

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Vinícius Martins Ávila

Belo Horizonte
Julho/2011

VINÍCIUS MARTINS ÁVILA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da
Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Avaliações nas Construções
Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
Julho/2011

A958c

Ávila, Vinícius Martins.

Compatibilização de projetos na construção civil [manuscrito] : estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar / Vinícius Martins Ávila. -- 2011.
84 f., enc.: il.

Orientador: Paulo Roberto Pereira Andery.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Inclui anexos.

Bibliografia: f.83-84

1. Construção civil . 2. Projetos. I. Andery, Paulo Roberto Pereira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 691

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar e abençoar sempre o meu caminho.

A meus pais, pelo amor, dedicação e ensinamentos transmitidos ao longo da vida.

A Alê, pelo amor e carinho, e a toda minha família, sempre me apoiando e dando forças.

Aos grandes amigos, Cássio e Carla / Low e Renata, que contribuíram para concretização de mais esta etapa.

A todos que de alguma forma, colaboraram e acreditaram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Objetivos	11
1.1.1	Objetivo geral.....	11
1.1.2	Objetivo específico	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	Introdução	12
2.2	O processo projetual e suas influências.....	13
2.3	Compatibilização de projetos	20
3	ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR.....	24
3.1	Introdução	24
3.2	Caracterização da obra	26
3.3	Caracterização do projeto arquitetônico.....	26
3.4	Caracterização do projeto estrutural	29
3.5	Caracterização do projeto elétrico.....	30
3.6	Caracterização do projeto hidro-sanitário.....	30
3.7	Caracterização do processo de compatibilização	31
3.8	Compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural.....	33
3.8.1	Verificação de incompatibilidades.....	33

3.9	Compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural e elétrico	42
3.9.1	Verificação de incompatibilidades.....	42
3.10	Compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidro-sanitário	46
3.10.1	Verificação de incompatibilidades.....	47
4	ANÁLISE CRÍTICA.....	52
4.1	Projeto x Compatibilização x Resultado na Construção.....	52
5	CONCLUSÃO.....	54
	ANEXOS	55
	BIBLIOGRAFIA	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases.....	18
Figura 02: Nível de Influência X Tempo de Projeto.....	19
Figura 03: Origem de patologias e mau funcionamento das edificações.....	19
Figura 04: Localização do empreendimento.....	26
Figura 05: Perspectivas do empreendimento.....	27
Figura 06: Corte esquemático da organização das unidades autônomas.....	28
Figura 07: Planta layout das unidades autônomas.....	29
Figura 08: Pilar P41 posicionado sobre esquadria.....	41
Figura 09: Pilar P10 avança sobre circulação.....	42
Figura 10: Inexistência do ponto de alimentação.....	45
Figura 11: alimentação das unidades condensadoras sobre esquadria.....	45
Figura 12: Luminárias desalinhadas com bancada.....	46
Figura 13: Posicionamento do ralo e chuveiro.....	50
Figura 14: Prumadas hidráulicas passando por elementos estruturais.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Fases do projeto.....	15
Tabela 02: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 1.....	33
Tabela 03: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 2.....	34
Tabela 04: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 3.....	35
Tabela 05: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 4.....	36
Tabela 06: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 5.....	37
Tabela 07: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 6.....	38
Tabela 08: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 7.....	39
Tabela 09: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 8.....	40
Tabela 10: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural	–
Laje 9.....	40
Tabela 11: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 1.....	42
Tabela 12: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 2 e Laje 5.....	43

Tabela 13: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 3 e Laje 6.....	43
Tabela 14: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 4 e Laje 7.....	44
Tabela 15: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 8....	44
Tabela 16: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário – Laje 1.....	47
Tabela 17: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário – Laje 2 e Laje 5.....	47
Tabela 18: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário – Laje 3 e Laje 6.....	48
Tabela 19: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário – Laje 4 e Laje 7.....	49
Tabela 20: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário – Laje 8.....	49

RESUMO

A construção civil no Brasil vem se transformando frente à competitividade do mercado. Com a busca por empreendimentos cada vez mais racionais, o processo de produção da construção passa pela evolução do desenvolvimento do projeto, eliminando-se falhas, aperfeiçoando a construção, otimizando recursos e aumentando sua produtividade.

A compatibilização de projetos é ferramenta fundamental no desenvolvimento do conjunto de projetos que compõem o edifício, possibilitando a eliminação de interferências ainda na fase de projeto, onde as decisões estratégicas do empreendimento são menos onerosas.

Este trabalho realiza um estudo de caso sobre o processo de desenvolvimento e compatibilização dos projetos de um edifício residencial multifamiliar, onde são apresentados os relatórios das interferências detectadas durante o processo de verificação e suas implicações no empreendimento, a fim de aprimorar sua construtibilidade.

Palavras-chave: Compatibilização; projetos; construção civil.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil vem passando por uma vertiginosa transformação na indústria da construção civil. Com o aumento na demanda de novas habitações e infra-estrutura, resultado das políticas de expansão de crédito e programas de financiamento, o setor cresce a taxas acima do PIB brasileiro. Este crescimento impulsiona o desenvolvimento de toda cadeia da construção civil, como novas tecnologias, materiais e equipamentos, refletindo diretamente no processo de produção dos empreendimentos.

Todo esse movimento gera mudanças, seja nos aspectos tecnológicos, culturais ou mercadológicos, influenciando diretamente na concepção dos projetos. Estes devem, cada vez mais, serem inovadores e adequados as necessidades atuais, atendendo a expectativas de construtores, incorporadores e consumidor, não só em qualidade, mas também em eficiência e produtividade.

De acordo com Fabrício (2002) uma das principais dificuldades desta interface é identificar os mercados e compreender as demandas dos clientes, ou seja, não basta perguntar o que os clientes desejam, pois, muitas vezes, suas respostas são inconclusivas, ambiciosas demais, conflitantes e mutuamente excludentes. É preciso compreender suas necessidades e desejos e “negociar” as várias demandas de forma a obter combinações factíveis e ao mesmo tempo satisfatórias aos clientes e competitivas no mercado.

Dentro desta temática, os edifícios de múltiplos andares passam por uma padronização do partido arquitetônico, devido a necessidades de mercado em tornar o produto final adequado ao maior número de pessoas. Este nivelamento da organização espacial permite a utilização de soluções coordenadas como shafts, prumadas, modulações e redes de distribuição, que imprescindivelmente necessitam de uma análise mais apurada.

Assim cada novo empreendimento traz consigo especificidades, definidas por questões locais, de implantação e entorno, ou imposições de mercado,

gerando características construtivas específicas que originam um conjunto de projetos único, de diversas especialidades, necessários para perfeita execução da construção.

Segundo Motteu e Cnudde (1989) quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características do produto que foram idealizadas antes de sua execução. Isso é comprovado pelo grande número de problemas patológicos dos edifícios atribuídos às falhas de projeto.

De acordo com Callegari (2007) deve-se conscientizar de que o projeto tem auto - suficiência e informação de alto-nível para permitir eficientes planejamentos e programações, controle de materiais, execução, tempo, mão-de-obra, bem como a qualidade destas, para subsidiar as atividades de produção em canteiro.

Estes projetos quando desenvolvidos em um ambiente multidisciplinar, onde há a cooperação dos diversos profissionais envolvidos na concepção do empreendimento, tendem a ser mais bem resolvidos, diminuindo retrabalhos e problemas durante a execução.

A compatibilização é ferramenta fundamental no processo de desenvolvimento dos projetos, detectando e eliminando problemas ainda na fase de concepção, reduzindo retrabalhos, o custo da construção e prazos de execução, qualificando o empreendimento e aumentando sua competitividade frente ao mercado.

Desta forma este trabalho pretende demonstrar os benefícios da compatibilização de projetos em um edifício residencial multifamiliar, objeto do estudo, na gestão do seu processo de desenvolvimento e na racionalização dos métodos a fim de aprimorar sua construtibilidade.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a compatibilização do projeto arquitetônico e seus complementares em um edifício residencial multifamiliar, como forma de identificar falhas ainda na fase de projeto atenuando problemas ou dificuldades na execução na obra.

1.1.2 Objetivo específico

- Debater o modelo padrão de processo projetual, definições da compatibilização de projetos e os benefícios para o empreendimento.
- Analisar a compatibilidade entre o projeto arquitetônico e os demais complementares do empreendimento.
- Apresentar a implicação e benefícios das modificações realizadas ainda na fase do planejamento da obra.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução

O desenvolvimento de qualquer empreendimento na construção civil, seja ele de pequeno ou grande porte, nasce de uma demanda observada pelo incorporador/empreendedor, tendo como fundamento básico as exigências do mercado e a maximização dos lucros, com a redução de custos e tempo na execução da construção. Para isto é fundamental a elaboração de um conjunto de projetos, a fim de se estabelecer procedimentos a serem seguidos nas diversas etapas de execução do edifício.

De acordo com Fabrício et al. (1998) o processo projetual no Brasil era tratado de forma pouco investigativa pelos empreendedores, desconsiderando questões fundamentais para o desenvolvimento do empreendimento. “Apesar dessa importância, os projetos têm sido tratados pelas empresas de construção como uma atividade secundária que é via de regra, delegada a projetistas independentes, contratados por critérios preponderantemente de preço do serviço. Outra característica dos projetos no setor é que eles são orientados para a definição do produto sem considerar adequadamente a forma e as implicações quanto à produção das soluções adotadas. Mesmo as especificações e detalhamentos de produto, muitas vezes, são incompletas e falhas, sendo resolvidas durante a obra, quando a equipe de produção acaba decidindo sobre determinadas características do edifício não previstas em projeto.”

Mas essa postura vem mudando, frente à competitividade do setor, como afirmam Adesse e Melhado (2003): As empresas constataram que se tornou fundamental a utilização de critérios que assegurem a racionalização da obra e a construtibilidade, o que exige projetos adequados e harmônicos entre si. A coordenação dos diversos projetos que compõem a construção de um edifício passou a ser necessária e imprescindível para um resultado final coerente com os padrões de qualidade vendidos e almejados.

O desenvolvimento dos diversos projetos necessários para a construção do edifício deve ser visto como um investimento e não como custo extra, visto que é nesta fase onde se pode antever dificuldades de execução eliminando retrabalhos posteriores.

Duarte e Salgado (2002) afirmam que o projeto executivo pode ser um eficaz instrumento, capaz de otimizar o uso dos materiais, levando em conta suas dimensões, diminuindo desperdícios na hora de sua colocação e de orientar/estudar as melhores soluções de integração dos sistemas construtivos utilizados evitando, assim, incompatibilidades entre os mesmos.

Diante das constatações do setor, nos benefícios do desenvolvimento coordenado da construção, o projeto passou a ser a “espinha dorsal” de qualquer empreendimento, devendo ser explorado ao longo de seu desenvolvimento, com a finalidade de se equalizar as diversas especialidades envolvidas, a fim de se racionalizar a construção.

2.2 O processo projetual e suas influências

De acordo com Rego (2001), a projeção é um processo onde as naturezas cognitivas e criativas convergem de maneira singular. O ato de projetar é por essência uma criação através do domínio do conhecimento específico de uma área do saber _ um dar forma a uma matéria específica. Em arquitetura, esse conhecimento é multidisciplinar e até subjetivo, o que torna a relação entre criação e cognição algo ainda mais evidenciado.

É na prática projetual arquitetônica onde se ratifica a convergência dos processos cognitivos e criativos presentes no indivíduo, que abrange um processo com diversas variáveis, com soluções que são fundamentalmente de caráter artístico a decisões que são estritamente técnicas.

A projeção é a fase de planejamento, projeção, simulação da realidade a ser construída, servindo como referência para sua execução. Os desenhos, são os mediadores do pensamento/idéia com o meio, é a representação gráfica

responsável pela comunicação com sua imaginação e também, entre os envolvidos no processo projetual.

Ainda segundo Rego (2001) a projeção é, caracteristicamente, um processo social. Na maioria dos projetos existem muitos tipos diferentes de participantes: arquitetos, engenheiros, construtores, representantes de clientes e interesse de grupos, legisladores, desenvolvedores, que devem comunicar-se entre si para concluir o projeto. Esses indivíduos em seus diferentes papéis tendem também a perseguir interesses diferentes, ver coisas de modos diferentes, e até falar diferentes linguagens. (apud Schön, 1988, p. 182).

Conceitualmente, projeto se define como um esforço temporário, com a intenção de criar um produto ou serviço exclusivo. É elaborado progressivamente e em etapas, realizado por pessoas, com recursos finitos, sendo submetido a planejamento, execução e controle. (PMI, 2004)

Ainda, de acordo com a NBR ISO 9000, o projeto pode ser definido como “Conjunto de processos que transformam requisitos em características específicas ou na especificação de um produto, processo ou sistema” (ABNT, 2000).

Segundo Fabrício (2002) o processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e do projeto do produto até o desenvolvimento da produção, o projeto “as built” e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto.

Souza e Abiko (1997) afirmam que as soluções adotadas na etapa de projeto têm amplas repercussões em todo o processo de construção e na qualidade do produto final a ser entregue ao cliente. É na etapa de projeto que acontecem a concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho, custos e das condições de exposição a que será submetido. A

qualidade da solução de projeto determinará a qualidade do produto e conseqüentemente, condicionará o nível de satisfação dos usuários finais.

De acordo com AsBEA (200), os projetos de arquitetura e urbanismo são sempre o ponto de partida. Se iniciam a partir de programas claros e objetivos. Mas para um bom resultado, é fundamental a participação e o envolvimento desde o seu início dos responsáveis pelos projetos das outras especialidades.

Segundo SALGADO (2007), o desenvolvimento do projeto de arquitetura pode ser entendido como um processo gerencial, traduzido em uma seqüência linear de etapas, que englobam a compreensão do problema, a produção de uma solução projetual e a avaliação desta solução. Mas também precisa ser entendido como um processo criativo, interativo e aberto.

A elaboração de um projeto de arquitetura se dá através de fases, que se completam ao longo do processo projetual, com o envolvimento de diversos agentes/profissionais que com a inclusão de questões técnicas relativas às diferentes especialidades envolvidas, criam um ambiente multidisciplinar, ideal para o correto desenvolvimento do edifício. Este processo deverá gerar um projeto executivo, onde estarão contempladas todas as informações dos projetos complementares e suas possíveis interferências.

