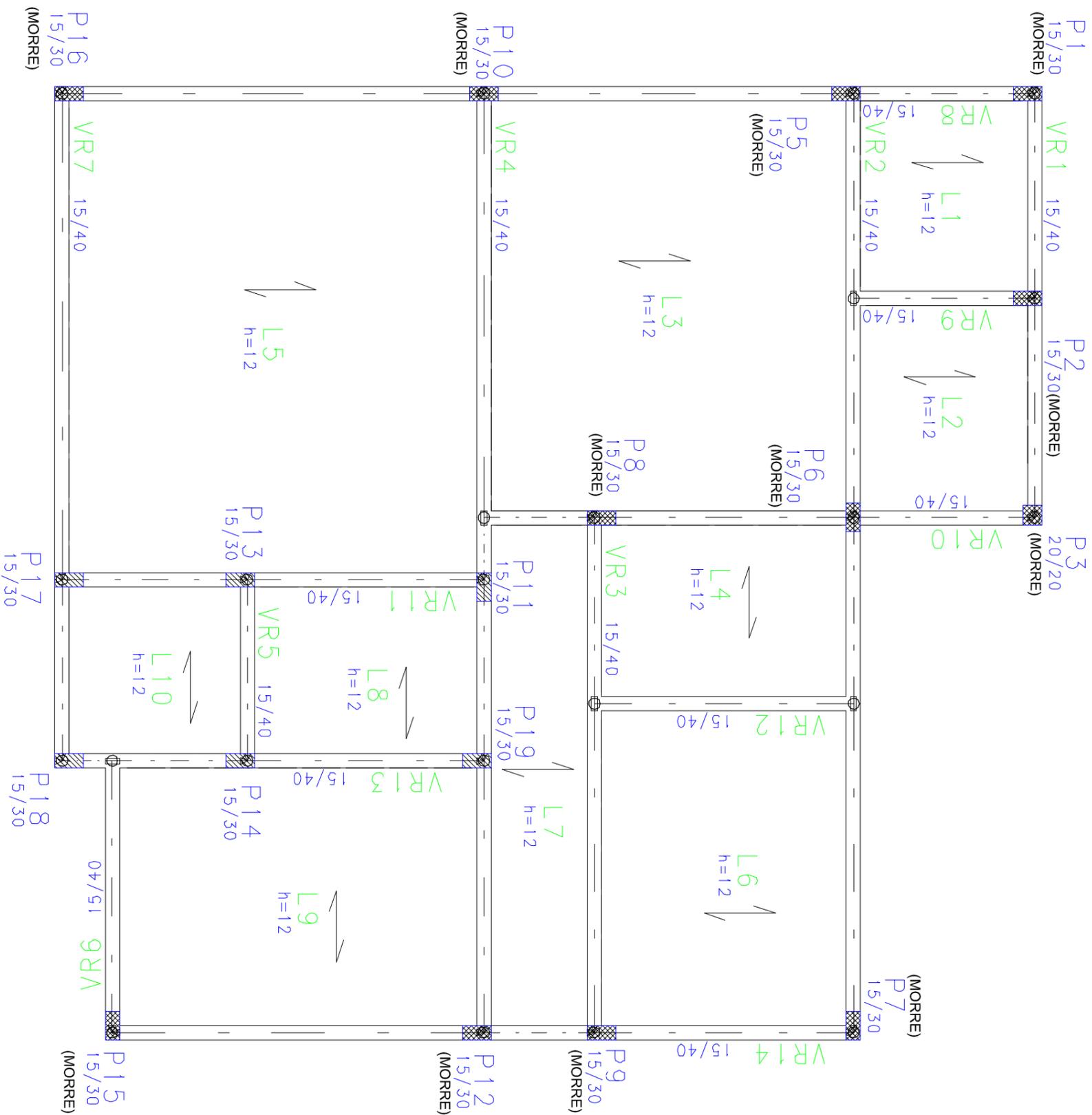
PROJETO ESTRUTURAL
DISTRIBUIÇÃO PAV. SUPERIOR E NOTAS DE PROJETO

Obra: **EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA**
Local: **ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO**

projetista: _____
autorização do cliente: _____
revisão: _____
responsável técnico: _____
comprovação: _____

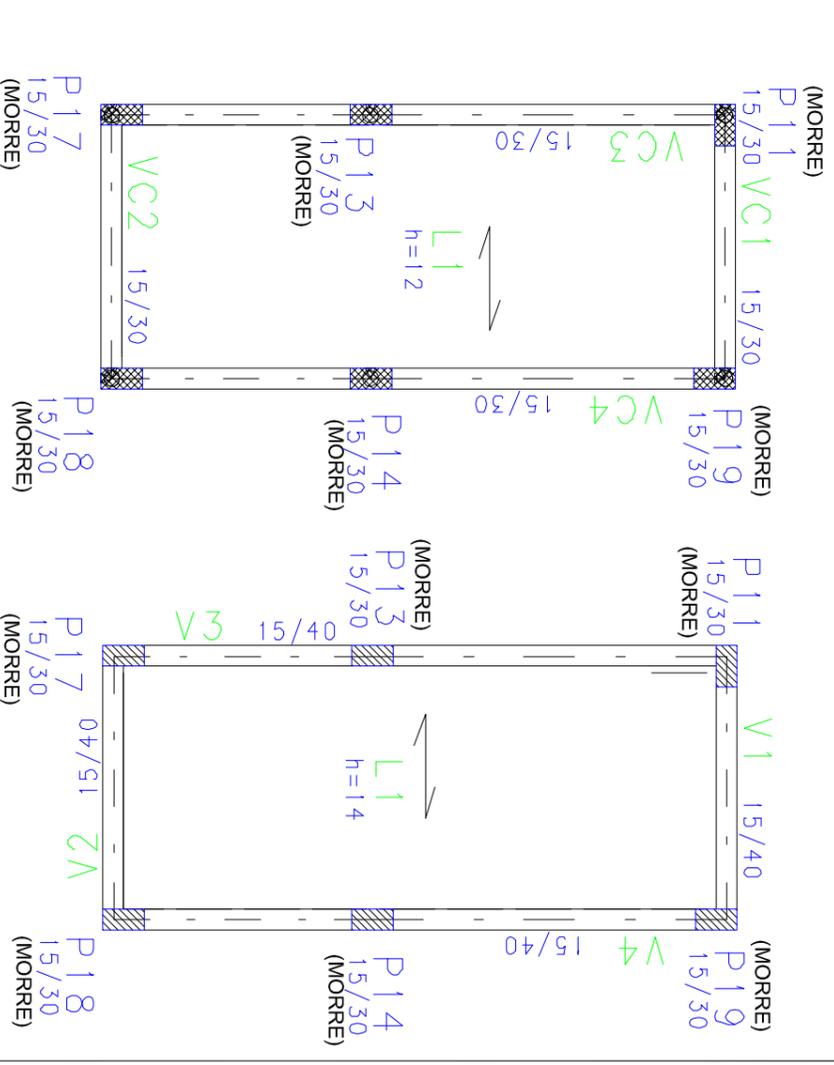
Projeto: **02/03**

autor: **MARCEL FAIRNHA** data: **02/09/2012** escala: **1/50** página: **002**



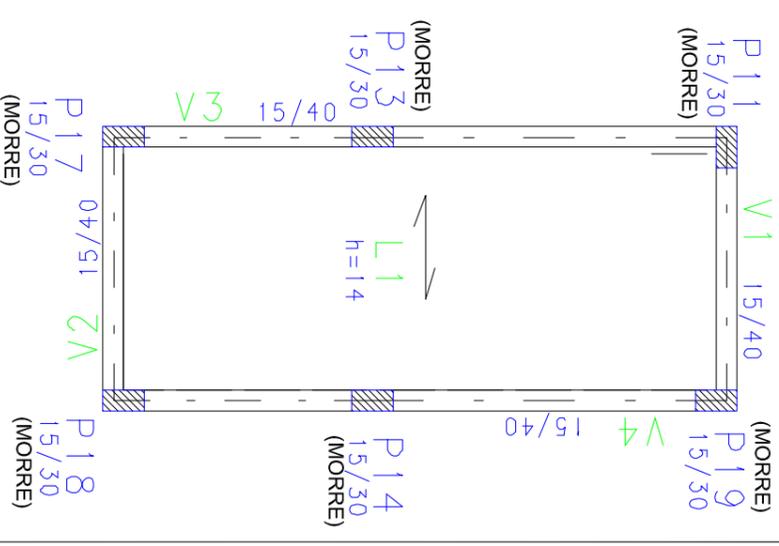
FORMAS RESPALDO

Escala 1/50



FORMAS CAIXA D'AGUA

Escala 1/50



FORMAS COBERTURA

Escala 1/50

cliente	EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA
local	ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO
projetista	
autorização de projeto	
autorização de execução	
comprovação	
projetista	03/03

PROJETO ESTRUTURAL

FORMAS RESPALDO, CAIXA D'AGUA E COBERTURA

autorização de projeto MARCELO FARINHA data 02/09/2012 autorização de execução SEM ESCALA projeto MARCELO FARINHA data 02

**ANEXO 02 – RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE PROJETO
ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL**

Interference Report

Interference Report Project File: C:\Program Files\Autodesk\Revit MEP 2012\Program\Project1.rvt

Created: terça-feira, 8 de maio de 2012 13:59:29

Last Update:

	A	B
1	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815659	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815702
2	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815660	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815702
3	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815663	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815703
4	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815664	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
5	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815670	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815712
6	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815670	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815713
7	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815672	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815711
8	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815675	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815705
9	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 815676	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815704
10	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816146	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815703
11	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816158	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815703
12	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816149	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815704
13	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816151	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815704
14	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816158	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815704
15	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816151	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815705
16	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816146	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
17	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816147	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
18	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816159	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
19	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816147	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815708

20	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816161	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815709
21	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816160	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815711
22	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816157	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815712
23	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816156	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815713
24	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816170	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815713
25	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816159	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815715
26	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816171	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815715
27	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816149	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815717
28	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816154	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815717
29	Walls : Basic Wall : Genérica - 15cm : id 816152	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815718

End of Interference Report

**ANEXO 03 – RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE PROJETOS
ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL E PROJETOS HIDROSSANITÁRIO E
ELÉTRICO.**

Interference Report

Interference Report Project File: C:\Program Files\Autodesk\Revit MEP 2012\Program\Project1.rvt

Created: quarta-feira, 9 de maio de 2012 10:09:54

Last Update:

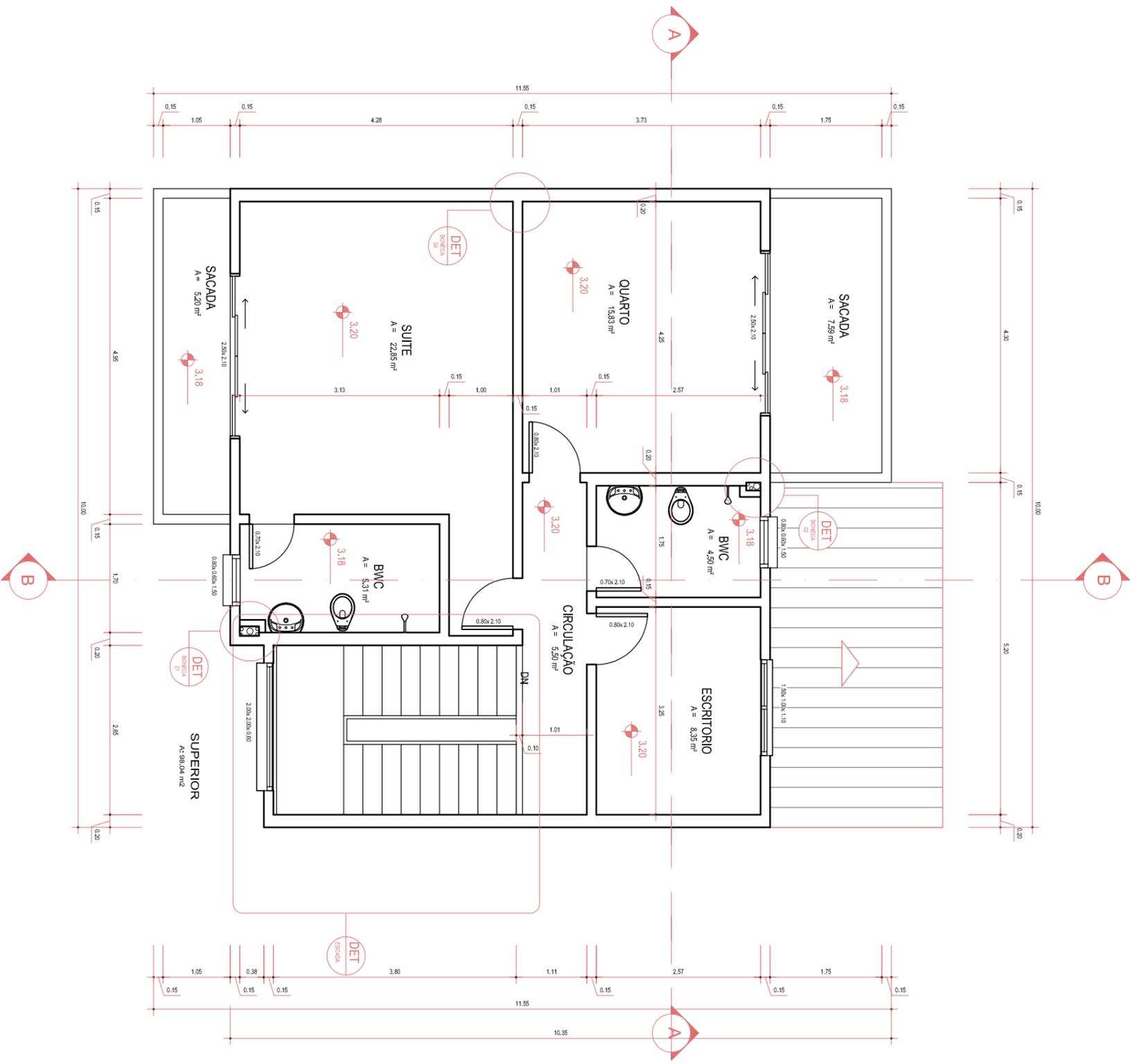
	A	B
1	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1076 : id 881926	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815704
2	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1009 : id 860483	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
3	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1103 : id 892132	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
4	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2907 : id 892137	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
5	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2910 : id 892148	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815707
6	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 973 : id 853548	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815710
7	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1104 : id 892239	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815712
8	Flex Ducts : Flex Duct Round : Flex - Round - Mark 178 : id 887276	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : TQS 15,0x30,0 : id 815714
9	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1100 : id 891776	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815934
10	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1066 : id 879328	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
11	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2737 : id 879329	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
12	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1067 : id 879377	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
13	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1068 : id 879386	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
14	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2739 : id 879387	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
15	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1069 : id 879586	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
16	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2747 : id 879598	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
17	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1070 : id 879660	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
18	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1071 : id 879736	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
19	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2757 : id 879786	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958

20	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1072 : id 879872	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
21	Pipe Fittings : M_Tee - Generic : Standard - Mark 2770 : id 879882	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
22	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1073 : id 879883	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
23	Pipe Fittings : M_Transition - Generic : Standard - Mark 2773 : id 879887	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
24	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2776 : id 879938	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
25	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2778 : id 879941	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815958
26	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1054 : id 878873	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815991
27	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1074 : id 881495	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815991
28	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2780 : id 881504	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815991
29	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1047 : id 878551	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
30	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1048 : id 878562	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
31	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2696 : id 878563	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
32	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1049 : id 878566	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
33	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2701 : id 878577	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
34	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1050 : id 878764	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
35	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1051 : id 878777	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
36	Pipe Fittings : M_Tee - Generic : Standard - Mark 2709 : id 878787	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
37	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1052 : id 878788	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
38	Pipe Fittings : M_Transition - Generic : Standard - Mark 2712 : id 878792	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
39	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2713 : id 878794	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
40	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1054 : id 878873	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
41	Pipe Fittings : M_Tee - Generic : Standard - Mark 2715 : id 878882	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
42	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1055 : id 878883	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999

43	Pipe Fittings : M_Transition - Generic : Standard - Mark 2718 : id 878887	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
44	Pipe Fittings : M_Elbow - Generic : Standard - Mark 2720 : id 878929	Floors : Floor : TQS h=12 : id 815999
45	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1100 : id 891776	Floors : Floor : TQS h=12 : id 816050
46	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 852 : id 821897	Floors : Floor : TQS h=12 : id 816098
47	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 852 : id 821897	Floors : Floor : TQS h=14 : id 816114
48	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 918 : id 845433	Floors : Floor : TQS h=14 : id 816114
49	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 852 : id 821897	Floors : Floor : Generic 150mm : id 816317
50	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1032 : id 871880	Floors : Floor : Generic 150mm : id 816317
51	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1056 : id 878918	Floors : Floor : Generic 150mm : id 816317
52	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1075 : id 881873	Floors : Floor : Generic 150mm : id 816317
53	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1119 : id 892818	Floors : Floor : Generic 150mm : id 816317
54	Pipes : Pipe Types : Standard - Mark 1123 : id 892880	Floors : Floor : Generic 150mm : id 816317