Podemos ilustrar as fases a serem seguidas e os profissionais envolvidos em cada uma delas no quadro abaixo, baseados no manual de contratação de serviços de arquitetura e urbanismo da AsBEA – associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.

Fase do Projeto	Descrição da Etapa	Agentes/Profissionais
Levantamento de dados	Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno e a consulta ao Código de Obras do Município e demais instrumentos específicos de informação que se façam necessários.	Cliente, arquiteto, topógrafo.

Estudo preliminar	Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração da edificação e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.	Cliente, arquiteto.
Anteprojeto	Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto legal	Constitui no projeto arquitetônico proposto considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.	Cliente, arquiteto, órgãos licenciadores.
Projeto pré-executivo	Consiste no desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação das interferências com os anteprojetos complementares (fundações, estrutura, instalações, etc.).	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto executivo	Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com todos os projetos complementares, com todas as informações necessárias à execução da obra. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto de detalhamento	Complementação do projeto executivo com detalhes Construtivos, em escala apropriada, necessários a um melhor entendimento da obra	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.

Tabela 01 – Fases do projeto – Adaptado de AsBEA

Fabrício (1999) define que, o desenvolvimento do projeto se dá a partir da sucessão de diferentes etapas de projeto em níveis crescente de detalhamento de forma que a liberdade de decisões entre alternativas vai sendo substituída pelo amadurecimento e desenvolvimento das soluções adotadas ao mesmo tempo em que o projeto caminha da concepção arquitetônica para o detalhamento dos projetos de especialidades. Assim, é comum que uma etapa de projeto de determinada especialidade dependa, para ser iniciada, do término de uma etapa de diferente especialidade, cujo grau de aprofundamento e maturação das decisões é equivalente ao da etapa (da outra especialidade) que se inicia. Por exemplo, o início do anteprojeto de estruturas e fundações tem como pré-requisito o anteprojeto de arquitetura terminado ou quase terminado.

Em cada fase de projeto são trabalhadas diferentes particularidades, com o envolvimento de agentes específicos em cada uma delas. Cada um deles agrega soluções inerentes à concepção do edifício, propiciando um desenvolvimento integrado entre as especialidades envolvidas num ambiente colaborativo, a fim de se diminuir custos e retrabalhos quando dado o início da etapa seguinte.

Fabrício (2002) assegura que o processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de qualidade ao produto.

A seguir, a figura ilustra de forma esquemática, a importância do processo de projeto, demonstrando como as decisões estratégicas tomadas durante as primeiras fases do projeto, e que estão diretamente ligadas a qualidade e desempenho do empreendimento, tendem a ser menos dispendiosas.

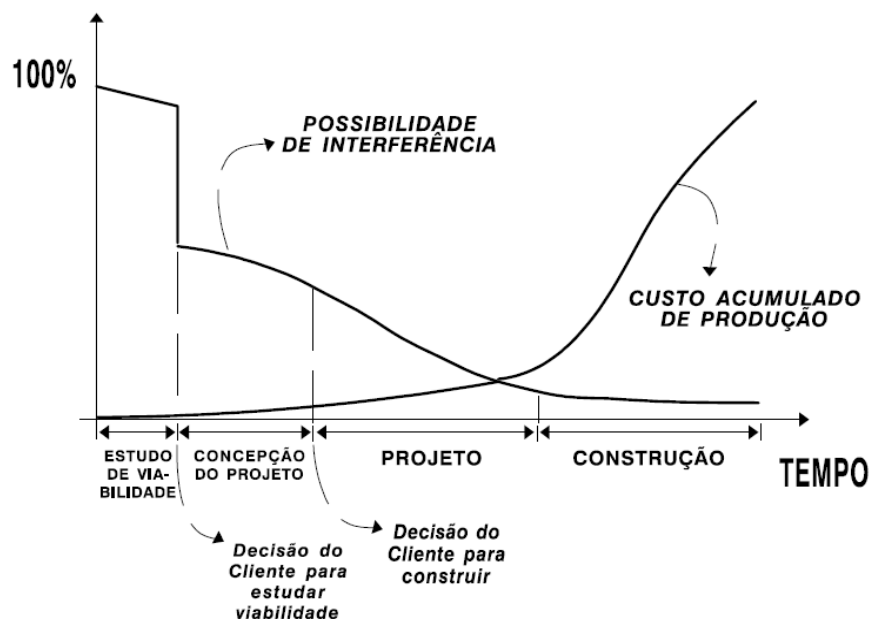


Figura 01: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases - Fonte: Fabrício (2002)

Fabrício (2002) ainda afirma que, as decisões tendem a ser tornar mais caras à medida que o tempo passa. Os envolvidos, no início do processo, podem ficar mais à vontade para propor soluções. Do contrário, quanto mais próximos do fim do processo, mais caras as soluções se tornam.

Nesse sentido, a figura abaixo mostra claramente como a influência do projeto diminui proporcionalmente a elevação do custo. À medida que as etapas de projeto avançam menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção. Com isso a necessidade de retrabalho tanto construtivo quanto projetual tornarão o empreendimento menos competitivo junto ao mercado, devido ao aumento do tempo e do custo de produção. Análises mais aprofundadas nas etapas iniciais do projeto tendem a gerar maior economia ao empreendimento.

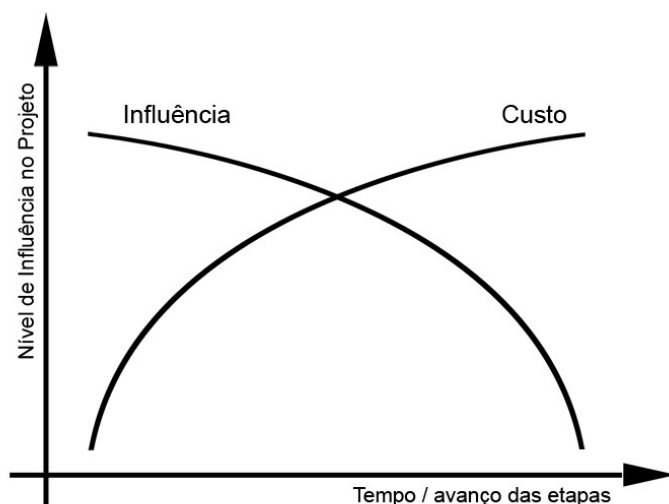


Figura 02: Nível de Influência X Tempo de Projeto

Deve-se dedicar especial atenção a etapa de projeto, frente à grande influência que esta imprime sobre o edifício. Quanto maior o tempo dedicado na elaboração de cada fase do projeto, menores serão as falhas ou retrabalhos, diminuindo assim, o custo de produção do empreendimento. Diversas pesquisas demonstram que a principal origem de patologias nas construções está relacionada com falhas na concepção do edifício, devido a projetos falhos, incompletos ou mal elaborados como demonstra a figura abaixo.

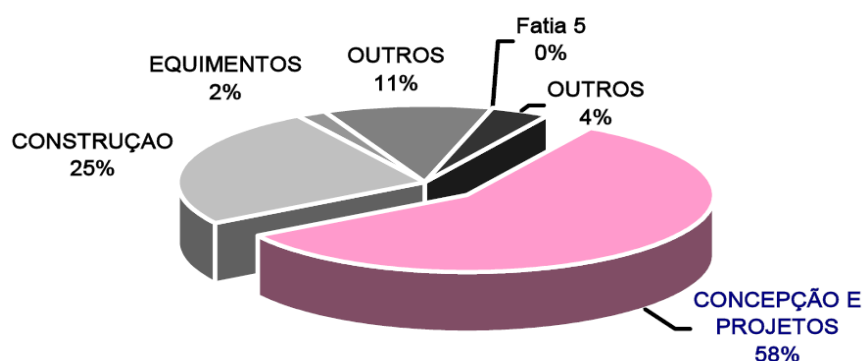


Figura 03: Origem de patologias e mau funcionamento das edificações - Fonte: Abrantes apud Maciel; Melhado (1995)

A comunicação entre os diversos envolvidos no processo de construção do edifício se dá através da representação gráfica, seja ela em papel ou arquivos digitais, como os formatos DWG, sendo responsável pela transmissão das informações técnicas e definições para a correta exeqüibilidade do edifício. Popularmente as ferramentas CAD são empregadas neste processo projetual, sendo imprescindíveis na troca de informações entre os projetistas e posteriormente na compatibilização das especialidades.

A adoção das tecnologias da Computação Gráfica, largamente desenvolvidas nos últimos anos, podem ser consideradas como a terceira sistematização da representação gráfica com grande influência no processo projetual arquitetônico. A mais importante destas tecnologias para a projeção arquitetônica tem sido as ferramentas CAD, que mesmo incorporando conceitos das sistematizações anteriores da perspectiva e da geometria descritiva, apresenta conceitos próprios e caracteriza-se por uma maneira completamente diferente de interação entre o indivíduo e o instrumento. Rego (2001).

Deve-se ressaltar que os recursos que a ferramenta CAD oferece são de grande importância na compatibilização dos desenhos 2d, com a possibilidade de se inserir as informações dos projetos complementares sobre o desenho de arquitetura, em diferentes layers, verificando pontos importantes como posicionamento de pilares e vigas, prumadas, instalações hidráulicas e elétricas, shafts, etc.

2.3 Compatibilização de projetos

Mesmo com o avanço tecnológico e do processo de produção apresentados pela construção civil nos últimos anos, ainda é comum a falta de integração entre os projetos durante o seu desenvolvimento, como afirma Tavares Júnior et al. (2003): Ainda é prática comum em empresas de pequeno porte o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização das disciplinas do projeto, gerando em consequência vários fatores negativos, tais

como: má qualidade da edificação, maior índice de retrabalhos, alongamento do prazo de execução, acréscimo no custo da obra.

Segundo Fabrício (2004), ao longo do processo de projeto, vários projetistas, consultores e agentes do empreendimento são mobilizados para contribuir no projeto. Cada agente participa com os seus interesses e conhecimentos de forma a desenvolver uma parte das decisões e formulações projetuais. Ainda, de acordo com Fabrício (2004), no processo de projeto verificam-se diferentes interfaces entre os principais envolvidos, e diferentes compatibilizações são necessárias para garantir a coerência entre as decisões e projetos.

De acordo com o SEBRAE (1995), compatibilização define-se como uma atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra.

Segundo Picchi (1993), a compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor os vários projetos e identificar as interferências, bem como programar reuniões, entre os diversos projetistas e a coordenação, com o objetivo de resolver interferências que tenham sido detectadas.

Para Gus (1996) a compatibilização tem como intuito subordinar os interesses individuais dos projetistas às demandas do processo como um todo e salienta a necessidade que se trabalhe dentro de uma visão sistêmica, onde todos os intervenientes passam a ter um papel fundamental no processo tanto na participação cooperativa no desenvolvimento dos projetos quanto no próprio aprimoramento contínuo deste processo.

Já Novaes (1998) enfatiza que este procedimento de vê ser realizado no âmbito da coordenação de projetos, com o intuito de conciliar física, geométrica, tecnológica e produtivamente, os componentes que interagem nos elementos verticais e horizontais das edificações. Ainda segundo o autor, estes procedimentos constituem-se num importante fator de melhoria da construtibilidade e da racionalização construtiva por promover a integração dos diversos agentes e especialidades com a produção.

Novaes (1998) ainda afirma que a compatibilização é uma ação empreendida no âmbito da coordenação das soluções adotadas nos projetos do produto e nos projetos para produção, assim como, nas especificações técnicas para a execução de cada subsistema.

De acordo com Melhado (2005), na compatibilização, os projetos de diferentes especialidades são superpostos para verificar as interferências entre eles, e os problemas são evidenciados para que a coordenação possa agir sobre eles e solucioná-los. Além disso, ele ainda ressalta que a compatibilização funciona como uma “malha fina”, na qual possíveis erros possam ser detectados.

Ainda segundo Melhado (2005), o processo começou de forma tímida, com a compatibilização dos projetos pelas empresas construtoras após eles estarem prontos, sem que houvesse grandes contribuições para melhoria de soluções. Os projetos eram sobrepostos e eventuais distorções eram corrigidas. Apesar do avanço obtido, comparativamente ao processo de projeto tradicional, era necessário integrar os agentes desde a concepção do projeto e não após o seu término, para propor melhorias que resultassem em um processo melhor e projetos mais compatíveis com a realidade da obra.

A compatibilização de projetos defini-se como uma atividade de gerenciamento, onde acontece a integração das especialidades, e tem como fundamento a verificação de possíveis interferências entre os diversos projetos, de forma sistêmica, apontando e propondo adequações necessárias para a equalização e perfeito ajuste entre as especialidades envolvidas, em diferentes etapas da elaboração do projeto, se tornando uma atividade intrínseca do mesmo, simplificando a execução, antecipando eventuais problemas e minimizando conflitos e retrabalhos durante obra.

É a partir do projeto arquitetônico que o processo de compatibilização se inicia, preferencialmente na etapa de estudo preliminar, onde ainda há maior flexibilidade e possibilidade de um desenvolvimento compatível com os projetos complementares. Quanto mais os projetos avançam em desenvolvimento maior é o trabalho para essa compatibilização.

Callegari (2007) afirma que durante a elaboração dos projetos, a compatibilização permite a retroalimentação das etapas, corrigindo e propondo novas soluções com o aumento da eficiência. Desta maneira, a elaboração de futuros projetos terá uma redução de incertezas construtivas. A análise das incompatibilidades entre os projetos possibilita a melhoria da qualidade do processo de projetos, através da sua adequação e eficácia, onde importantes ações corretivas são tomadas para o aperfeiçoamento e a melhoria contínua dos sistemas projetual e construtiva.

Para Rodríguez e Heineck (2001), a compatibilização deve acontecer em cada uma das seguintes etapas do projeto: estudos preliminares, anteprojeto, projetos legais e projeto executivo, indo de uma integração geral das soluções até as verificações de interferências geométricas das mesmas. Os mesmos autores indicam que a compatibilização fica facilitada na medida em que ela é iniciada a partir dos estudos preliminares.

Segundo Melhado (2005), a falta ou adiamento de decisões, especialmente nas etapas iniciais da fase de projeto potencializa uma grande quantidade de erros e retrabalho para todos os agentes envolvidos, e constitui uma fonte significativa de desperdício, com reflexos negativos sobre a qualidade do produto final entregue. Ainda, afirma que existe uma preocupação em contratar todos os projetistas, ou ao menos consultá-los, na etapa de concepção inicial do empreendimento, a fim de evitar problemas futuros de incompatibilidade entre projetos.

A compatibilização se justifica como ferramenta de suma importância no desenvolvimento do projeto. Com a possibilidade da sobreposição das informações com o auxílio do CAD 2D, as interferências ficam evidentes, possibilitando propor-se adequações em tempo hábil, evitando que soluções inadequadas apressadas sejam tomadas no canteiro de obras.

Com a verificação física, dimensional e sistêmica dos projetos, reduzem-se substancialmente as falhas e surpresas durante a execução do empreendimento, aumentando sua construtibilidade, sem improvisações ou interrupções durante a obra.

3 ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

3.1 Introdução

O presente trabalho apresenta a compatibilização entre o projeto de arquitetura e os complementares, realizada durante a concepção do empreendimento, estudo de caso, a fim de se mostrar as interferências identificadas entre os projetos e as soluções aplicadas em cada situação.

Todos os projetistas envolvidos, arquitetos e engenheiros, utilizaram de softwares CAD para representação dos projetos em 2D (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidro-sanitário) e comunicação entre as especialidades.

No desenvolvimento do projeto de arquitetura ainda são utilizadas outras ferramentas de representação como o CAD 3D, para a elaboração de maquetes eletrônicas, e renderizadores 3D, para o desenvolvimento de perspectivas ilustrativas do empreendimento. Além disso, também é empregada, uma ferramenta para edição de imagens, utilizada no pós-tratamento das perspectivas e na humanização das plantas, que fazem parte do material de publicidade do empreendimento.

Durante o processo de conversação das disciplinas envolvidas no desenvolvimento do edifício, foram utilizados os arquivos digitais CAD, em formato dwg, onde cada profissional apresentava a solução proposta, para posterior compatibilização com a arquitetura.

Cada escritório possui uma padronização interna específica de layers, cores, linhas, espessuras, hachuras, cotas e textos, para representação do projeto. Além disso, freqüentemente, existe também uma variação na escala de representação, com desenhos de algumas especialidades elaborados em centímetros e outros em metros.

Para que a verificação gráfica se torne mais clara, as especialidades devem ser equalizadas, realizando-se uma padronização prévia dos desenhos, para que só depois seja iniciada a sobreposição dos mesmos. A divergência na

representação gráfica dos projetos pode dificultar uma análise sistemática durante a verificação dos desenhos, camuflando algumas incompatibilidades físicas e de funcionalidades no processo de compatibilização.

A elaboração dos projetos complementares teve seu início durante a execução do projeto legal de arquitetura, acontecendo à primeira compatibilização entre as especialidades após a aprovação do mesmo. Uma segunda compatibilização aconteceu durante a elaboração do projeto executivo de arquitetura, onde todas as não conformidades detectadas foram novamente reportadas aos projetistas responsáveis para as adequações devidas.

A compatibilização entre as especialidades se dá com a sobreposição dos projetos complementares sobre os desenhos de arquitetura, sendo feitas anotações de todas as não conformidades detectadas, para posteriormente serem encaminhadas ao projetista responsável. O início do processo ocorre com a sobreposição da estrutura sobre o desenho arquitetônico, verificando desde as fundações e baldrame, até o posicionamento dos pilares e vigas em relação à arquitetura.

Este projeto compatibilizado se torna base para inserção dos projetos elétrico e hidro-sanitário, que também passarão por uma verificação sistemática de possíveis interferências. Depois de constatadas as incompatibilidades, eram marcadas reuniões com os projetistas, para que fossem reportadas as interferências e adequações necessárias aquele projeto, através de anotações feitas durante o processo de compatibilização.

Após todas as incompatibilidades detectadas entre as especialidades terem sido sanadas, os projetos são entregues por todos os projetistas envolvidos, tanto em formato digital, para arquivo, quanto em formatos impressos, estes, sendo encaminhados ao canteiro de obras para início da execução do edifício.

3.2 Caracterização da obra

O empreendimento, estudo de caso, localiza-se no bairro Bela Vista, em Ipatinga, cidade integrante a região metropolitana do Vale do Aço, a aproximadamente 220Km da capital mineira, Belo Horizonte. O terreno escolhido para a edificação é um declive, estando localizado em uma via em aclive, com a testada do lote voltada para o parque estadual do rio doce.



Figura 04: Localização do empreendimento

O projeto é constituído por um edifício de 07 pavimentos com 08 unidades residenciais e 01 loja comercial. A obra foi iniciada em 2010, tendo toda sua parte estrutural e de alvenaria já executada, hoje se encontra na fase de instalações elétricas e hidráulicas, simultaneamente ao início da fase chapisco/emboço.

3.3 Caracterização do projeto arquitetônico

As unidades residenciais são compostas por 08 unidades duplex com aproximadamente 130 m² cada, incluindo 16 vagas de garagem privativas, tendo cada unidade direito a 02 vagas de garagem em linha, distribuídas em dois níveis de garagem (sub-solo e térreo). A cobertura do edifício é reservada para a área de lazer coletiva com piscina e cozinha para eventos. A área total

construída é de 1.921,79 m² (segundo projeto arquitetônico aprovado pela Prefeitura Municipal de Ipatinga).



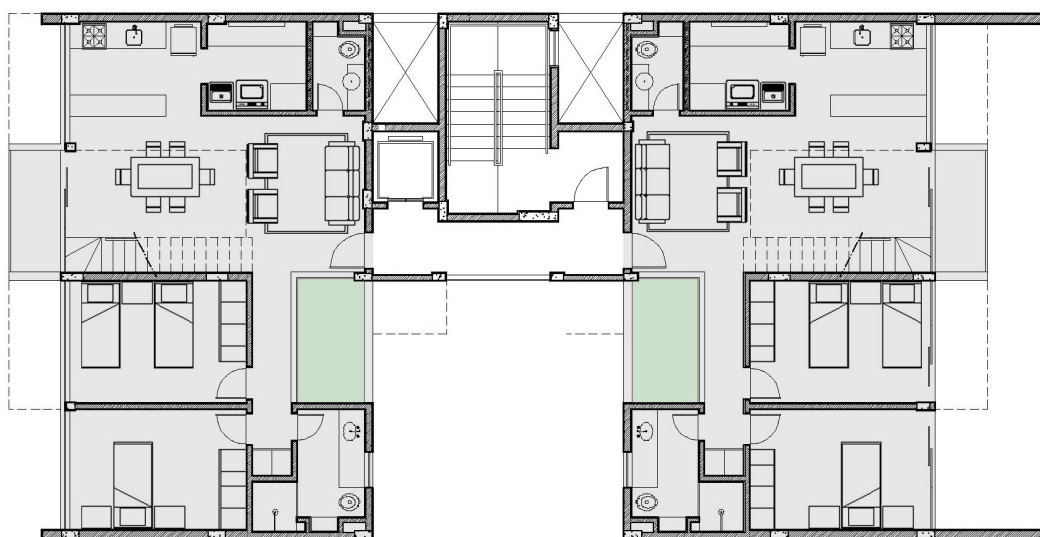
Figura 05: Perspectivas do empreendimento

A solução arquitetônica deste edifício busca garantir qualidades de uma casa para 8 apartamentos duplex. A conformação espacial dos apartamentos no edifício obedece a uma lógica diferente de empilhamento das unidades autônomas (como se fossem peças de um jogo de tetris) e consegue, desta forma, que as unidades possuam sala com pé direito duplo, jardins internos e de uma relação ampliada com a vista, incorporando uma atmosfera de casa para os apartamentos.

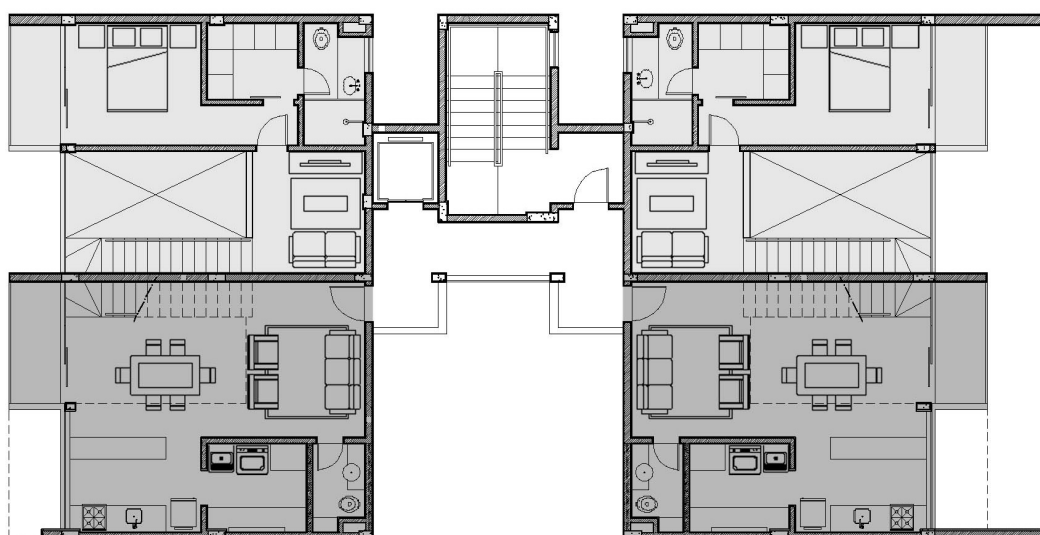


Figura 06: Corte esquemático da organização das unidades autônomas

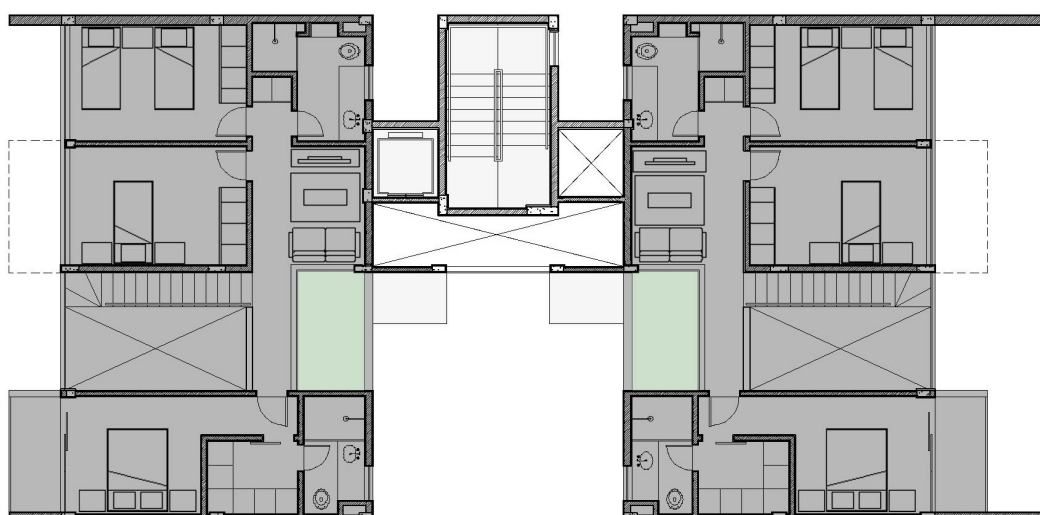
A organização espacial do programa de necessidades em dois níveis é o que difere as unidades autônomas deste edifício, que possuem a mesma área construída e o mesmo programa de necessidades, contemplando sala de estar/jantar com pé direito duplo e varanda, jardim interno, cozinha, serviço, banheiro social, lavabo, sala íntima e três dormitórios, sendo um suíte com closet e varanda. Os 08 apartamentos estão distribuídos em dois blocos, frontal e posterior, sendo estes articulados pelo hall que dá acesso às circulações verticais, sendo estas uma escada e um elevador.



■ planta 1° e 4° pavimentos



■ planta 2° e 5° pavimentos



■ planta 3° e 6° pavimentos

0 1 2 5

Figura 07: Planta layout das unidades autônomas

3.4 Caracterização do projeto estrutural

Foram executadas fundações diretas, com sapatas de concreto armado assentadas diretamente sobre o terreno, nas profundidades determinadas pelo projeto de fundações. As lajes de piso e cobertura são do tipo nervurada armada, com formas removíveis, revestida com capa de concreto de aproximadamente 5cm, sendo a altura total de 25cm. O aço utilizado foi do tipo CA 50 A e CA 60 B. Foi empregado o concreto usinado bombeado em todas as

peças de concreto, com $f_{ck} = 25,0$ MPa, $a/c \leq 0,65$. Os pilares e as vigas foram moldados in loco com dimensões variadas. Nos pavimentos de garagem, principalmente, ocorreram transições de alguns pilares a fim de otimizar a área de estacionamento e manobra dos veículos.

3.5 Caracterização do projeto elétrico

A entrada da alimentação para o edifício foi executada com cabeamento subterrâneo, conduzida por eletroduto galvanizado até a caixa de entrada, localizada no passeio, e a partir deste ponto com o eletroduto pvc rígido, fazendo a ligação aos medidores. Deste modo evitou-se a utilização de poste e fiação aérea que ocasionariam um forte impacto visual ao edifício. Já na distribuição interna dos apartamentos, foram empregados os eletrodutos corrugados flexíveis, com base no projeto luminotécnico. O posicionamento dos interruptores e tomadas foi definido a partir do projeto de pontos elétricos, baseado no layout padrão das unidades.

3.6 Caracterização do projeto hidro-sanitário

O edifício é abastecido com água potável tratada, fornecida pela concessionária local. O armazenamento da água será em caixas d'água de polietileno localizadas no topo do edifício, com capacidade conforme projeto hidráulico. Para as instalações, foram utilizados tubos e conexões em PVC soldáveis. Todos os tubos de esgoto, alimentação, ventilação e água pluvial foram instalados em shafts. Foram construídas caixas de passagem/inspeção para esgoto e água pluvial nos pavimentos térreo e subsolo, de acordo com orientações do projeto. A água pluvial será coletada e conduzida para a sarjeta próxima ao empreendimento. Todo esgoto do edifício será destinado ao coletor público, sendo de responsabilidade da concessionária seu destino final.