End of Interference Report

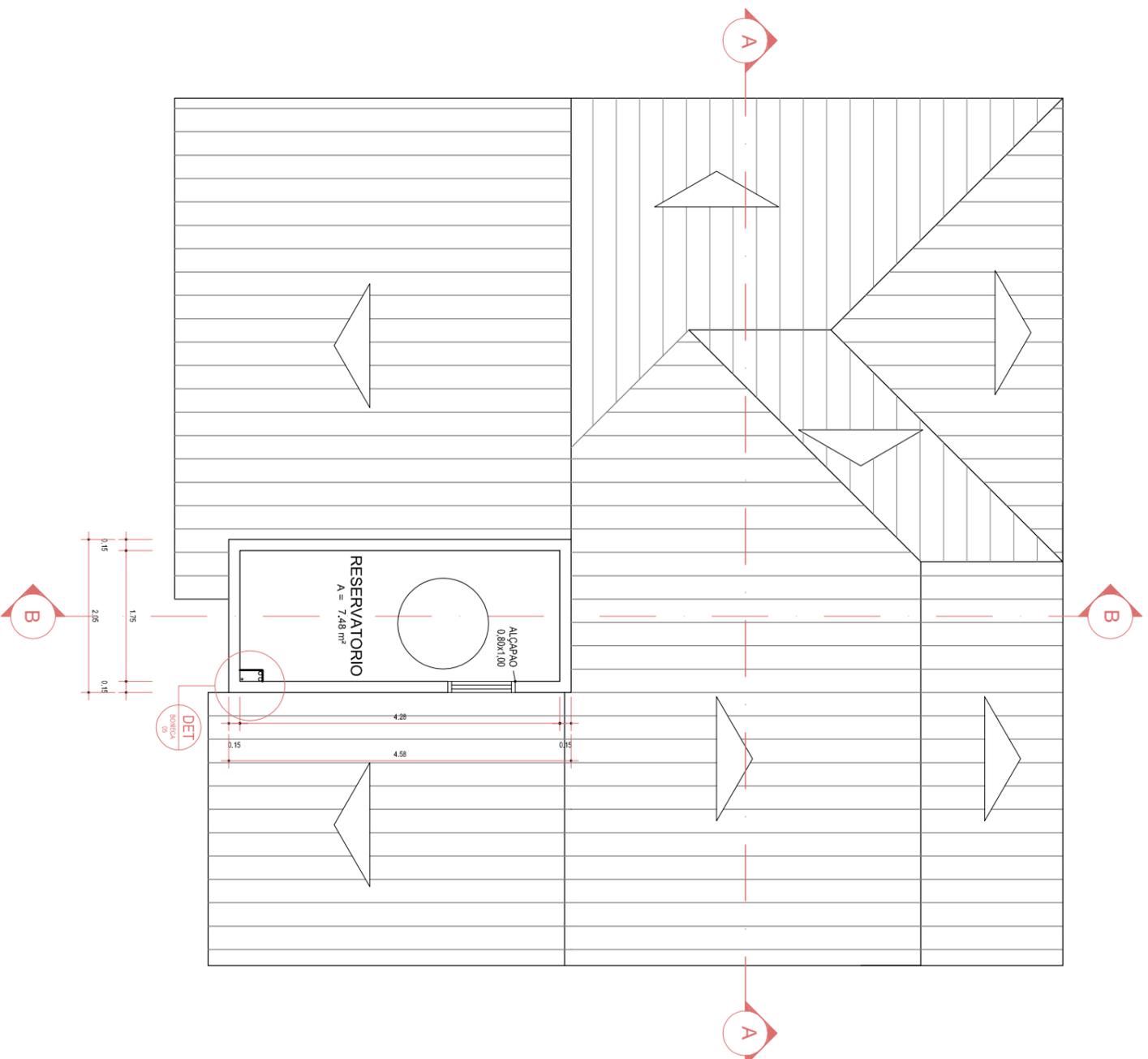
ANEXO 04 – PROJETOS EXECUTIVOS E DETALHES DE COMPATIBILIZAÇÃO



PLANTA BAIXA - SUPERIOR

Escala 1/75

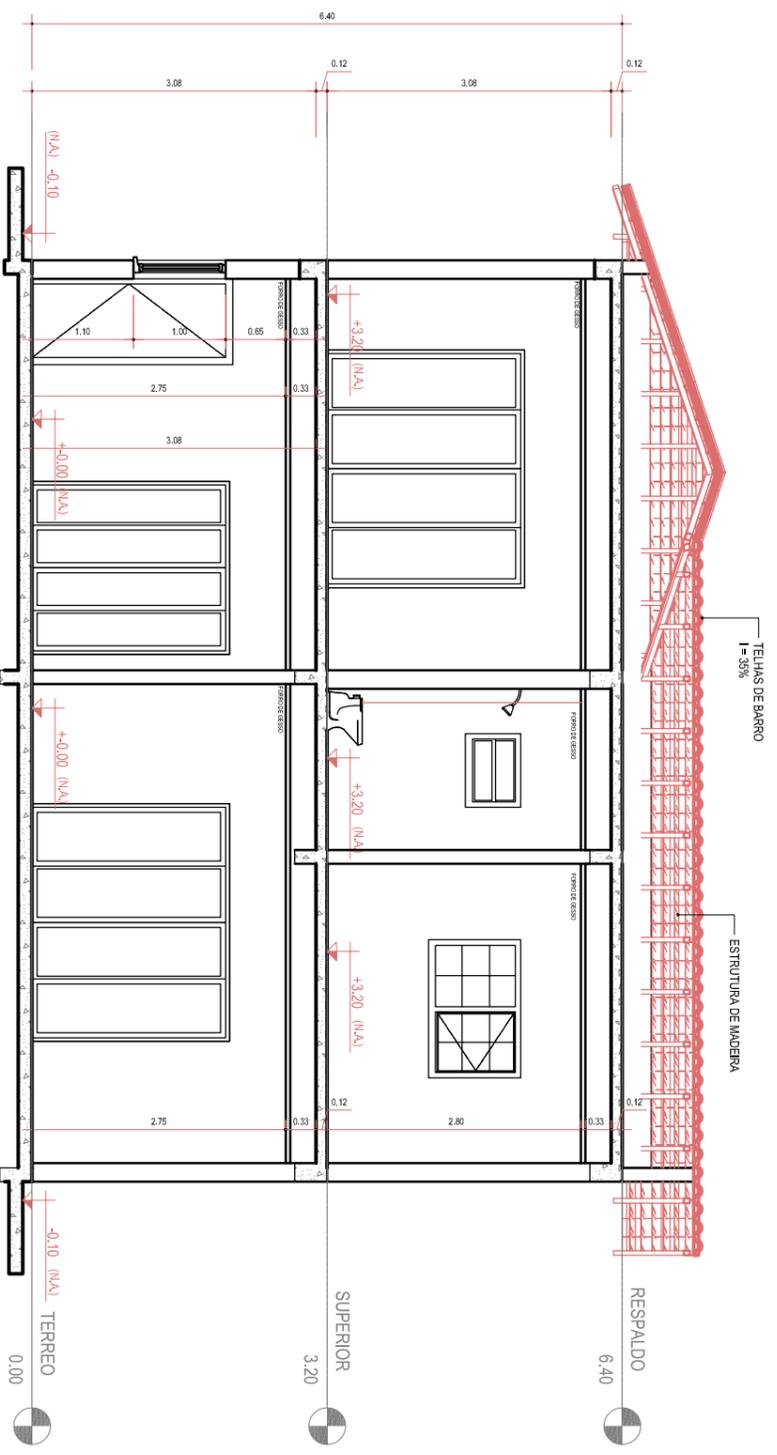
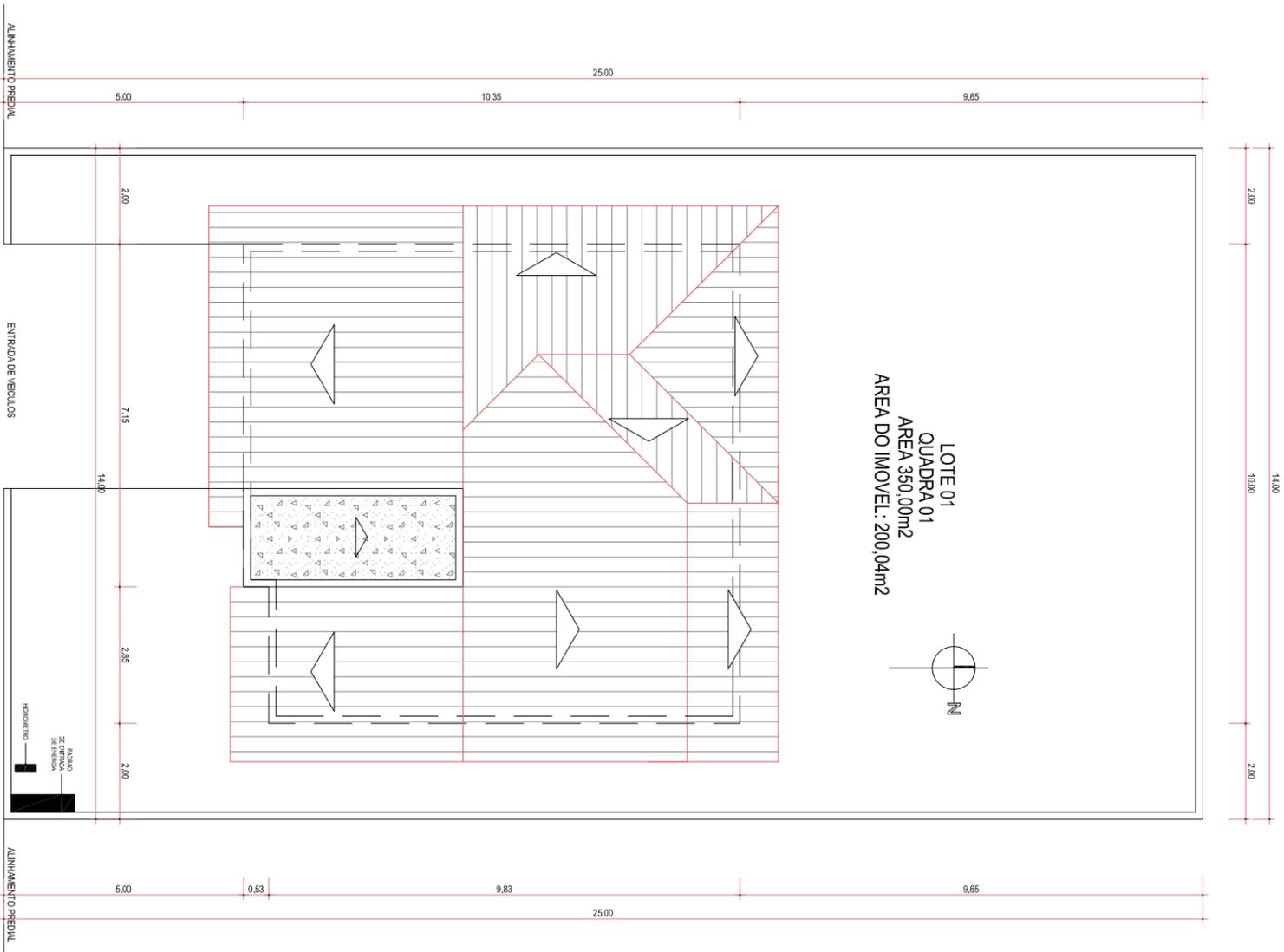
EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA Local: ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO		Projeto: 02/06	
arquiteto: MARCELO FARINHA	data: 02/08/2012	estado: INDICADA	projeto nº: 04
projeto: PROJETO ARQUITETÔNICO PLANTA BAIXA - SUPERIOR		proprietário: _____ responsável técnico: _____ projeto: _____ responsável técnico: _____ observação: _____	



COBERTURA E RESERVATORIO

Escala 1/75

obra EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA			
local ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO			
proprietária _____	responsável técnico _____	fase 03/06	
projeto _____	responsável técnico _____		
construção _____	responsável técnico _____		
projeto PROJETO ARQUITETÔNICO			
COBERTURA E RESERVATORIO			
empresa MARCEL FARNHIA	data 02/08/2012	estado INDICADA	página nº 04