3.7 Caracterização do processo de compatibilização

A verificação de compatibilidade entre os projetos do empreendimento foi realizada pelos arquitetos, responsáveis também pela elaboração do projeto arquitetônico do edifício. Como a solução arquitetônica proposta era pouco convencional, no que diz respeito à organização das unidades autônomas, era comum que algumas das interpretações dos projetistas complementares fossem equivocadas, gerando soluções que alguma das vezes não eram as mais convenientes para o edifício. Foi imprescindível, diante das especificidades do empreendimento, a figura do arquiteto como compatibilizador neste caso, pelo fato de não ser comum na região este tipo de trabalho e do escritório em questão ser um dos poucos a adotar este procedimento em seus empreendimentos na cidade.

O processo de compatibilização entre os projetos foi iniciado na etapa do projeto legal, após a aprovação da arquitetura junto à prefeitura municipal. Posteriormente, foi encaminhada ao projetista estrutural a última versão do projeto arquitetônico, em formato digital DWG, onde já constava um pré-lançamento estrutural com as principais diretrizes observadas no seu desenvolvimento.

Assim o projeto de estruturas foi o primeiro a ser elaborado, e também o primeiro a ser correlacionado ao arquitetônico, gerando um desenho com informações mais detalhadas do empreendimento e que serviu de base para os outros projetistas complementares iniciarem seus trabalhos. Desta forma, a última versão do projeto arquitetônico era enviada para cada especialidade, que elaborava as soluções mais adequadas para a construção do edifício.

Todos os projetistas envolvidos no desenvolvimento do empreendimento já possuíam um histórico de parcerias, o que facilitou muito a conversação e a proposição de soluções que melhor se adequassem ao empreendimento. A troca de arquivos e informações eram feitas sempre via email, sendo este uma forma de registro das conversas.

Após o recebimento dos arquivos com as propostas de cada especialidade, estas eram correlacionadas com a arquitetura, passando por uma verificação sistemática, onde eram verificadas todas as não conformidades e interferências físicas, sendo estas registradas em tabelas constando do item conflitante, a interferência encontrada e proposta de ajuste entre os projetos.

De posse das tabelas com os registros das incompatibilidades, eram marcadas reuniões, para apresentar as interferências detectadas em cada uma das especialidades feitas separadamente com cada profissional, responsável pelo projeto em questão. Durante os encontros, que duravam em média trinta minutos, o arquiteto compatibilizador se reunia com o projetista complementar, e apresentava as interferências identificadas e os procedimentos propostos a fim de se equalizar as especialidades. As informações eram analisadas em conjunto e se formava um consenso sobre a melhor solução para cada caso, sempre de forma a aumentar a construtibilidade do edifício e reduzir custos.

Não houve resistência por parte dos projetistas na execução das mudanças necessárias, uma vez que desde o início do processo já havia sido proposto um desenvolvimento multidisciplinar, onde seriam incorporadas informações dos outros profissionais envolvidos na elaboração do projeto.

Todo processo de compatibilização durou cerca de seis meses, até a finalização do projeto executivo que seria encaminhada para a obra. Foram realizadas duas verificações nos projetos, uma após a aprovação do projeto legal e outra após o pré-executivo. Eram gastos em média, quatro dias para compatibilização de cada especialidade, e assim que as anotações das não conformidades eram preenchidas já eram marcadas as reuniões para a solicitação das devidas revisões. Entre o recebimento dos arquivos e o retorno com as adequações realizadas se gastava em média um mês para cada especialidade.

Após este processo os projetos complementares e executivo foram finalizados, considerando todas as interferências detectadas durante a compatibilização, sendo posteriormente encaminhado a obra para o início da construção do empreendimento.

3.8 Compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural

A verificação de compatibilidade entre os projetos arquitetônico e estrutural foi realizada com a sobreposição das plantas de fôrma das lajes com as plantas de arquitetura de cada pavimento. Com o auxílio do software CAD, os arquivos digitais contendo os desenhos de cada especialidade foram equalizados, tendo escalas de plotagem e cores dos layers ajustados para melhor verificação. Todas as interferências físicas e funcionais identificadas foram registradas em tabelas contendo a identificação do elemento conflitante, o tipo de interferência e o procedimento proposto para ajuste da incompatibilidade.

3.8.1 Verificação de incompatibilidades

Tabela 2: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 1

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Pilar P10	Pilar posicionado sobre porta de acesso a escada	Girar o pilar 90° anti-horário, embutindo na alvenaria
Pilares P14 e P15	Pilares posicionados no eixo do edifício, reduzindo n° de vagas de estacionamento	Fazer transição dos pilares para otimizar vagas na garagem
Viga V 12	Posição convencional da viga diminui o pé-direito da rampa	Inverter viga para aumentar o pé-direito neste trecho
Laje	Laje avança até o limite posterior do lote, eliminando iluminação e ventilação para o sub-solo	Interromper laje 1,65m antes do limite posterior do lote

Tabela 3: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 2

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Viga V 16 e V22	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga nos trechos a e c, e transformar trecho b em viga faixa liberando acesso a varanda
Vigas V6, V7, V10, V12, V15 e V23	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento	Inverter vigas das bordas das varandas
Laje varanda	Laje nervurada neste trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento	Transformar em laje maciça
Vigas V1, V3, V13 e V14	Inexistência das vigas para apoio da alvenaria	Executar viga até o limite frontal/posterior do edifício
Pilar P10	Pilar reduzindo largura da circulação na caixa de escada	Girar o pilar 90° anti-horário, embutindo na alvenaria
P13	Posição do pilar em conflito com esquadria	Fazer transição para limite das varandas, liberando vão para esquadria
Pilares P39, P40, P41 e P42	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua	Recuar pilares para que a esquadria contínua passe a frente dos mesmos

Tabela 4: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 3

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Vigas V20, V22, V28 e V31	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga preservando altura inicial da esquadria
Vigas V19 e V32	Viga no pé direito duplo interrompe esquadria	Recuar viga neste trecho para que a esquadria passe a frente da mesma
Pilar P10	Pilar reduzindo largura da circulação na caixa de escada	Girar o pilar 90° anti-horário, embutindo na alvenaria
Pilares P39, P40, P41 e P42	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua	Recuar pilares para que a esquadria contínua passe a frente dos mesmos
Vigas V6b, V7a, V21 e V30	Viga alta no pé direito duplo reduz o pé direito da cozinha	Transformar em viga faixa
Vigas V6a, V7b, V10a, V10h, V13, V14, V17, V18, V33, e V34	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento	Inverter vigas das bordas das varandas
Laje varanda	Laje nervurada neste trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento	Transformar em laje maciça

Tabela 5: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 4

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Vigas V14 e V21	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga preservando altura inicial da esquadria
Vigas V9a, V10b, V13, e V23	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento	Inverter vigas das bordas das varandas
Laje varanda	Laje nervurada neste trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento	Transformar em laje maciça
Laje circulação	Varanda para acesso aos apartamentos 201 e 202 esta descoberta	Projetar laje maciça cobrindo acesso
Pilares P39, P40, P41 e P42	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua	Recuar pilares para que a esquadria contínua passe a frente dos mesmos
Vigas V9b, V10a, V15 e V20	Viga alta no pé direito duplo reduz o pé direito da cozinha	Transformar em viga faixa

Tabela 6: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 5

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Vigas V16, V17, V24 e V25	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga preservando altura inicial da esquadria
Vigas V6, V7, V10, V11, V15 e V26	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento	Inverter vigas das bordas das varandas
Laje varanda	Laje nervurada neste trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento	Transformar em laje maciça
Pilar P10	Pilar reduzindo largura da circulação na caixa de escada	Girar o pilar 90° anti-horário, embutindo na alvenaria
Pilares P39, P40, P41 e P42	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua	Recuar pilares para que a esquadria contínua passe a frente dos mesmos
Vigas V1, V3, V13 e V14	Inexistência das vigas para apoio da alvenaria	Executar viga até o limite frontal/posterior do edifício

Tabela 7: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 6

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Vigas V22 e V33	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga preservando altura inicial da esquadria
Vigas V6a, V7b, V10a, V12c, V15, V16, V19, V20, V35 e V36	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento	Inverter vigas das bordas das varandas
Laje varanda	Laje nervurada neste trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento	Transformar em laje maciça
Vigas V21 e V34	Viga no pé direito duplo interrompe esquadria	Recuar viga neste trecho para que a esquadria passe a frente da mesma
Pilares P39, P40, P41 e P42	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua	Recuar pilares para que a esquadria contínua passe a frente dos mesmos
Vigas V6b, V7a, V23 e V32	Viga alta no pé direito duplo reduz o pé direito da cozinha	Transformar em viga faixa

Tabela 8: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 7

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Vigas V14 e V21	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga preservando altura inicial da esquadria
Vigas V9a, V10b, V13, e V22	Posição convencional da viga fará necessária a utilização de forro para acabamento	Inverter vigas das bordas das varandas
Laje varanda	Laje nervurada neste trecho fará necessária a utilização de forro para acabamento	Transformar em laje maciça
Laje circulação	Varanda para acesso aos apartamentos 501 e 502 esta descoberta	Projetar laje maciça cobrindo acesso
Pilares P39, P40, P41 e P42	Pilares interrompendo/sobrepondo esquadria contínua	Recuar pilares para que a esquadria contínua passe a frente dos mesmos
Vigas V9b, V10a, V15 e V20	Viga alta no pé direito duplo reduz o pé direito da cozinha	Transformar em viga faixa

Tabela 9: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 8

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Viga V11	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Inverter viga preservando altura inicial da esquadria
Viga V19	Posição convencional da viga reduz a dimensão da esquadria	Transformar em viga faixa
Laje varandas frontais	Inexistência da laje na fachada cobrindo varandas	Projetar laje maciça ao longo da fachada cobrindo varandas
Laje varandas posteriores	Inexistência da laje na parte posterior do edifício cobrindo varandas	Prolongar laje nervurada na parte posterior do edifício cobrindo varandas

Tabela 10: Verificação de compatibilidade arquitetônico x estrutural - Laje 9

ITEM	CONFLITO/INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Vigas V2, V3, V6, V7 e V11	Posição convencional da viga reduz pé direito	Projetar viga semi-invertida

Na verificação acima, registrada da tabela 02 à tabela 10, são apresentadas as principais interferências físicas e funcionais detectadas na compatibilização entre os projetos de arquitetura e estrutural. Foi realizada a compatibilização de

todos os pavimentos, através da sobreposição dos desenhos onde se pode analisar a correlação entre pilares vigas e lajes do estrutural com as paredes, esquadrias e circulações da arquitetura. Através desta verificação foram identificadas falhas recorrentes em alguns pavimentos. As varandas das circulações que dão acesso a algumas unidades não possuíam laje de cobertura, deixando-as desprotegidas. Os pilares P39, P40, P41 e P42 que deveriam ser recuados para a utilização da janela em fita, foram posicionados sobre a esquadria da fachada em todos os pavimentos interrompendo a mesma como apresentado na figura 08.

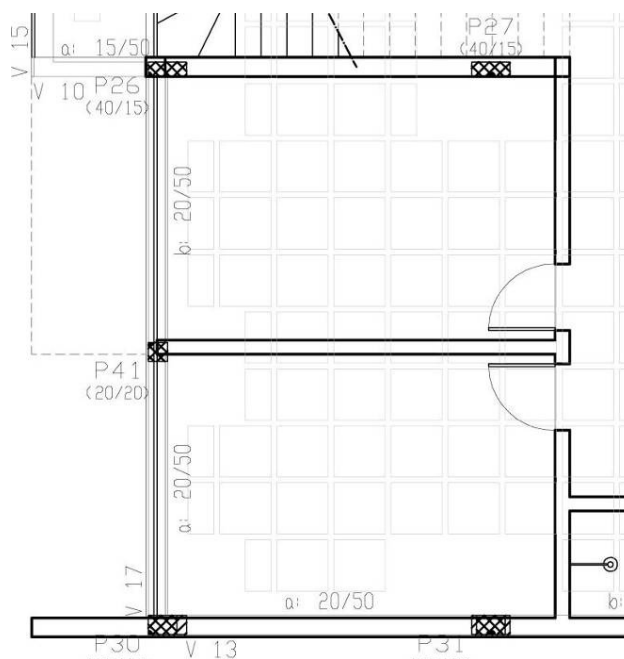


Figura 08: Pilar P41 posicionado sobre esquadria

O posicionamento das vigas normais nas varandas das unidades e o uso da laje nervurada neste trecho obrigariam a instalação de forros para melhor efeito estético, que acarretaria em um maior custo de produção. No projeto estrutural, o pilar P10, presente em todos os pavimentos, avança sobre a circulação da escada reduzindo a área de passagem como mostra a figura abaixo.

Tabela 12: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 2 e Laje 5

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Tomada circuito 5 e 6	Inexistência de tomada próxima ao ponto de antena	Adicionar ponto elétrico paralelo ao ponto de antena
Luminária circuito 1 d	Luminária desalinhada com bandaca	Posicionar sobre bancada
Unidade condensadora	Posicionamento da alimentação sobre esquadria do jardim	Reposicionar alimentação na parede do banheiro

Tabela 13: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 3 e Laje 6

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Tomada circuito 1	Inexistência de tomada próxima ao ponto de antena	Adicionar ponto elétrico paralelo ao ponto de antena
Luminária circuito 1 d	Luminária desalinhada com bandaca	Posicionar sobre bancada
Ponto ar condicionado circuito 1	Posicionado na extremidade da parede	Posicionar centralizada a parede
Ponto unidade condensadora	Posicionamento da alimentação sobre esquadria do jardim	Reposicionar alimentação na parede do banheiro

Ponto chuveiro	Ponto de alimentação do chuveiro na suíte posicionado sobre pilar	Rotacionar posição do ponto em 90° instalando-o na parede lateral
-------------------	---	---

Tabela 14: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 4 e Laje 7

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Ponto ar condicionado circuito 1	Posicionado na extremidade da parede	Posicionar centralizada a parede
Ponto unidade condensadora	Posicionamento da alimentação sobre esquadria do jardim	Reposicionar alimentação na parede do banheiro

Tabela 15: Verificação de compatibilidade arquitetônico x elétrico - Laje 8

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Interruptor	Conjunto de interruptores paralelos k, j, i, posicionados sobre pilar	Reposicionar na alvenaria

Na verificação acima, registrada da tabela 11 à tabela 15, são apresentadas as principais interferências físicas e funcionais detectadas na compatibilização entre os projetos de arquitetura e elétrico. Foi realizada a compatibilização de

todos os pavimentos, através da sobreposição dos desenhos onde se pode analisar a correlação entre tomadas, pontos elétricos e luminárias do projeto elétrico com as paredes, esquadrias e circulações da arquitetura. Através desta verificação foram identificadas falhas recorrentes em alguns pavimentos. A inexistência do ponto de alimentação próximo ao ponto de antena no quarto, não permitindo a instalação de um televisor, como apresentado na figura 10.

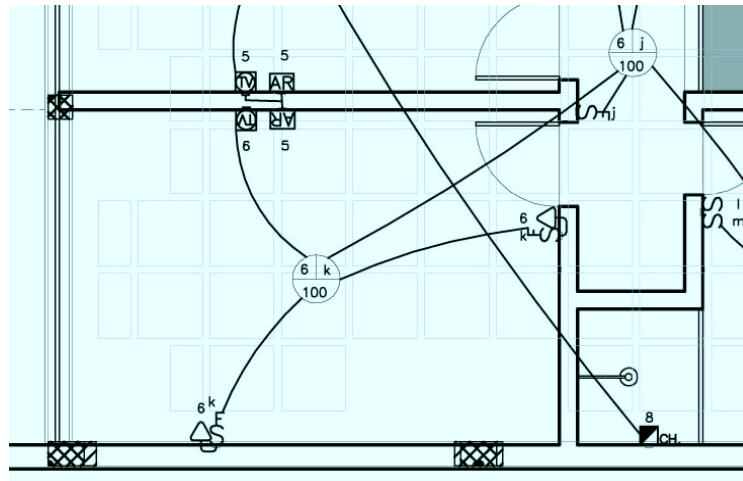


Figura 10: Inexistência do ponto de alimentação

A alimentação para as unidades condensadoras foi posicionada na prumada das esquadrias, que são de piso a teto, não havendo espaço para alojamento do equipamento, conforme a figura abaixo.

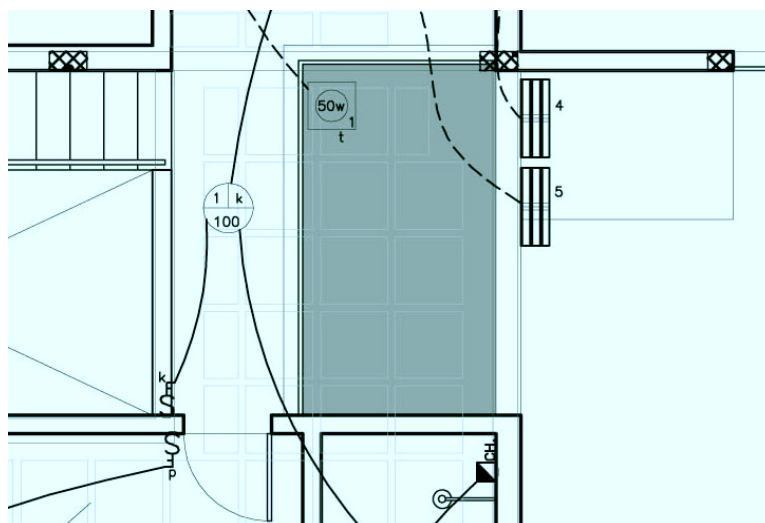


Figura 11: Alimentação das unidades condensadoras sobre esquadria

Na área da cozinha, as luminárias pendentes que deveriam estar posicionadas sobre a bancada, estão desalinhadas não imprimindo o efeito planejado como demonstra a figura 12.

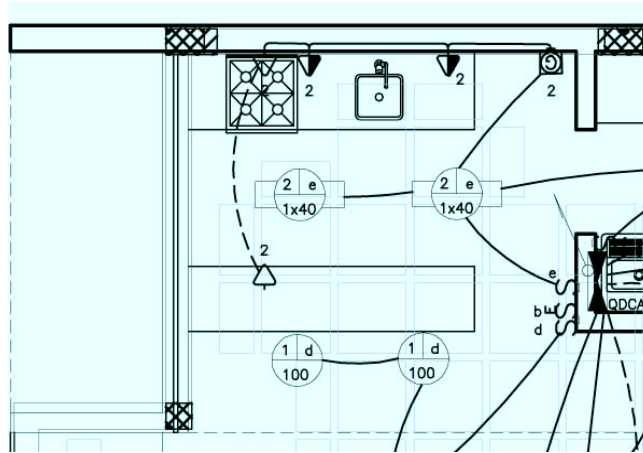


Figura 12: Luminárias desalinhadas com bancada

3.10 Compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural e hidro-sanitário

A verificação de compatibilidade entre os projetos arquitetônico e hidro-sanitário foi realizada com a sobreposição das plantas das instalações hidro-sanitárias com as plantas de arquitetura de cada pavimento. Com o auxílio do software CAD, os arquivos digitais contendo os desenhos de cada especialidade foram equalizados, tendo escalas de plotagem e cores dos layers ajustados para melhor verificação. Todas as interferências físicas e funcionais identificadas foram registradas em tabelas contendo a identificação do elemento conflitante, o tipo de interferência e o procedimento proposto para ajuste da incompatibilidade.

3.10.1 Verificação de incompatibilidades

Tabela 16: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário - Laje 1

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Água	Tubo de recalque na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Esgoto	Tubos de queda e ventilação passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Pluvial	Inexistência de ralos no piso da garagem	Adicionar ralos para captação das águas
Pluvial	Canaleta com grelha posicionada no meio da rampa	Reposicionar nas extremidades de cada rampa

Tabela 17: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário - Laje 2 e Laje 5

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Água	Tubo de recalque e retorno de água quente na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Água	Prumadas de água fria passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada

Esgoto	Tubos de queda e ventilação passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Esgoto	Posição centralizada do ralo seco no box do banheiro social	Reposicionar ralo na extremidade do box

Tabela 18: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário - Laje 3 e Laje 6

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Água	Tubo de recalque e retorno de água quente na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Água	Prumadas de água fria passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Água	Alimentação do chuveiro no banheiro suíte posicionada sobre pilar	Rotacionar posição do chuveiro em 90° instalando-o na parede lateral
Esgoto	Tubos de queda e ventilação passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Esgoto	Posição centralizada do ralo seco no box do banheiro suíte	Reposicionar ralo na extremidade do box

Tabela 19: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário - Laje 4 e Laje 7

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Água	Tubo de recalque e retorno de água quente na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Água	Prumadas de água fria passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Esgoto	Tubos de queda e ventilação passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Esgoto	Posição centralizada do ralo seco no box do banheiro suíte e do banheiro social	Reposicionar ralo na extremidade do box

Tabela 20: Verificação de compatibilidade arquitetônico x hidro-sanitário - Laje 8

ITEM	CONFLITO / INTERFERÊNCIA	PROCEDIMENTO PROPOSTO
Água	Tubo de recalque e retorno de água quente na mesma prumada do medidor de energia	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Água	Prumadas de água fria passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada

Esgoto	Tubos de queda e ventilação passando por elementos estruturais	Reposicionar no shaft próximo da prumada
Pluvial	Canaleta com grelha na cobertura	Reposicionar ralo na extremidade do box

Na verificação acima, registrada da tabela 16 à tabela 20, são apresentadas as principais interferências físicas e funcionais detectadas na compatibilização entre os projetos de arquitetura e hidro-sanitário. Foi realizada a compatibilização de todos os pavimentos, através da sobreposição dos desenhos onde se pode analisar a correlação entre prumadas de água fria, águas pluviais, e tubos de esgoto e do projeto hidro-sanitário com as paredes, esquadrias e circulações da arquitetura. Através desta verificação foram identificadas falhas recorrentes em alguns pavimentos. A figura 13 mostra o posicionamento centralizado do ralo no box dos banheiro, o que provocaria certo desconforto na utilização do chuveiro. Ainda na mesma imagem podemos verificar o posicionamento do chuveiro na mesma prumada do pilar, não permitindo a instalação do ponto hidráulico além do misturador.

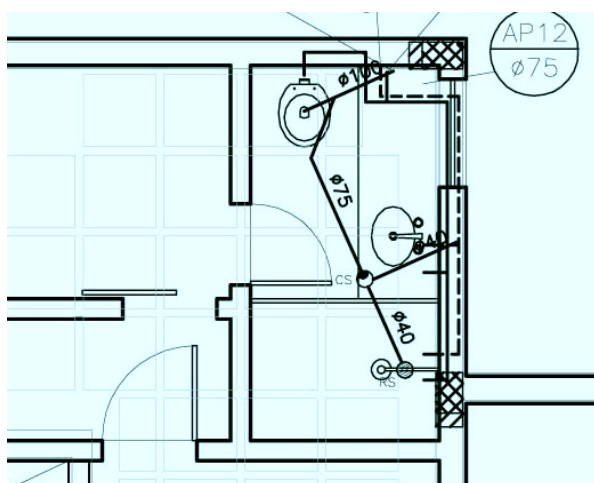


Figura 13: Posicionamento do ralo e chuveiro

Algumas prumadas de esgoto e de águas pluviais foram posicionadas fora dos shafts, o que ocasionaria a passagem dos tubos por elementos estruturais como vigas comprometendo seu desempenho.

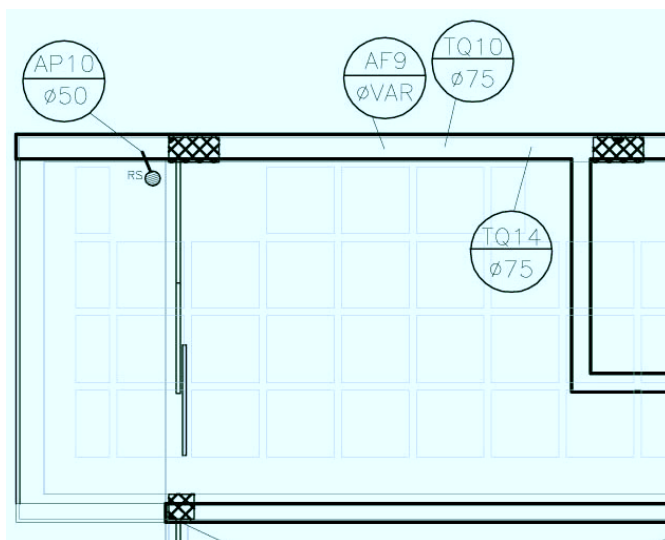


Figura 14: Prumadas hidráulicas passando por elementos estruturais

4 ANÁLISE CRÍTICA

4.1 Projeto x Compatibilização x Resultado na Construção

Foi possível verificar ao longo do trabalho inúmeras lacunas quanto ao desenvolvimento dos projetos. Estes foram desenvolvidos de forma seqüencial, não permitindo total integração entre as diversas especialidades que faziam parte o empreendimento. Apesar do pré-lançamento estrutural por parte dos arquitetos na fase de anteprojeto de arquitetura, que serviram com referencia para o desenvolvimento do projeto estrutural, a integração se deu de forma tardia, só após a aprovação do projeto legal. Além disso, as demais especialidades só foram incorporadas após esta etapa, com a compatibilização da arquitetura com o estrutural já realizada, não permitindo um maior diálogo e intercâmbio entre os envolvidos. Este tipo de desenvolvimento gerou retrabalho por parte dos projetistas, já que algumas soluções adotadas eram conflitantes com definições já adotadas por outro profissional envolvido.

Como não existe a figura do compatibilizador de projetos na região, este trabalho é raramente realizado, talvez pela concentração de pequenos escritórios independentes, geralmente compostos por um numero reduzido de profissionais, que se envolvem em projetos de menor porte, ou pela não remuneração deste serviço por parte do cliente, que não visualiza os benefícios deste trabalho na execução do edifício. No estudo de caso apresentado esta lacuna é preenchida pelo arquiteto, que por ser responsável pelo projeto matriz, definidor das diretrizes para a inserção das demais disciplinas, possui uma visão ampla do empreendimento, necessária para a perfeita correlação entre os projetos.

Durante a compatibilização foi possível reduzir-se grande parte das interferências entre as especialidades, como conflitos físicos entre elementos da estrutura e hidráulica, e posicionamento de vigas e pilares que comprometeriam a utilização do edifício. Foi utilizado o método de sobreposição dos desenhos CAD em 2D de arquitetura, estrutural, elétrico e

hidro-sanitário, para verificação de conformidades entre as disciplinas. A utilização das tabelas de verificação funcionou como registro dos conflitos detectados e planejamento de soluções reparadoras para os projetistas. Seu desempenho foi satisfatório, tendo em vista o número de conflitos solucionados ainda na fase de projeto.

Mesmo com a prática pouco recorrente da compatibilização de projetos nos escritórios, não houve resistência por parte dos envolvidos, que se disponibilizaram para realização das reuniões e nos ajustes solicitados no processo de verificação.

O tempo dedicado na compatibilização entre as especialidades resultou em um ganho substancial na execução das primeiras etapas do edifício, ainda em fase de execução. Várias das interferências solucionadas na fase de projeto ocasionariam interrupções na construção do edifício para revisão de projetos, ou a necessidade da tomada de decisões de forma súbita no canteiro de obras. Transições de pilares ou redimensionamento de vigas necessitariam de análises mais complexas, que custariam tempo e comprometeriam o andamento da obra.

Por fim, mesmo com esta verificação sistemática dos projetos, algumas interferências ainda foram detectadas ao longo do processo construtivo. Talvez pela forma ainda limitada de verificação em 2D, conflitos geométricos só foram detectados na iminência de sua execução, o que poderia ser evitado com a incorporação de ferramentas 3D.

5 CONCLUSÃO

Através do trabalho, estudo de caso, pode-se concluir que as verificações de incompatibilidades entre os projetos deveriam acontecer ao longo de todo processo de concepção do edifício, sendo incorporadas questões dos projetos complementares desde o estudo preliminar de arquitetura. Com o desenvolvimento do projeto em um ambiente multidisciplinar, questões estratégicas ligadas ao desempenho e qualidade do edifício seriam tomadas nas fases iniciais do projeto, onde se tem menor custo.