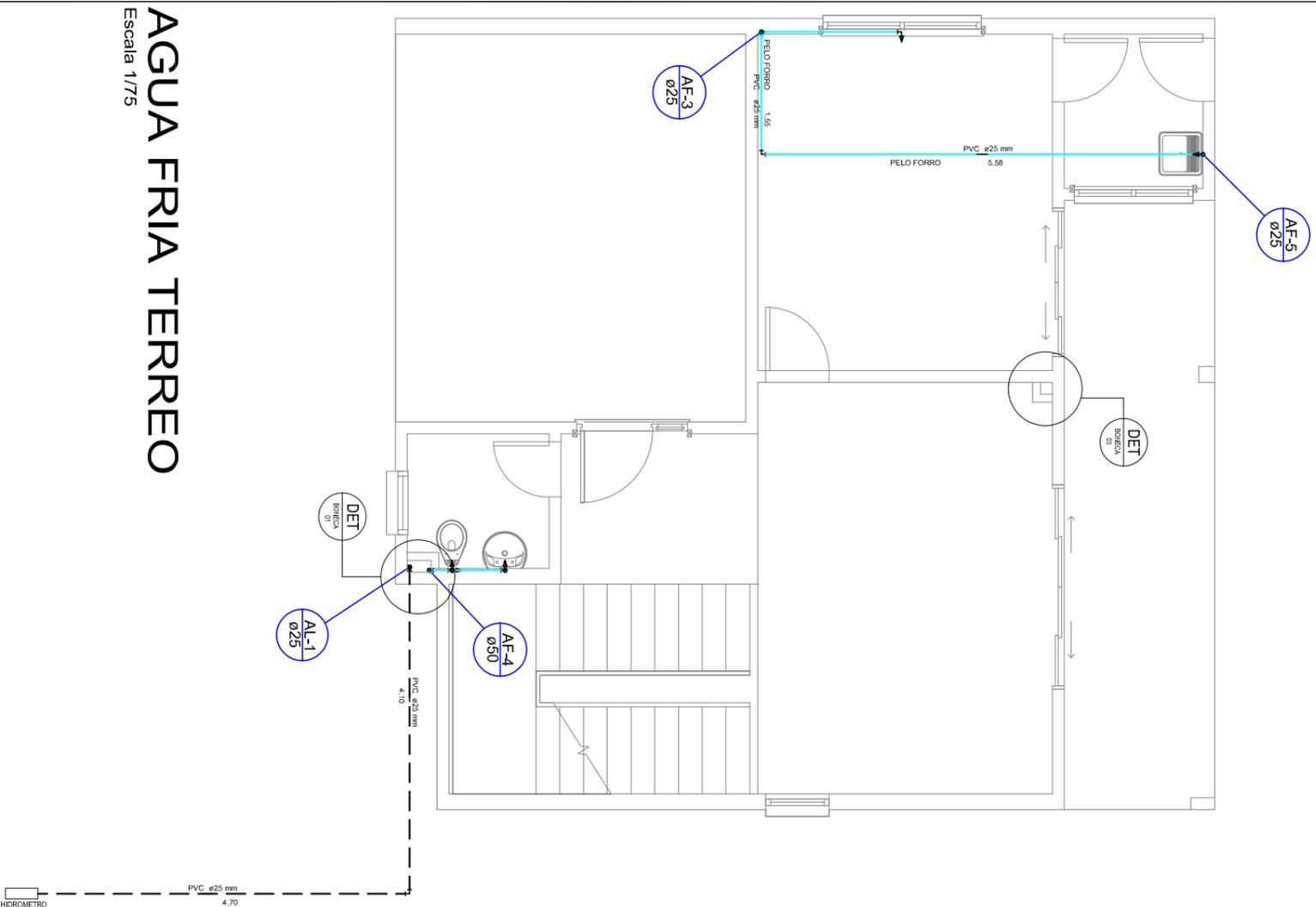


CORTE AA
Escala 1/75

LOCAÇÃO E COBERTURA

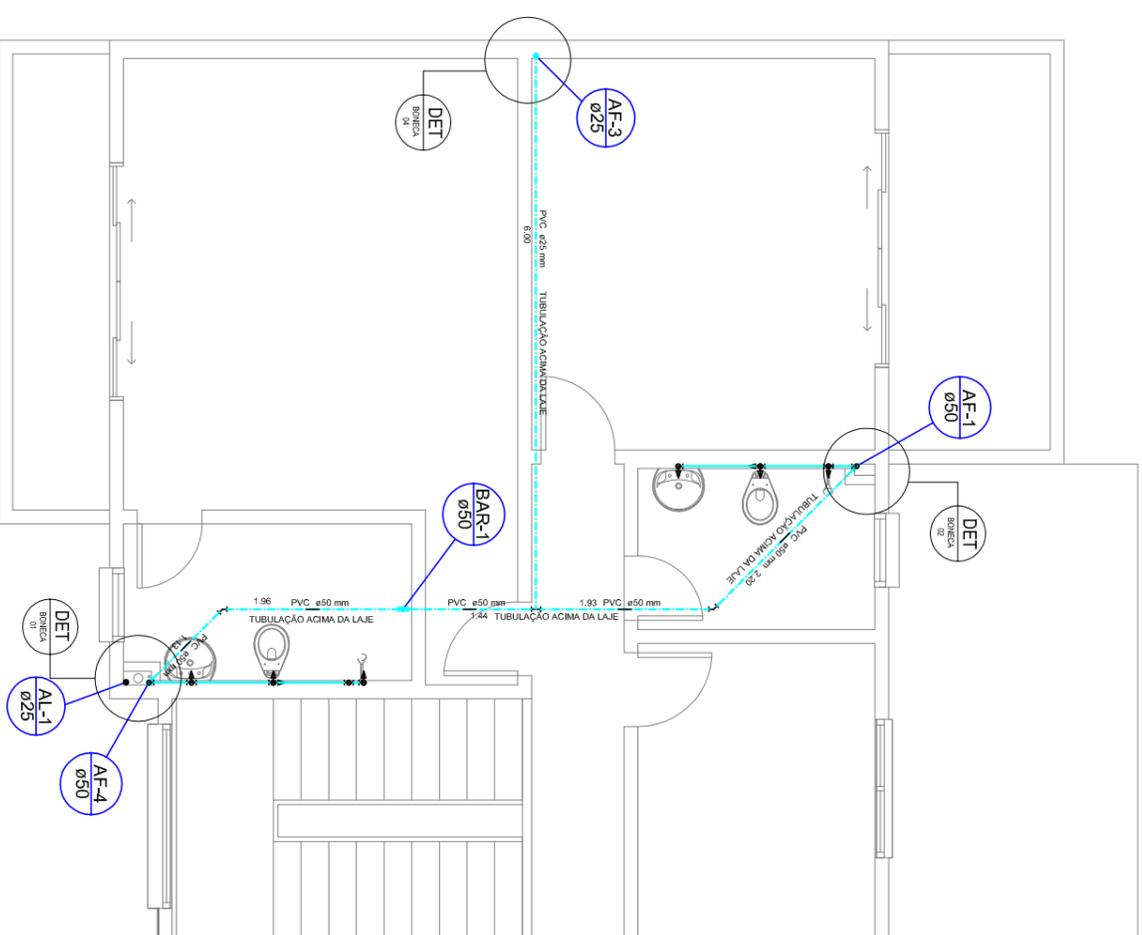
Escala 1/125

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA Local: ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO		Proprietário: _____ Responsável Técnico: _____ Profissional Autorizado: _____ Data: 05/06	
PROJETO ARQUITETONICO CORTE BB E ELEVACAO FRONTAL			
Projeto: MANCEL FARNHIA Data: 02/08/2012 Estado: INDICADA Projeto: 04			



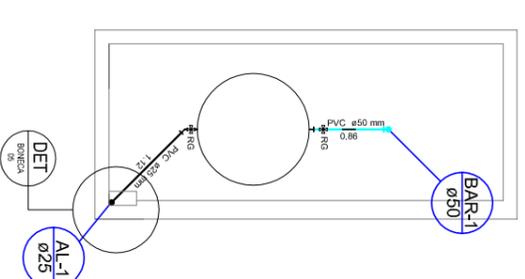
AGUA FRIA TERREO

Escala 1/75



AGUA FRIA SUPERIOR

Escala 1/75

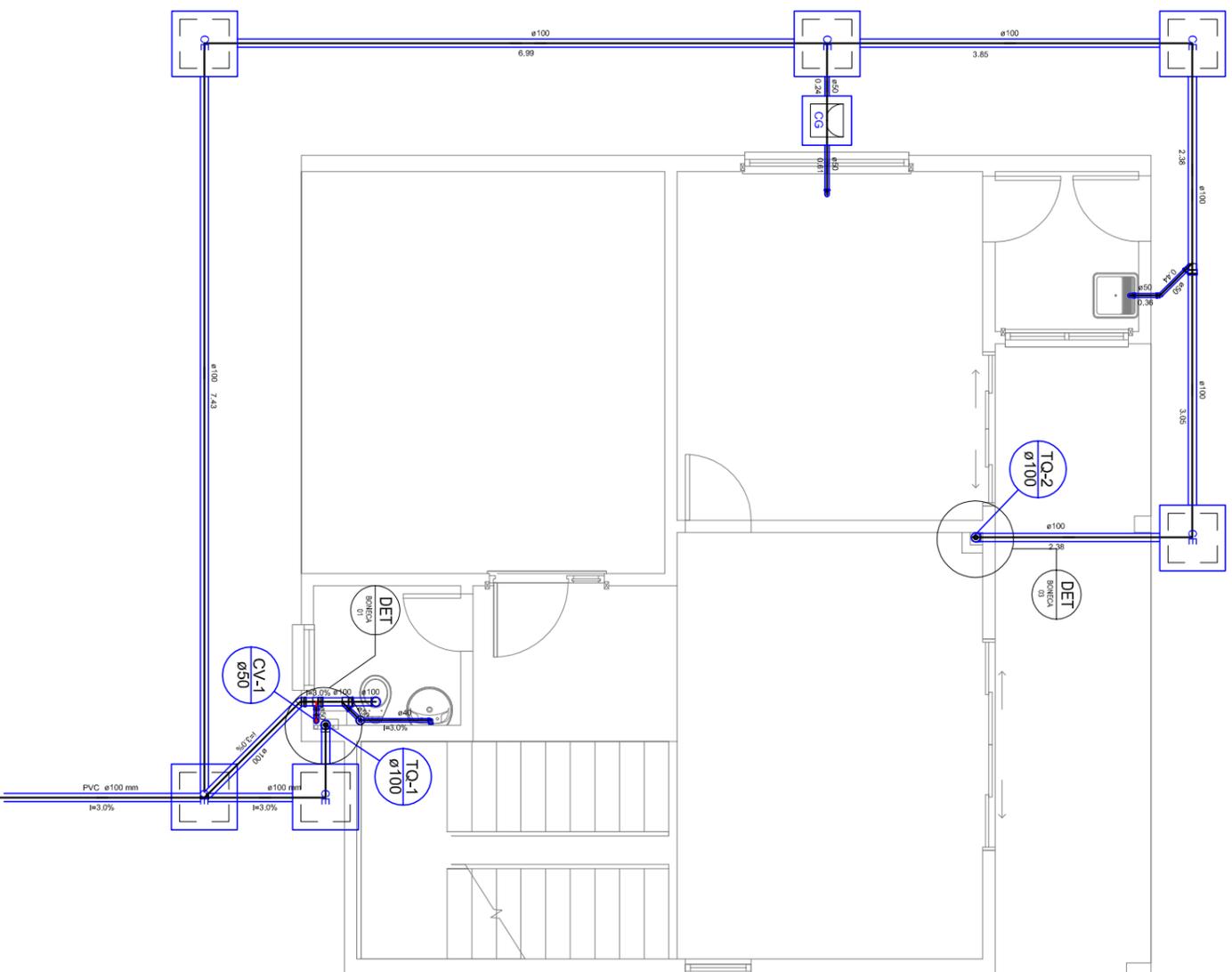


RESERVATORIO

Escala 1/75

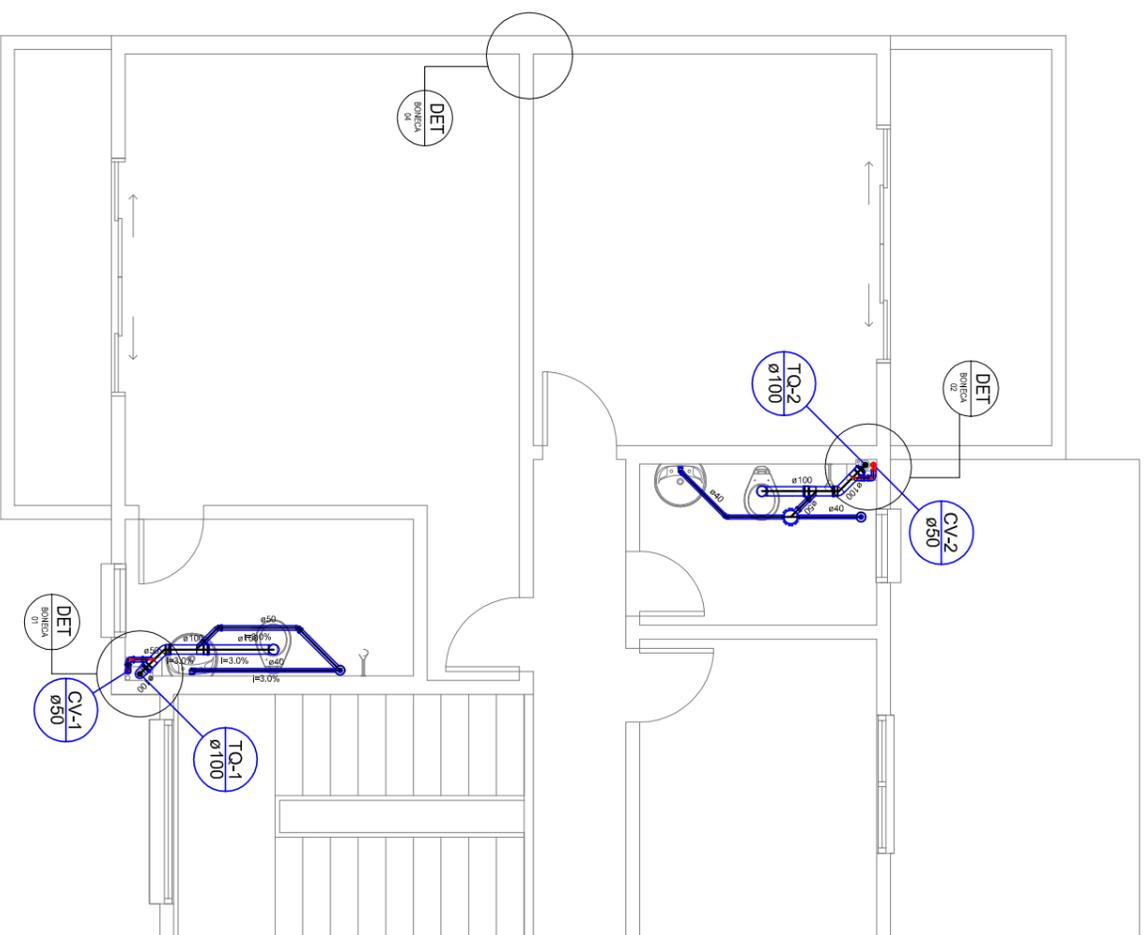
Legenda	
	Caixas Inspeção Esgoto Simples
	Caixas de Gordura
	Ralo Sifonado
	Curva 90 curta-coluna
	Joelho 45
	Joelho 90-coluna
	Junção simples
	Lavatório de Uso Geral
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Tanque de Lavar Roupa DN 50mm
	Válvula de descarga c/PVC soldável - VD
	Vaso Sanitário c/ 90°
	Caixa Sifonada
	Registro de Pressão com PVC soldável - RP
	Registro Globo - RG
	Tubulação Pao Piso
	Tubulação Pao Forro
	Tubulação Acima da Laje

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO	
PROJETO HIDROSANITARIO AGUA FRIA SUPERIOR, TERREO E RESERVATORIO	01/04
Autor: MANCEL FARNINHA Data: 02/06/2012 Escala: 1/50	Projeto:



ESGOTO TERREO

Escala 1/75

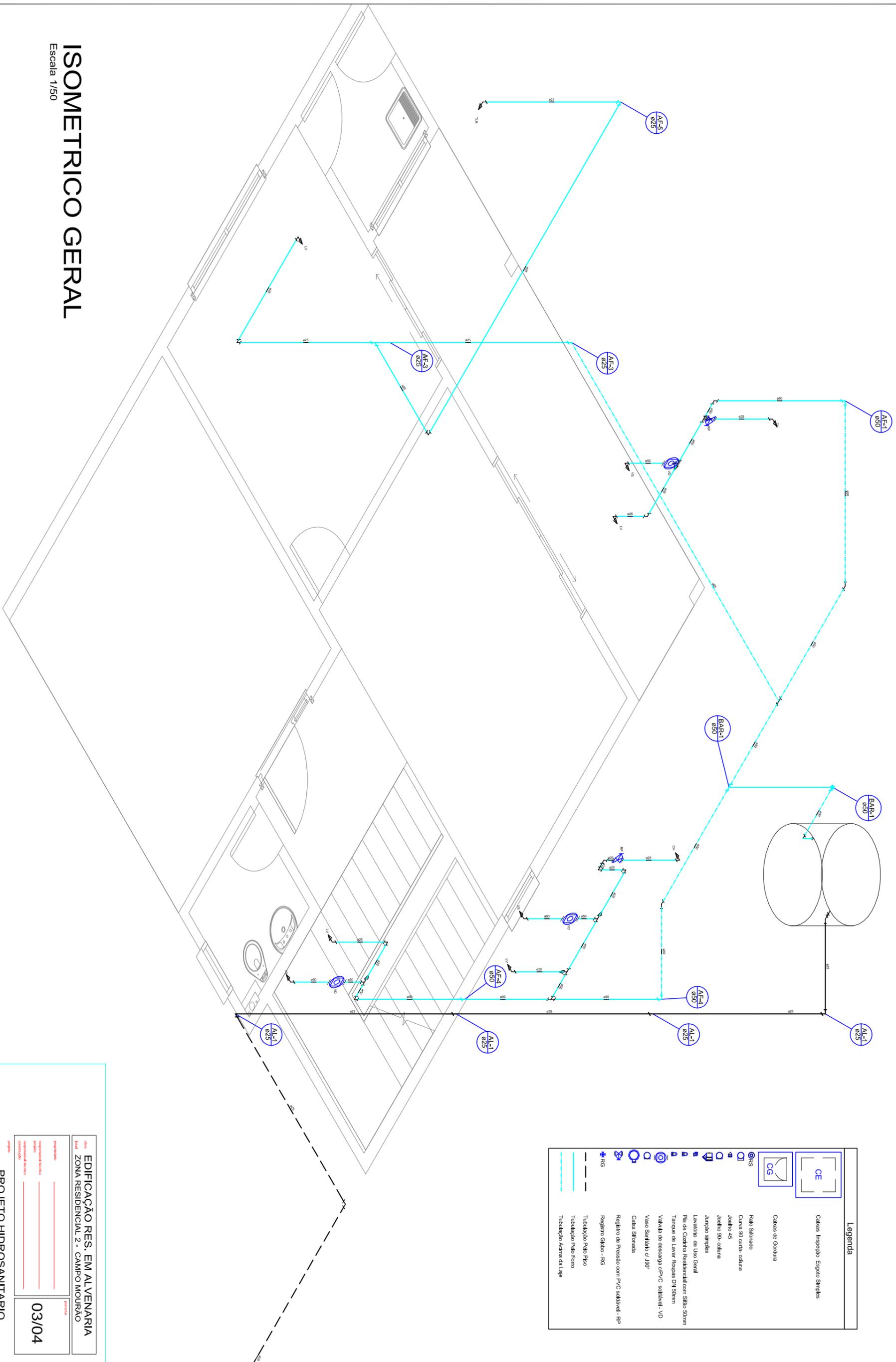


ESGOTO SUPERIOR

Escala 1/75

Legenda	
	Caixas Inspeção Esgoto Simples
	Caixas de Gordura
	Ralo Sifonado
	Curva 90 curta- euluna
	Joelho 45
	Joelho 90- euluna
	Junção simples
	Lavatório de Uso Geral
	Pia de Cozinha Residencial com Sifão 50mm
	Tanque de Lavar Roupas DN 50mm
	Válvula de descarga c/PVC soldável - VD
	Vaso Sanitário c/ 190°
	Caixa Sifonada
	Registro de Pressão com PVC soldável - RP
	Registro Globo - RG
	Tubulação Pelo Piso
	Tubulação Pelo Forro
	Tubulação Acima da Laje

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA	
Local ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO	
projetista	projetista
responsável técnico	responsável técnico
projetista	projetista
responsável técnico	responsável técnico
projetista	projetista
responsável técnico	responsável técnico
02/04	
PROJETO HIDROSANITARIO	
ESGOTO SUPERIOR E TERREO	
autor	autor
MARCELO FARIAS	MARCELO FARIAS
data	data
02/08/2012	02/08/2012
escala	escala
1/50	1/50
folha	folha
04	04

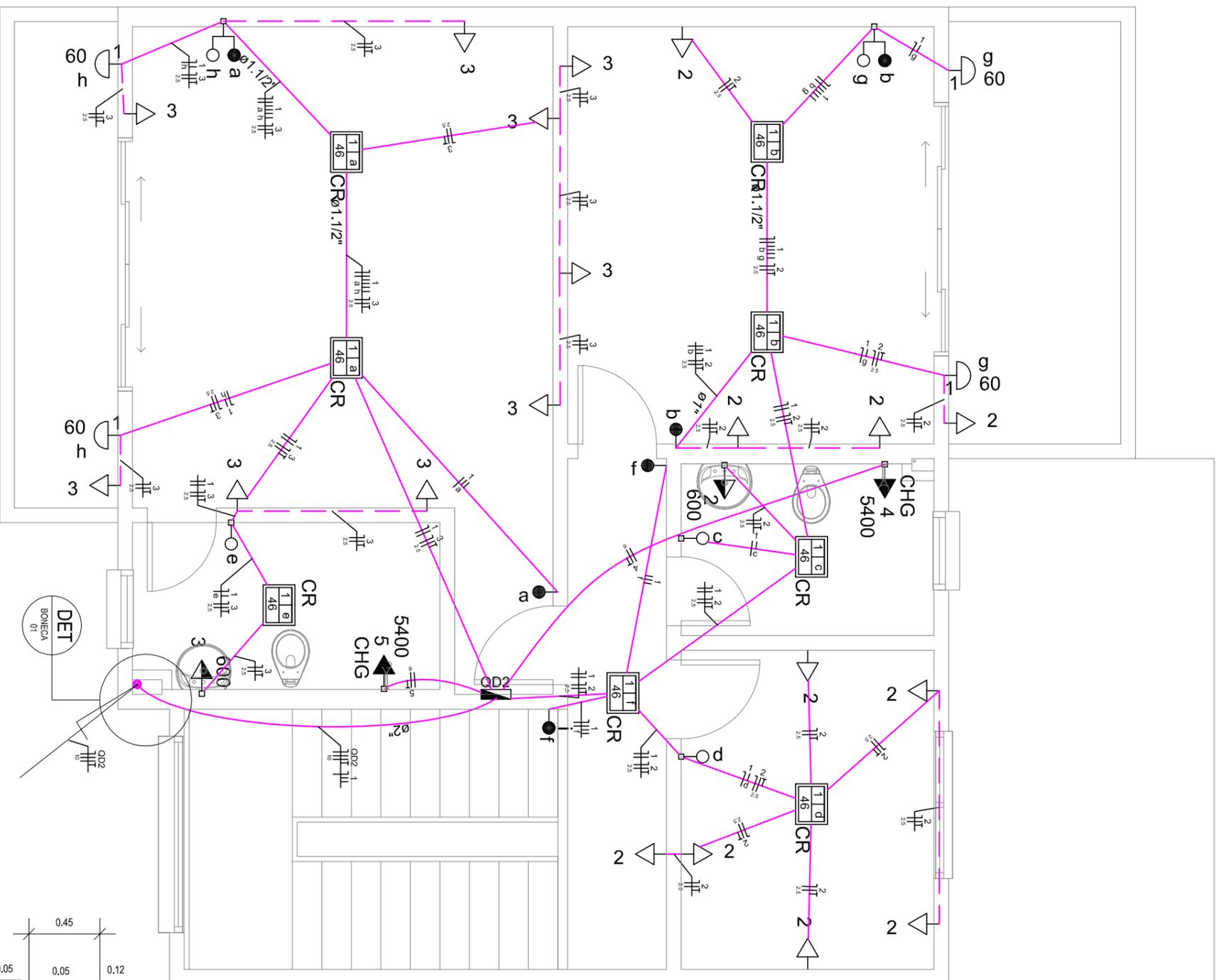


ISOMETRICO GERAL

Escala 1/50

Legenda	
	Calhas Inspeção Esgoto Simples
	Calhas de Gordura
	Rafio Sifonado
	Curva 30 curv. coluna
	Joelho 45
	Joelho 90º coluna
	Junção simples
	Lavatório de Uso Geral
	Tanque de Lavar Roupas DN 50mm
	Válvula de descarga c/PVC esférica - VD
	Vaso Sanitário ø 190
	Calha Sifonada
	Registro de Pressão com PVC soldável - RP
	Registro Gôlo - RG
	Tubulação Pelo Piso
	Tubulação Pelo Forro
	Tubulação Adma da Laje

EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA	
Local: ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO	
projetista	_____
responsável técnico	_____
projetista	_____
responsável técnico	_____
data	03/04
PROJETO HIDROSANTITARIO	
ISOMETRICO GERAL	
autor	MARCELO FARIAS
data	02/08/2012
escala	1/50
projeto	04



DETALHE

SEMI ESCALA

Legenda	
	Caixa de medição embutir a 1,60m do piso
	Entrada de serviço aérea
	Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
	Interruptor 2 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
	Interruptor intermediário 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor paralelo 1 tecla - 1,10m do piso
	Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso
	Luminária p/ lâmp. incand. comum - parede
	Luminárias p/ 2 lâmp. fluor. compactas c/ reator - embutir teto
	Quadro de distribuição - embutir a 1,50m do piso
	Tomada universal 2P+T a 0,30m do piso
	Tomada universal 2P+T a 1,10m do piso

NOTAS

- 1 - OS ATERRAMENTOS DEVERÃO SER CONTÍNUOS ATÉ A HASTE DE ATERRAMENTO
 - 2 - AS FASES DEVERÃO SER IDENTIFICADAS POR FITAS COLORIDAS (AMARELA, BRANCA E VERMELHA), DESDE A MEDIÇÃO ATÉ A CHEGADA NO QD
 - 3 - MEDIDAS EM METROS (m)
 - 4 - CADA ELTRODUTO DEVERÁ CONTER CIRCUITOS COMPLETOS RSTN
 - 5 - A RESISTENCIA DE TERRA NÃO DEVERÁ PASSAR DE 10 ohms EM QUALQUER EPOCA DO ANO.
 - 6 - DEVERÁ SER EXECUTADO ENVELOPE DE CONCRETO EM LOCAIS ONDE EXISTIR A POSSIBILIDADE DE PASSAGEM DE VEÍCULOS E TRAVERSAS DE ARRUMAMENTO E PATIO DE MANOBRAS
- TODA FAIXO SEM INDICAÇÃO DE BITOLA, CONSIDERAR #2,5mm²
- TODO ELTRODUTO SEM INDICAÇÃO DE DIÂMETRO, CONSIDERAR #25mm (3/4")
- AS FAÇÕES DEVERÃO SER IDENTIFICADAS NAS CORES:
- FASE A= AMARELO
 FASE B= BRANCO
 FASE C= VERMELHO
 NEUTRO= AZUL CLARO
 RETORNO= CINZA
 TERRA= VERDE