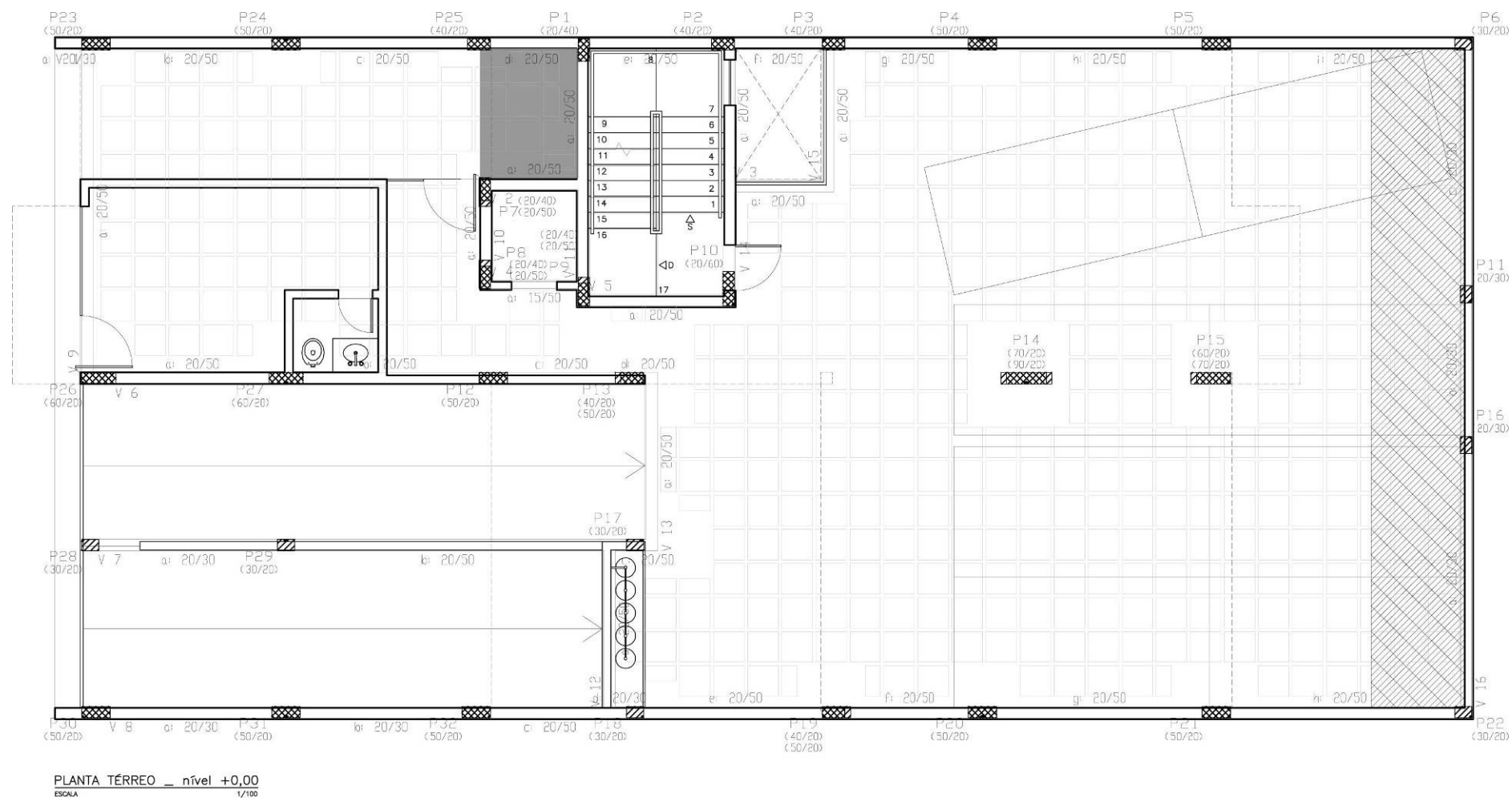
É de fundamental importância a padronização entre os escritórios no que diz respeito à representação gráfica. As variações de identificação e representação dos elementos construtivos nos diversos projetos dificulta a verificação das não-conformidades durante a sobreposição dos desenhos e da compatibilização entre as disciplinas.

A compatibilização através da sobreposição dos desenhos em 2D é uma forma limitada de verificação de não conformidade entre as disciplinas. Mesmo sendo eficaz na identificação de diversas interferências na fase de projeto, principalmente em escritórios de menor porte, deve-se haver a evolução para uma forma mais sistêmica. Com o auxílio de ferramentas 3D seria possível uma visão mais complexa de todos os sistemas do edifício e seus conflitos físicos e funcionais reduzindo ao máximo problemas durante a execução do empreendimento.

A utilização de sistemas como as tabelas de verificação poderiam ser substituídas com a evolução para portais colaborativos na troca de informações e arquivos, e o uso de ferramenta BIM, que necessariamente obrigaria a padronização de informações, terminologias e a integração dos softwares utilizados por cada especialidade.

ANEXOS

ANEXO 1 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 1



The floor plan shows two main apartment units, APTO. 101 and APTO. 102, separated by a central staircase and service areas. The plan includes various rooms such as bedrooms, living areas, and bathrooms, each with specific dimensions. The layout is symmetrical around a central vertical axis. The plan is drawn on a grid background.

APTO. 101 (Left Unit):

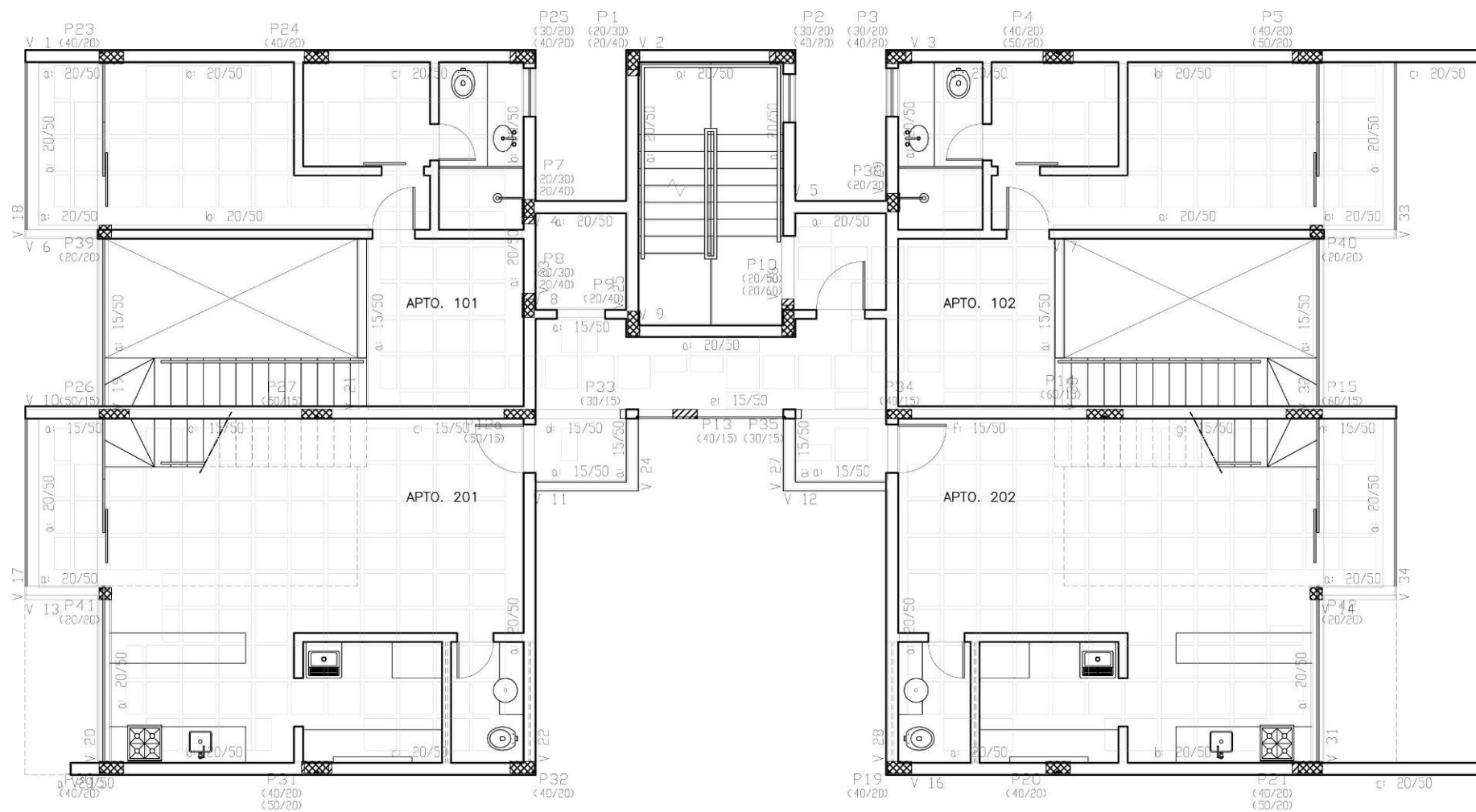
- Room 10: 20/50
- Room 11: 20/50
- Room 12: 20/50
- Room 13: 20/50
- Room 14: 20/50
- Room 15: 20/50
- Room 16: 20/50
- Room 17: 20/50
- Room 18: 20/50
- Room 19: 20/50
- Room 20: 20/50
- Room 21: 20/50
- Room 22: 20/50
- Room 23: 20/50
- Room 24: 20/50
- Room 25: 20/50
- Room 26: 20/50
- Room 27: 20/50
- Room 28: 20/50
- Room 29: 20/50
- Room 30: 20/50
- Room 31: 20/50
- Room 32: 20/50
- Room 33: 20/50
- Room 34: 20/50
- Room 35: 20/50
- Room 36: 20/50
- Room 37: 20/50
- Room 38: 20/50
- Room 39: 20/50
- Room 40: 20/50
- Room 41: 20/50
- Room 42: 20/50
- Room 43: 20/50
- Room 44: 20/50
- Room 45: 20/50
- Room 46: 20/50
- Room 47: 20/50
- Room 48: 20/50
- Room 49: 20/50
- Room 50: 20/50
- Room 51: 20/50
- Room 52: 20/50
- Room 53: 20/50
- Room 54: 20/50
- Room 55: 20/50
- Room 56: 20/50
- Room 57: 20/50
- Room 58: 20/50
- Room 59: 20/50
- Room 60: 20/50
- Room 61: 20/50
- Room 62: 20/50
- Room 63: 20/50
- Room 64: 20/50
- Room 65: 20/50
- Room 66: 20/50
- Room 67: 20/50
- Room 68: 20/50
- Room 69: 20/50
- Room 70: 20/50
- Room 71: 20/50
- Room 72: 20/50
- Room 73: 20/50
- Room 74: 20/50
- Room 75: 20/50
- Room 76: 20/50
- Room 77: 20/50
- Room 78: 20/50
- Room 79: 20/50
- Room 80: 20/50
- Room 81: 20/50
- Room 82: 20/50
- Room 83: 20/50
- Room 84: 20/50
- Room 85: 20/50
- Room 86: 20/50
- Room 87: 20/50
- Room 88: 20/50
- Room 89: 20/50
- Room 90: 20/50
- Room 91: 20/50
- Room 92: 20/50
- Room 93: 20/50
- Room 94: 20/50
- Room 95: 20/50
- Room 96: 20/50
- Room 97: 20/50
- Room 98: 20/50
- Room 99: 20/50
- Room 100: 20/50

APTO. 102 (Right Unit):

- Room 10: 20/50
- Room 11: 20/50
- Room 12: 20/50
- Room 13: 20/50
- Room 14: 20/50
- Room 15: 20/50
- Room 16: 20/50
- Room 17: 20/50
- Room 18: 20/50
- Room 19: 20/50
- Room 20: 20/50
- Room 21: 20/50
- Room 22: 20/50
- Room 23: 20/50
- Room 24: 20/50
- Room 25: 20/50
- Room 26: 20/50
- Room 27: 20/50
- Room 28: 20/50
- Room 29: 20/50
- Room 30: 20/50
- Room 31: 20/50
- Room 32: 20/50
- Room 33: 20/50
- Room 34: 20/50
- Room 35: 20/50
- Room 36: 20/50
- Room 37: 20/50
- Room 38: 20/50
- Room 39: 20/50
- Room 40: 20/50
- Room 41: 20/50
- Room 42: 20/50
- Room 43: 20/50
- Room 44: 20/50
- Room 45: 20/50
- Room 46: 20/50
- Room 47: 20/50
- Room 48: 20/50
- Room 49: 20/50
- Room 50: 20/50
- Room 51: 20/50
- Room 52: 20/50
- Room 53: 20/50
- Room 54: 20/50
- Room 55: 20/50
- Room 56: 20/50
- Room 57: 20/50
- Room 58: 20/50
- Room 59: 20/50
- Room 60: 20/50
- Room 61: 20/50
- Room 62: 20/50
- Room 63: 20/50
- Room 64: 20/50
- Room 65: 20/50
- Room 66: 20/50
- Room 67: 20/50
- Room 68: 20/50
- Room 69: 20/50
- Room 70: 20/50
- Room 71: 20/50
- Room 72: 20/50
- Room 73: 20/50
- Room 74: 20/50
- Room 75: 20/50
- Room 76: 20/50
- Room 77: 20/50
- Room 78: 20/50
- Room 79: 20/50
- Room 80: 20/50
- Room 81: 20/50
- Room 82: 20/50
- Room 83: 20/50
- Room 84: 20/50
- Room 85: 20/50
- Room 86: 20/50
- Room 87: 20/50
- Room 88: 20/50
- Room 89: 20/50
- Room 90: 20/50
- Room 91: 20/50
- Room 92: 20/50
- Room 93: 20/50
- Room 94: 20/50
- Room 95: 20/50
- Room 96: 20/50
- Room 97: 20/50
- Room 98: 20/50
- Room 99: 20/50
- Room 100: 20/50

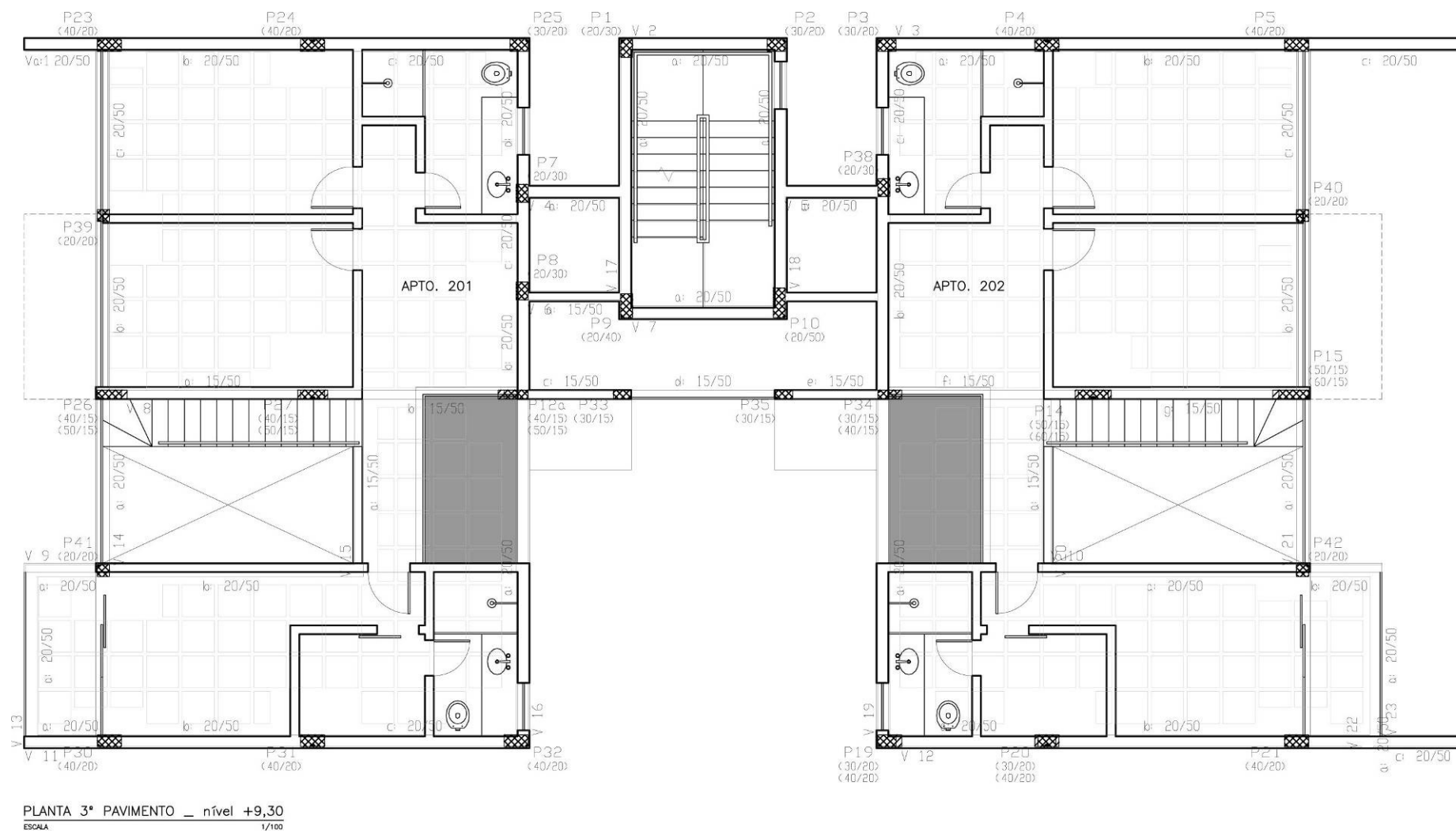
57

ANEXO 3 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 3



PLANTA 2º PAVIMENTO _ nível +6,20
ESCALA 1/100

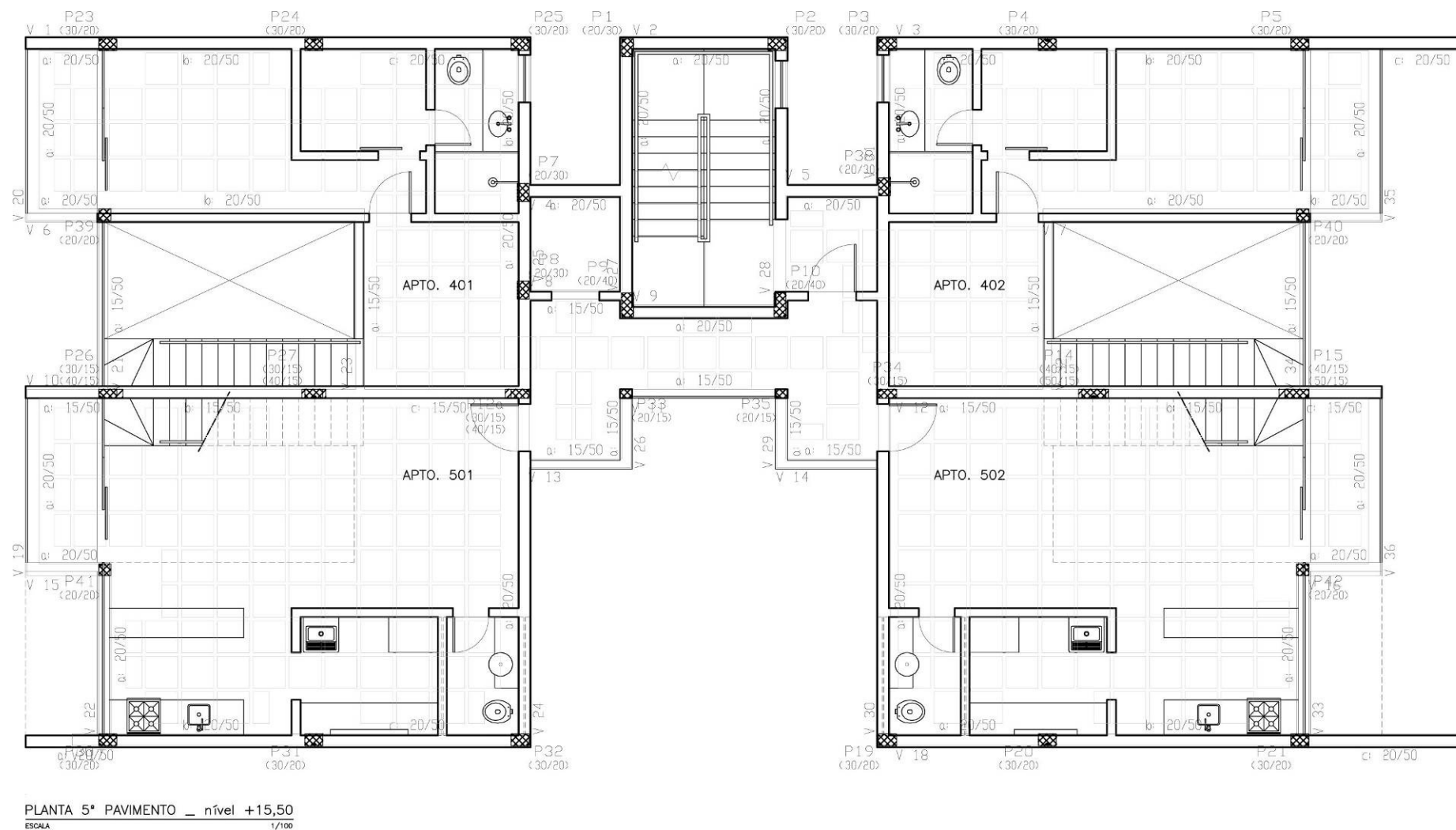
ANEXO 4 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 4



ANEXO 5 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 5



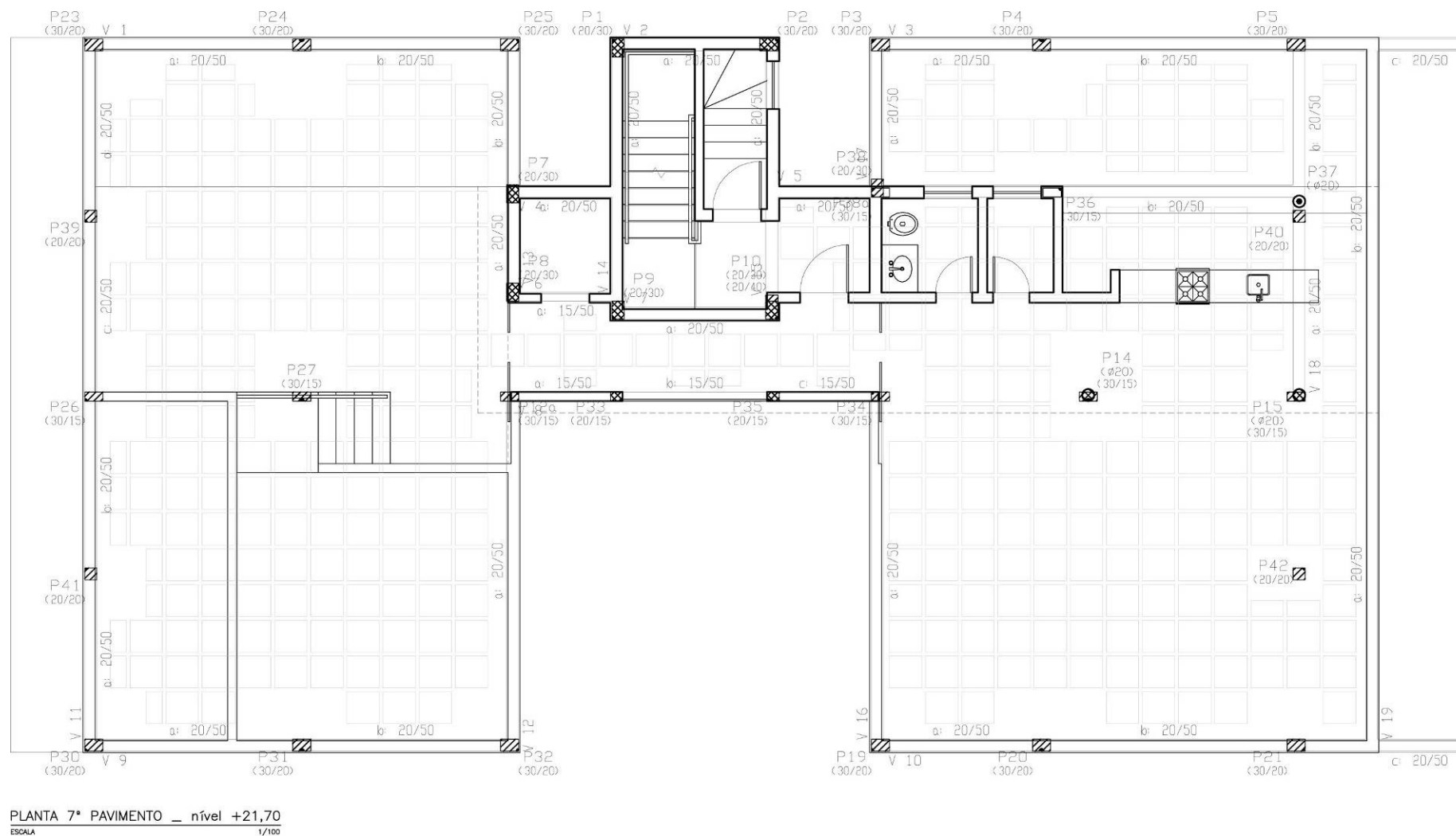
ANEXO 6 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 6