PROJETO ELETRICO

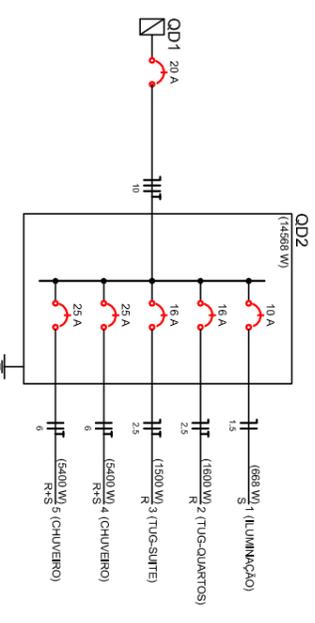
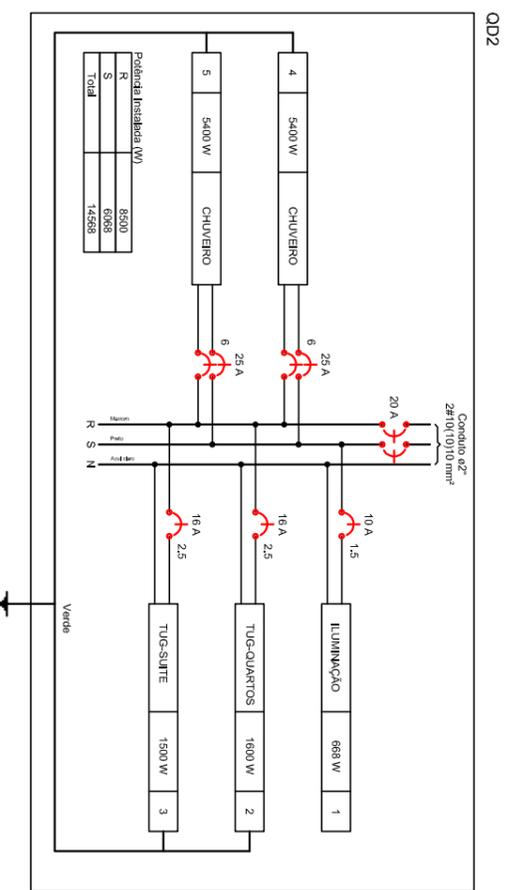
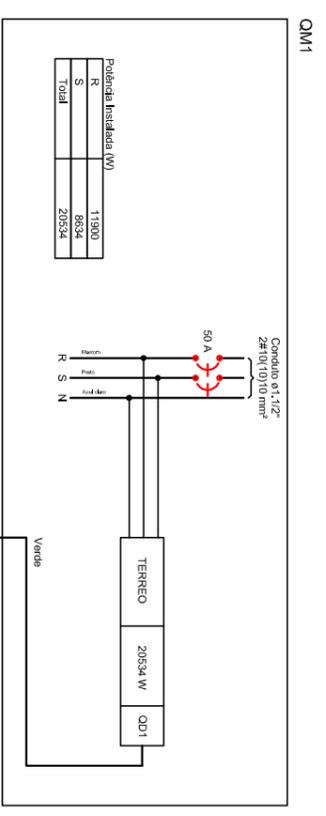
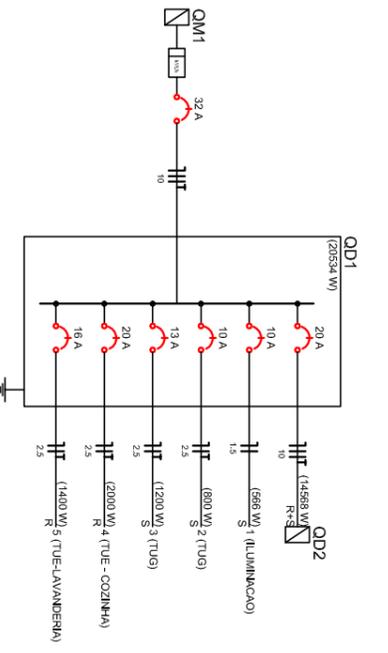
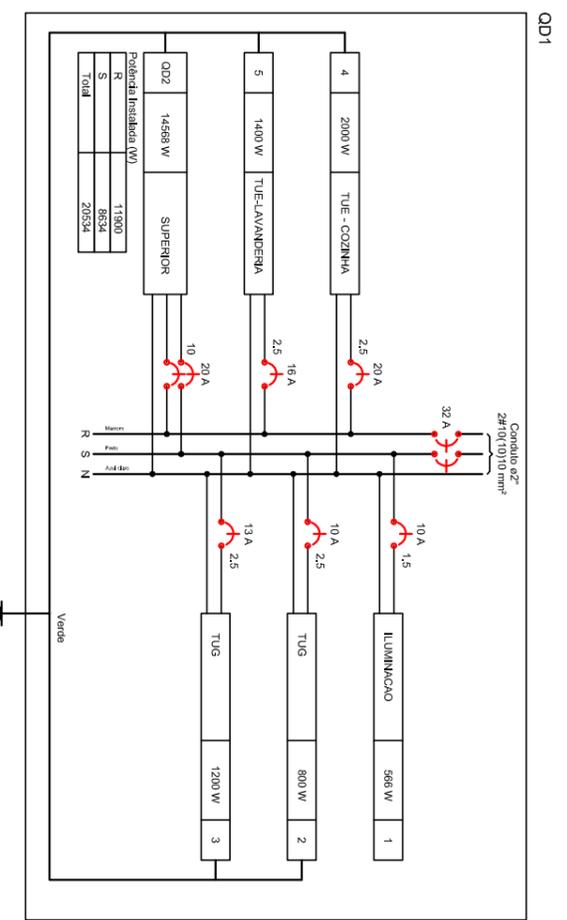
DISTRIBUIÇÃO PAV. SUPERIOR E NOTAS DE PROJETO

data	02/03/2012	escala	1/50	projeto	04
coloca	EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA				
local	ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO				
projetista	_____				
responsável técnico	_____				
responsável executor	_____				
comprovação	_____				

02/03

ELETTRICA SUPERIOR

Escala 1/75



Quadro de Demanda (QM1)

Tipo de carga	Potência Instalada (W)	Fator de demanda (%)	Demanda (W)
Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)	22.68	24	5.44
TOTAL			5.44

Quadro de Cargas (QD1)

Circuito	Descrição	Esquema	Método de Inst.	V (V)	Multiplicação (W)	Tensões (W)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pol. - R (W)	Pol. - S (W)	Pol. - T (W)	FCT	FCA	W (A)	Sigla	Ic (A)	Dist (A)	div par. (%)	div total (%)	Status	
QD2	ILUMINACAO	F+N+T	BT	127 V	11	1	15343	968	R+S	6068	668	0	1,00	1,00	18,1	1,5	23,0	10,0	0,81	2,08	OK	
1	a				2	2	92	92	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,2	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
2	b				2	2	92	92	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,2	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
3	c				1	1	46	46	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
4	d				1	1	46	46	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
5	e				1	1	46	46	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
6	f				1	1	46	46	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
7	g				2	2	120	120	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
8	h				2	2	120	120	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,73	2,01	OK	
9	i				10	1	60	60	S	0	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	16,0	1,13	3,22	OK	
2	TUG	F+N+T	BT	127 V	10	1	1000	800	S	0	0	0	1,00	0,80	14,8	2,5	31,0	13,0	0,63	1,90	OK	
3	TUG-COZINHA	F+N+T	BT	127 V	2	2	2500	2000	R	2000	0	0	1,00	0,80	30,3	2,5	31,0	20,0	3,39	4,67	OK	
4	TUE-LAVANDERIA	F+N+T	BT	127 V	1	1	1750	1400	R	1400	0	0	1,00	0,80	21,2	2,5	31,0	16,0	2,39	3,87	OK	
5	TUE-LAVANDERIA	F+N+T	BT	127 V	11	1	12	20534	8534	R+S	11900	0	0	1,00	0,80	21,2	2,5	31,0	16,0	2,39	3,87	OK
TOTAL																						

Quadro de Cargas (QD2)

Circuito	Descrição	Esquema	Método de Inst.	V (V)	Multiplicação (W)	Tensões (W)	Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pol. - R (W)	Pol. - S (W)	Pol. - T (W)	FCT	FCA	W (A)	Sigla	Ic (A)	Dist (A)	div par. (%)	div total (%)	Status
1	ILUMINACAO	F+N	BT	127 V	5	5	668	668	S	668	0	0	1,00	0,80	0,9	1,2	23,0	10,0	0,84	2,12	OK
2	TUG-QUARTOS	F+N+T	BT	127 V	2	2	1600	1600	S	1600	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,84	2,12	OK
3	TUG-SUITE	F+N+T	BT	127 V	1	1	1500	1500	R	1500	0	0	1,00	0,80	0,9	1,5	23,0	10,0	0,84	2,12	OK
4	CHUVERO	F+N+T	BT	220 V	9	1	5400	1500	R	1500	0	0	1,00	0,80	18,7	2,5	31,0	16,0	2,22	4,36	OK
5	CHUVERO	F+N+T	BT	220 V	8	5	5400	5400	R+S	5400	0	0	1,00	0,80	24,5	6	54,0	25,0	0,52	2,61	OK
TOTAL																					

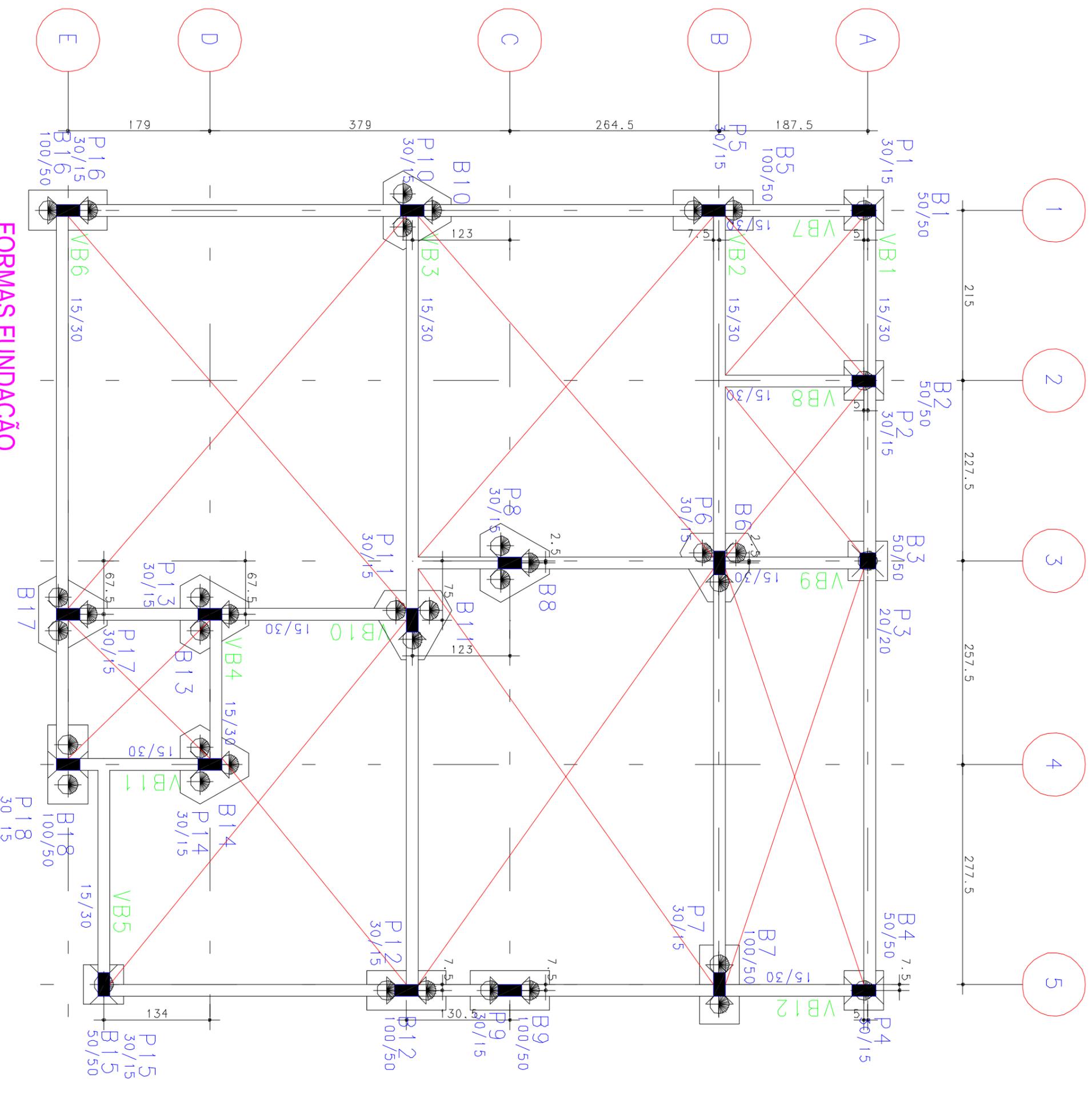
PROJETO ELETRICO

QUADROS, DIAGRAMAS UNIFILARES E MULTIFILARES

Edifício: **EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA**
 Local: **ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO**

Projeto: **03/03**

Arquiteto: **MARCEL FARINHA** | Data: **02/09/2012** | Escala: **SEM ESCALA** | Projeto: **04**



FORMAS FUNDAÇÃO

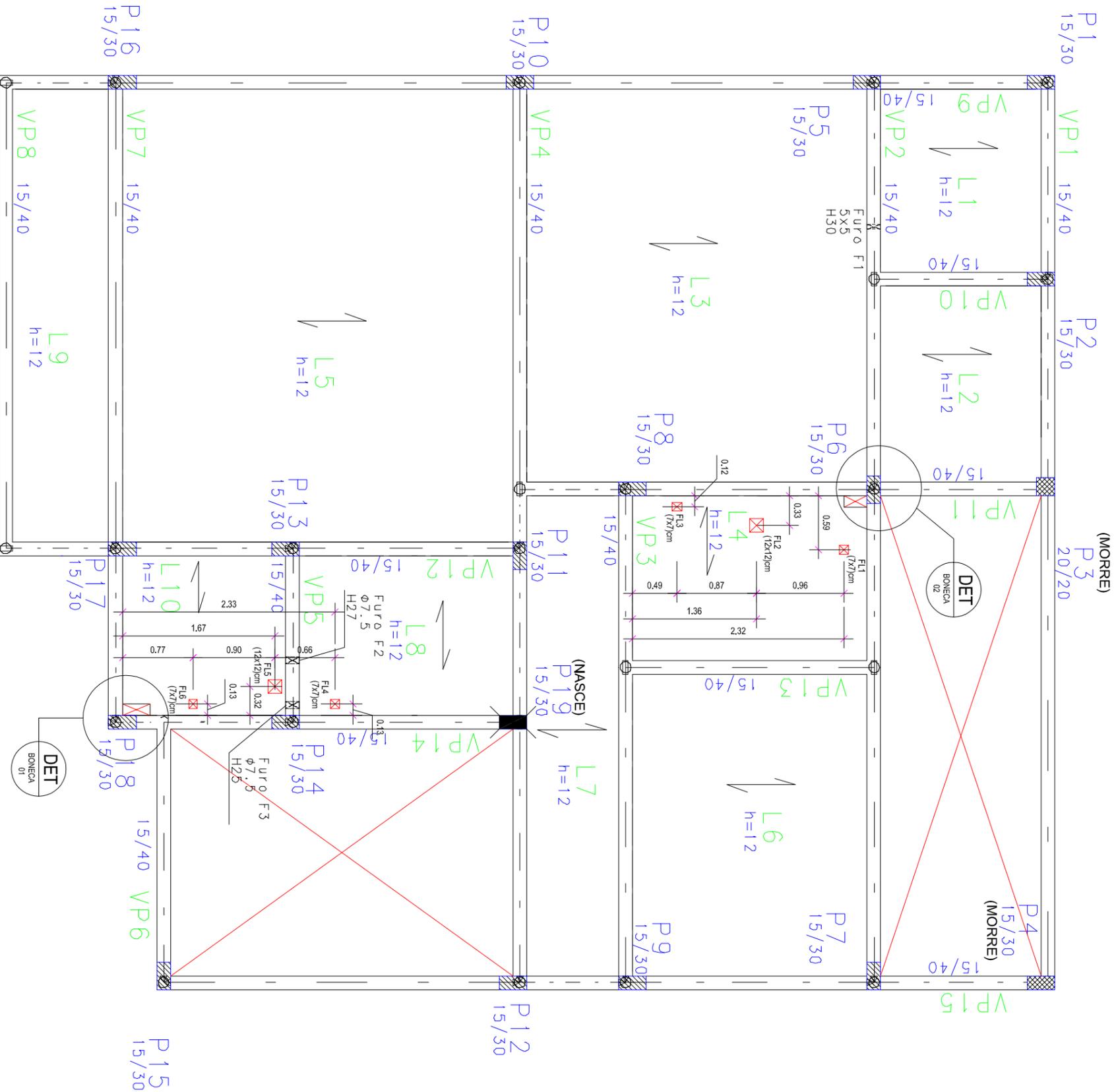
Escala 1/50

LEGENDA

-  PILAR QUE NASCE NO NIVEL
-  PILAR QUE PASSA PARA O PROXIMO NIVEL
-  PILAR QUE MORRE NESTE NIVEL
-  DIREÇÃO PRINCIPAL DE LAJE PRE-MOLDADA
-  EIXO DE ORIENTAÇÃO DE LAJE MACIÇA

FL(X) FURTO NA LAJE (DIMENSOES)
 COTA DE ARRASAMENTO DOS BLOCOS
 -50cm (PISO ACABADO NIVEL 0)

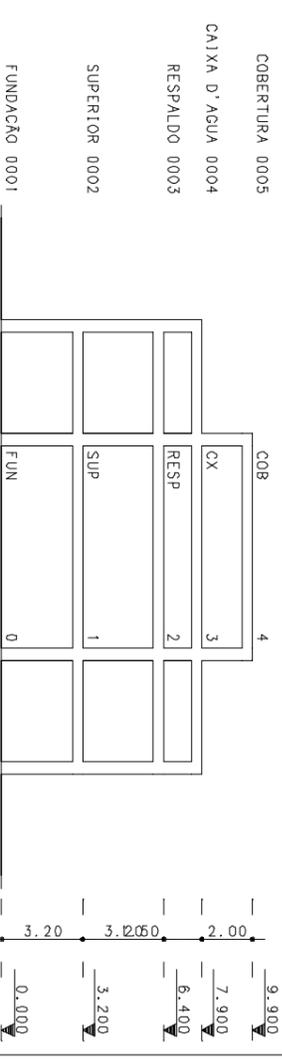
<p>EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO</p>		<p>01/04</p>
<p>PROJETO ESTRUTURAL PLANTA DE FORMAS DA FUNDAÇÃO</p>	<p>PROJETO</p>	<p>002</p>



LEGENDA

- PILAR QUE NASCE NO NIVEL
 - PILAR QUE PASSA PARA O PROXIMO NIVEL
 - PILAR QUE MORRE NESTE NIVEL
 - DIREÇÃO PRINCIPAL DE LAJE PRE-MOLDADA
 - EIXO DE ORIENTAÇÃO DE LAJE MACIÇA
 - FL(X) FURO NA LAJE (DIMENSOES)
- COTA DE ARRASAMENTO DOS BLOCOS
-50cm (PISO ACABADO NIVEL 0)

CORTE ESQUEMATICO SEM ESCALA



FORMAS SUPERIOR

Escala 1/50

PROJETO ESTRUTURAL
DISTRIBUIÇÃO PAV. SUPERIOR E NOTAS DE PROJETO

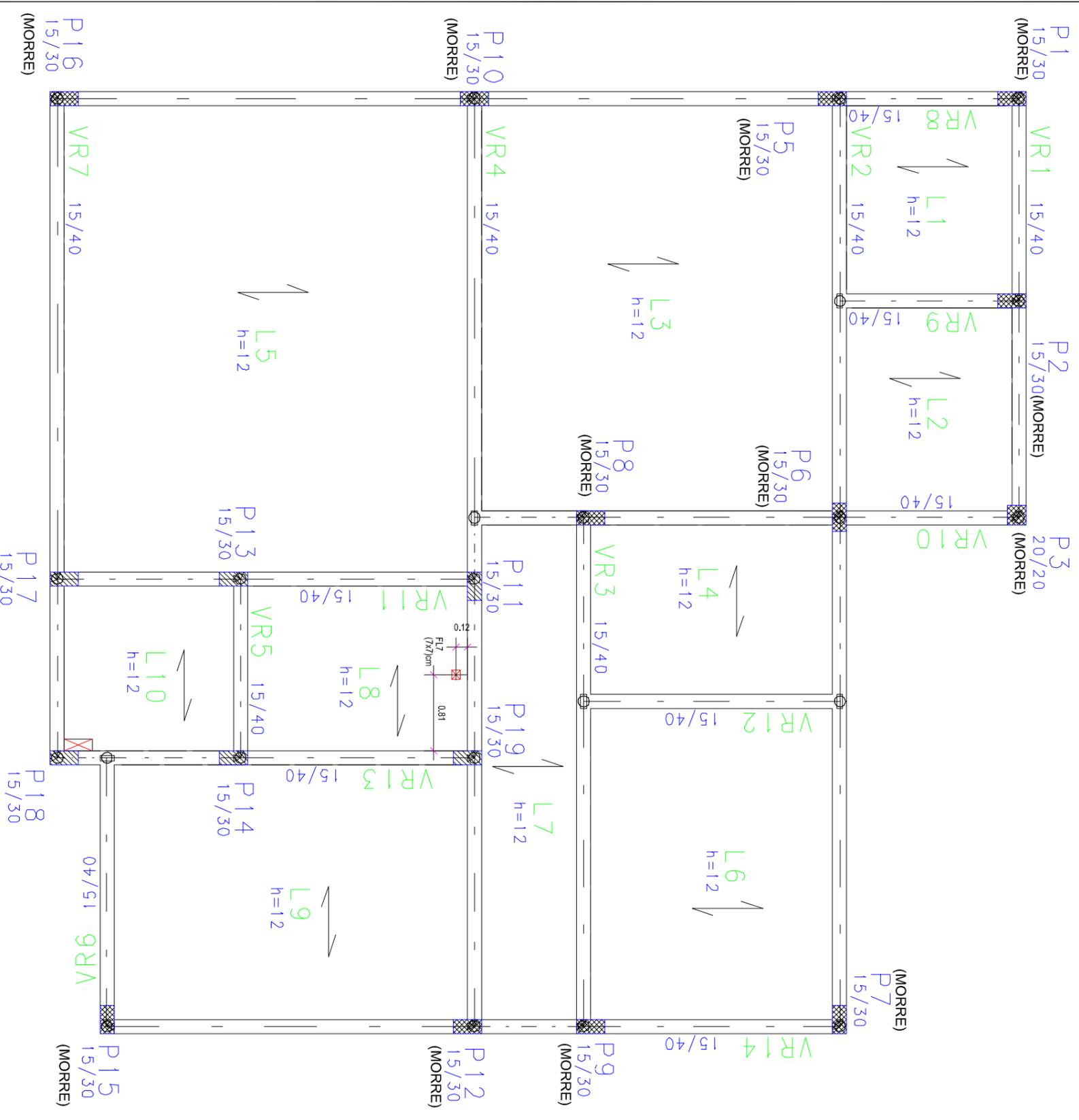
EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA
ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO

PROJETO
02/04

MARCEL FAIRNHA 02/09/2012 1/50 002

LEGENDA

- PILAR QUE NASCE NO NÍVEL
- PILAR QUE PASSA PARA O PRÓXIMO NÍVEL
- PILAR QUE MORRE NESTE NÍVEL
- DIREÇÃO PRINCIPAL DE LAJE PRE-MOLDADA
- EIXO DE ORIENTAÇÃO DE LAJE MACIÇA
- FL(X) FURO NA LAJE (DIMENSÕES)
- COTA DE ARRASAMENTO DOS BLOCOS -50cm (PISO ACABADO NÍVEL 0)

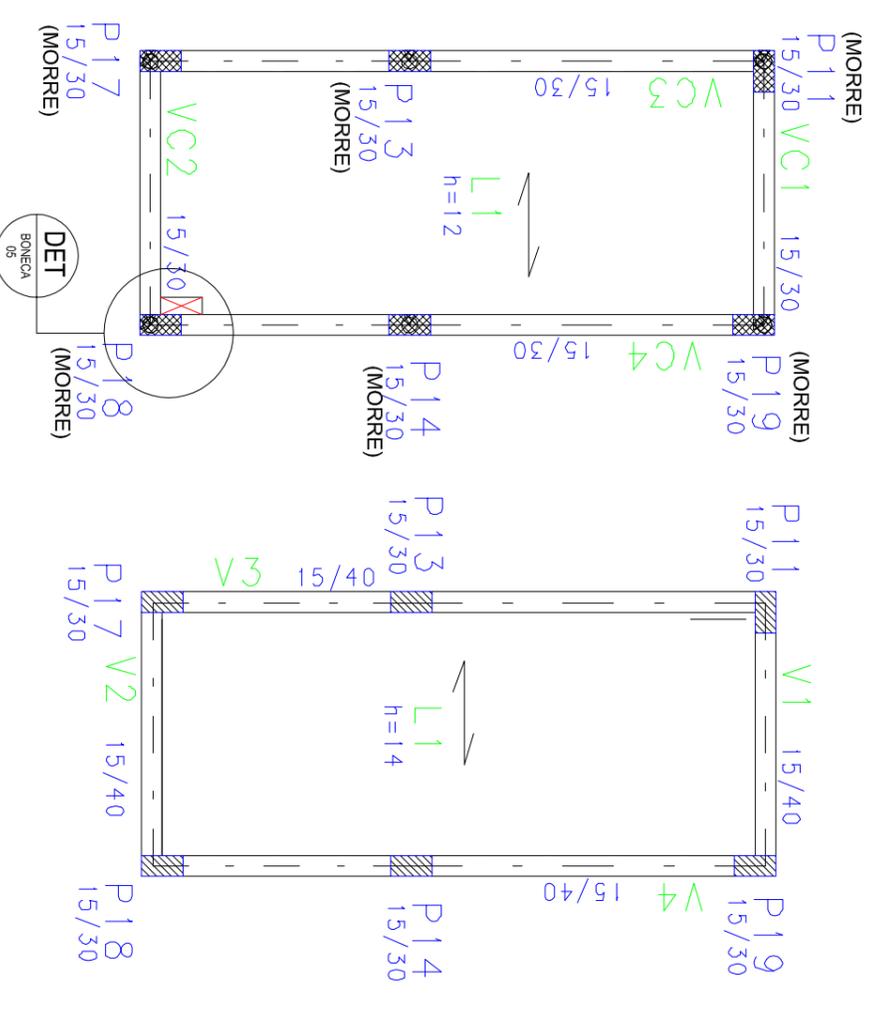


FORMAS RESPALDO

Escala 1/50

FORMAS CAIXA D'AGUA

Escala 1/50

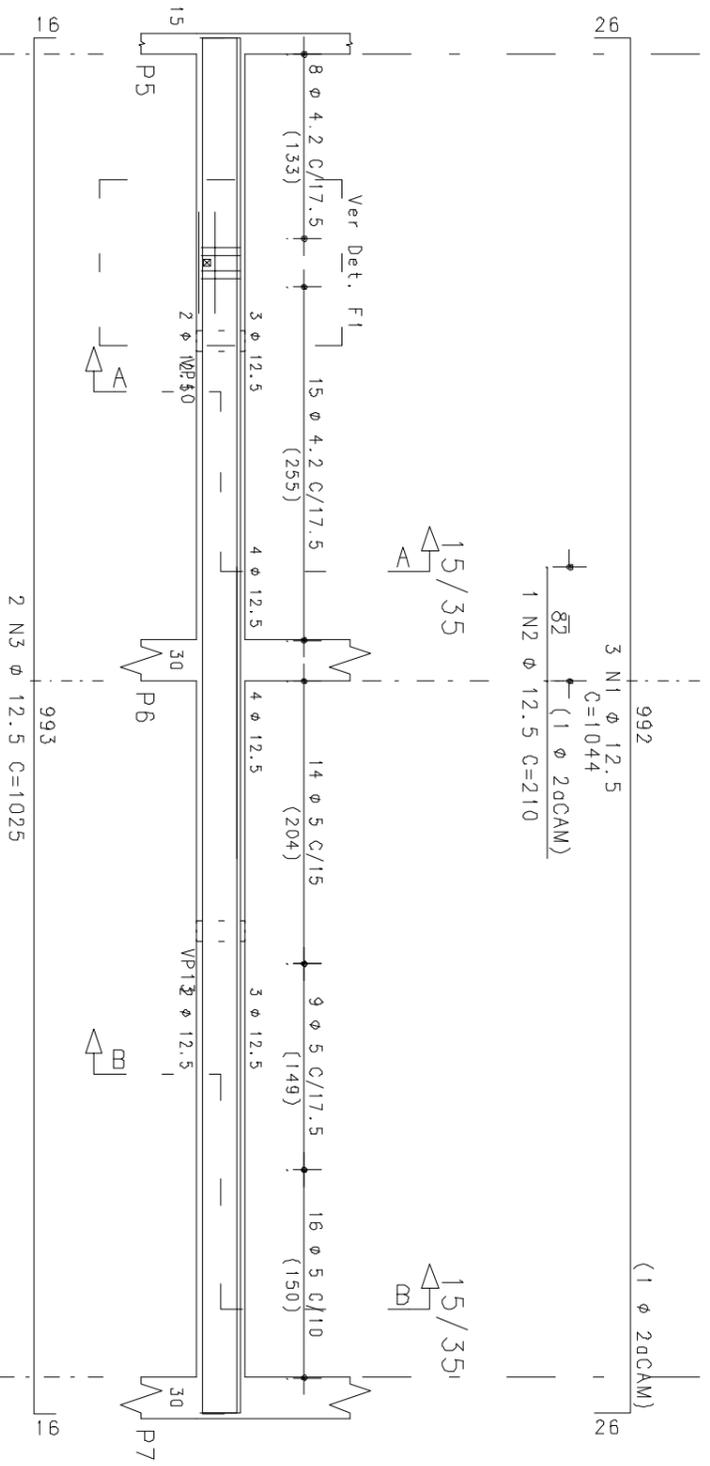


FORMAS COBERTURA

Escala 1/50

PROJETO ESTRUTURAL FORMAS RESPALDO, CAIXA D'AGUA E COBERTURA	
nome EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA local ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO	projeto 03/04
autor responsável técnico responsável fiscal observações	data 02/09/2012 escala SEM ESCALA projeto MARCEL FARINHA

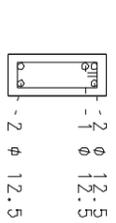
VP2



Corte A



Corte B



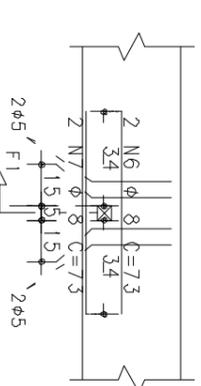
23 N4 ϕ 4.2 C=90



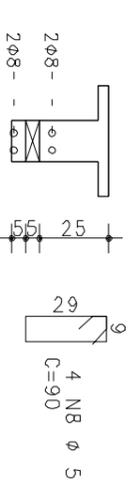
39 N5 ϕ 5 C=99



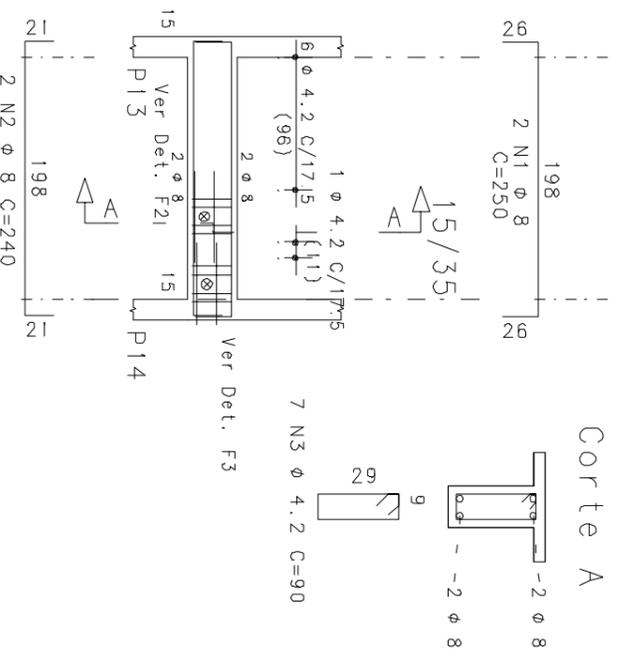
Det. F1



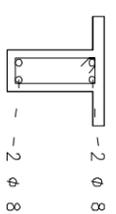
Corte F1



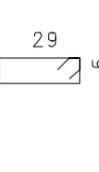
VP5



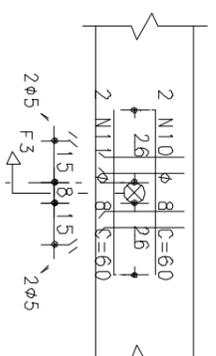
Corte A



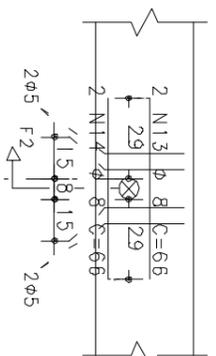
7 N3 ϕ 4.2 C=90



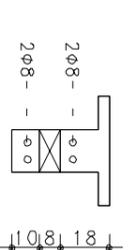
Det. F3



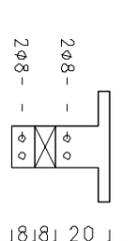
Det. F2



Corte F3



Corte F2



cliente	EDIFICAÇÃO RES. EM ALVENARIA
local	ZONA RESIDENCIAL 2 - CAMPO MOURÃO
projetista	
responsável técnico	
projetista	
responsável técnico	
comprovação	
projeto	
escala	04/04

PROJETO ESTRUTURAL
DETALHE DAS VIGAS FURADAS

autor	data	revisão	projeto
MARCELO FARINHA	02/09/2012	1/50	002