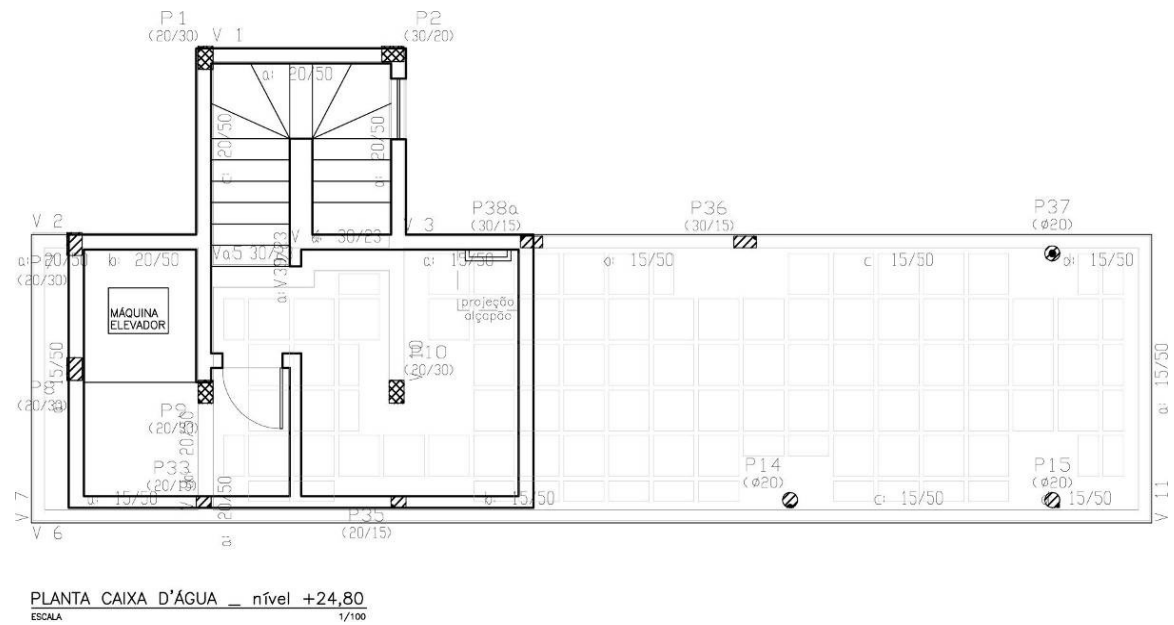
PLANTA 6* PAVIMENTO _ nível +18,60

ESCALA 1/100

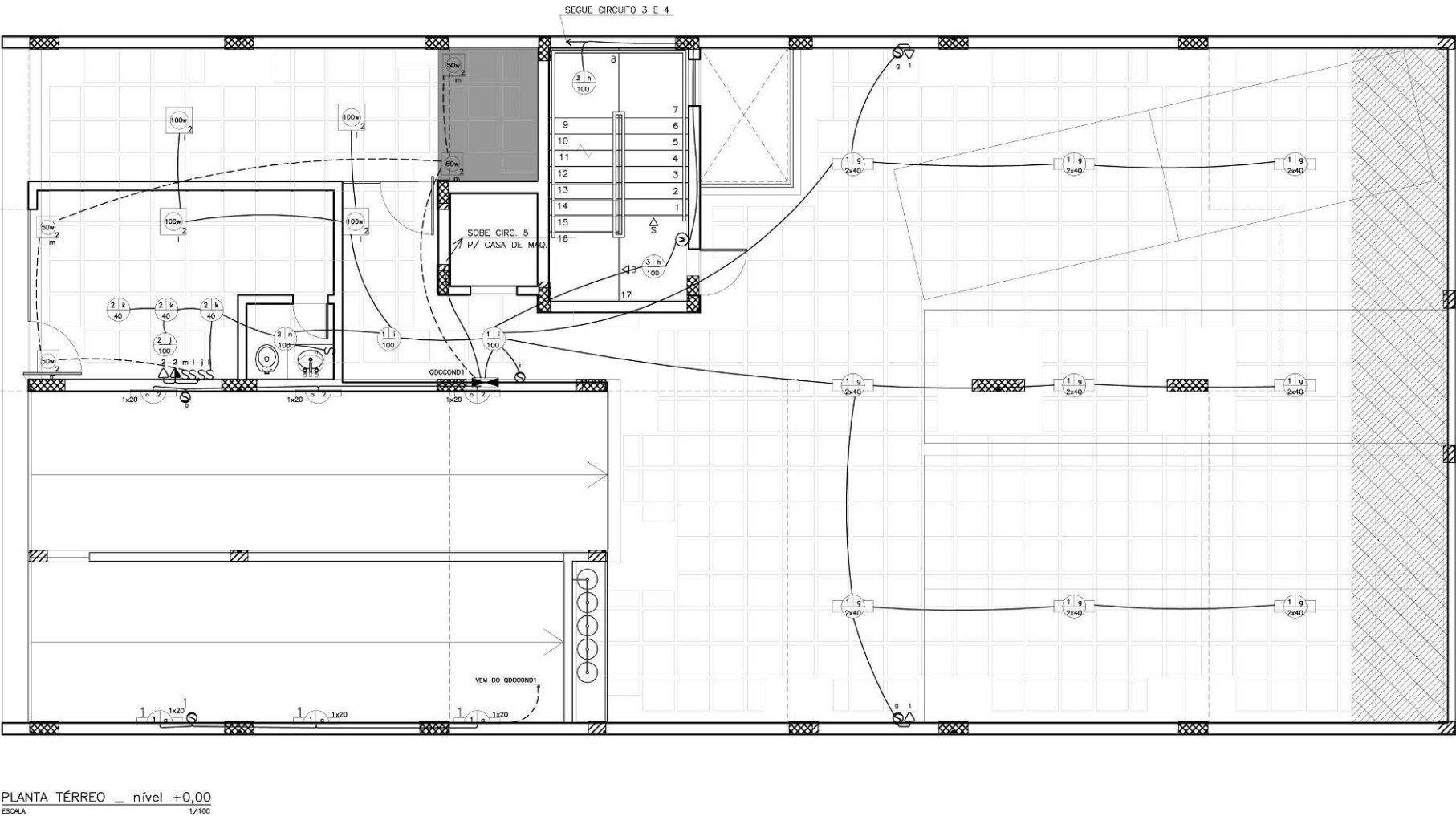
ANEXO 8 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 8



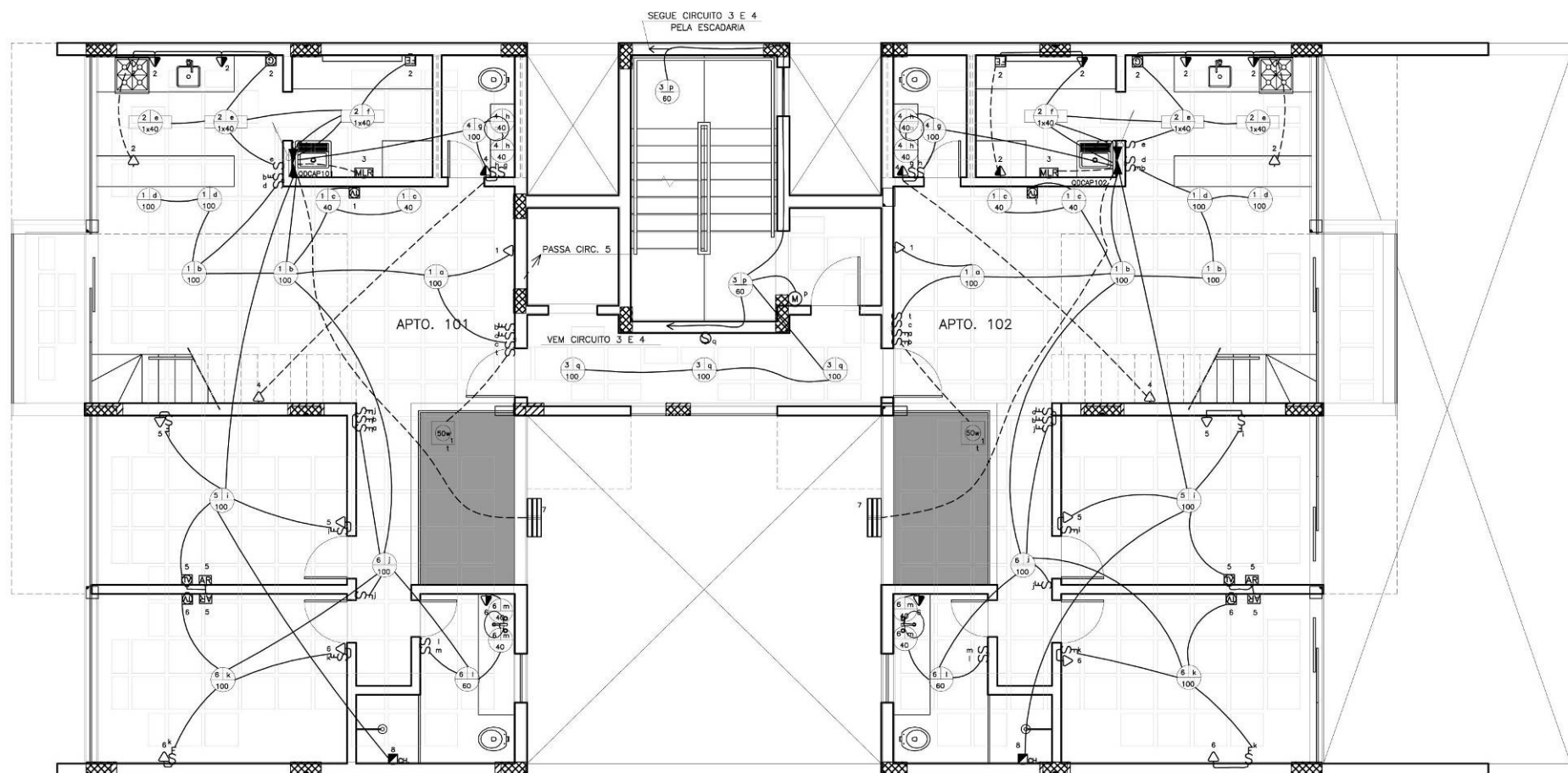
ANEXO 9 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL – LAJE 9



ANEXO 10 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 1

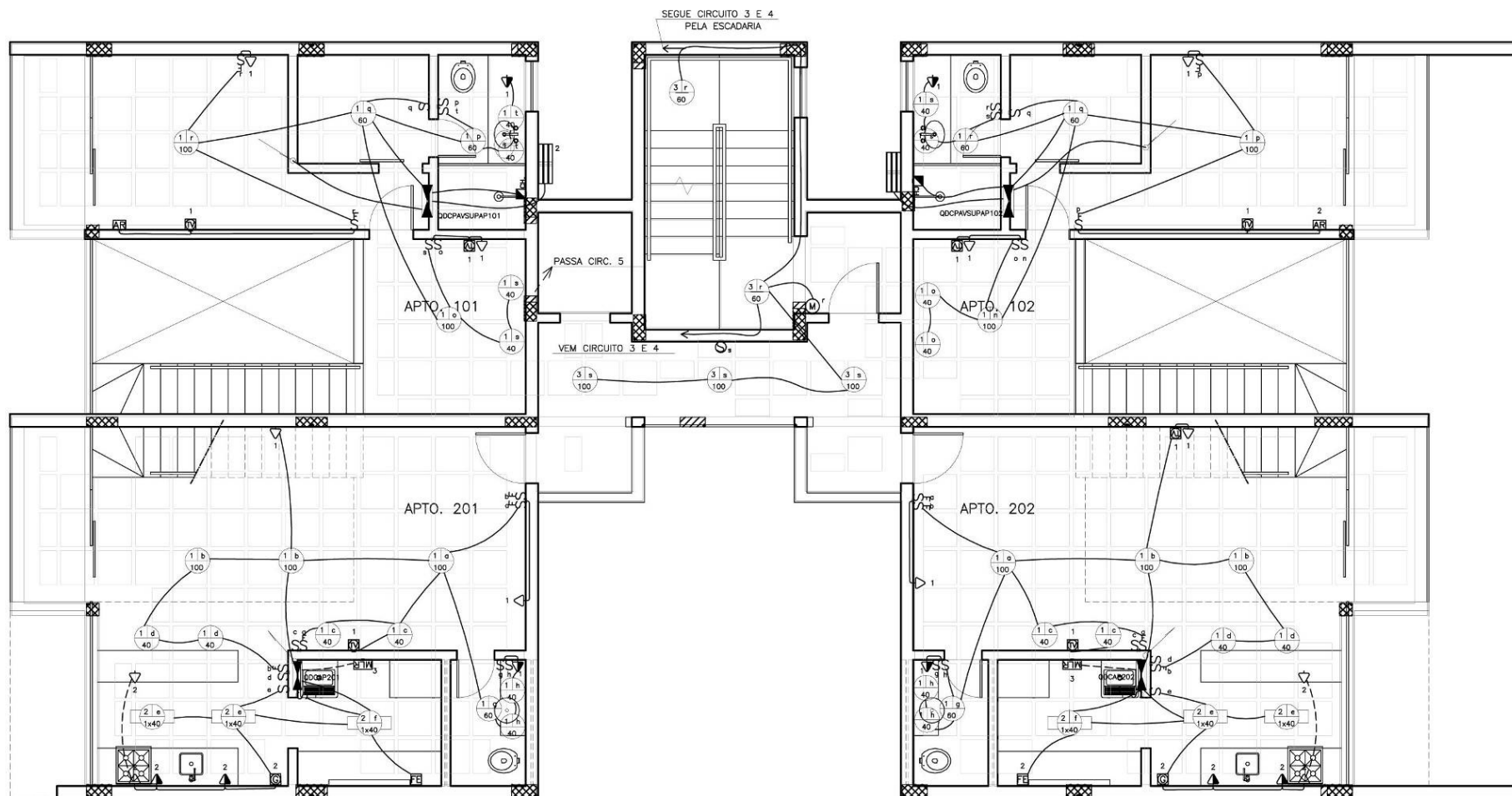


ANEXO 11 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 2



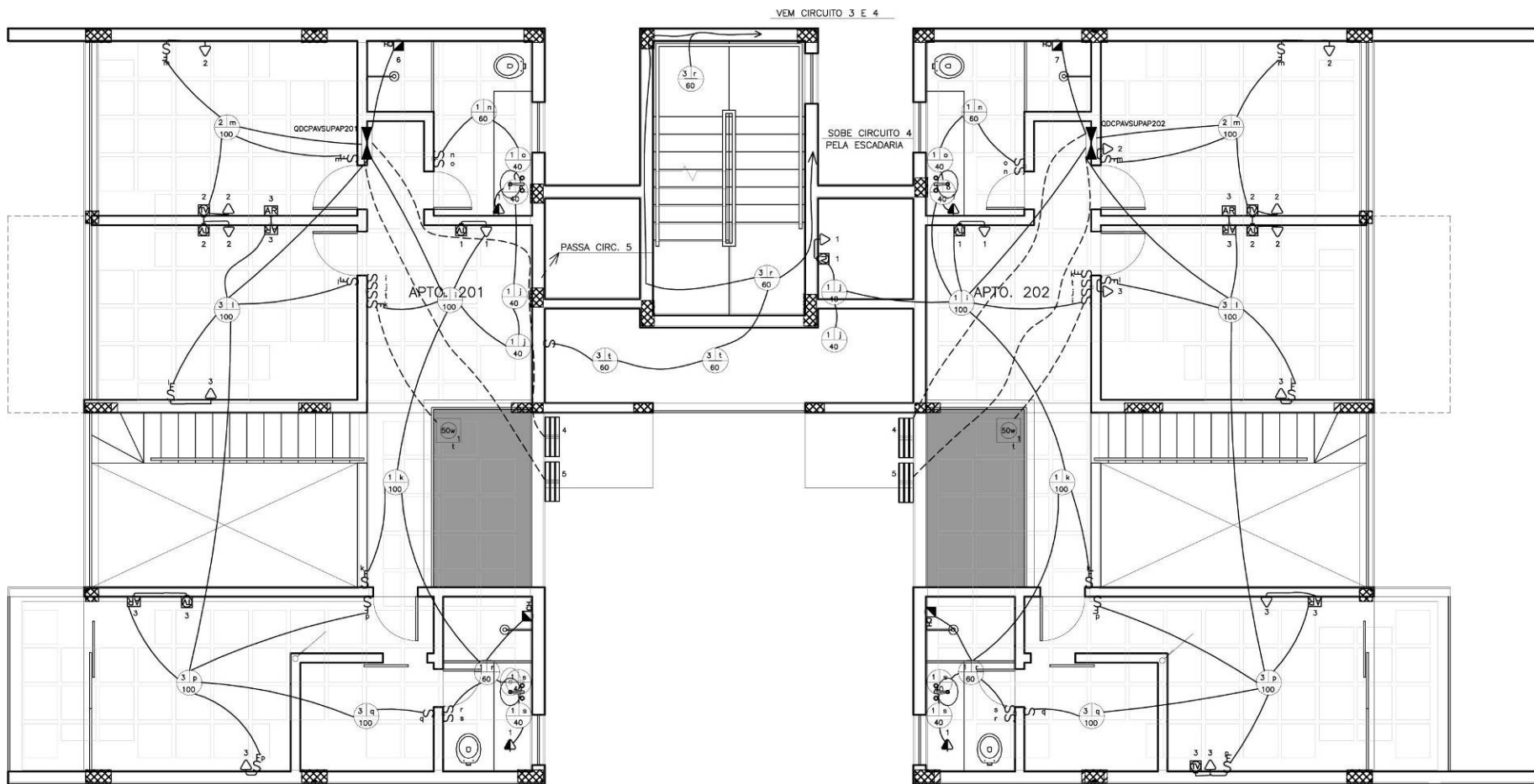
PLANTA 1º PAVIMENTO _ nível +3,10
ESCALA 1/100

ANEXO 12 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 3



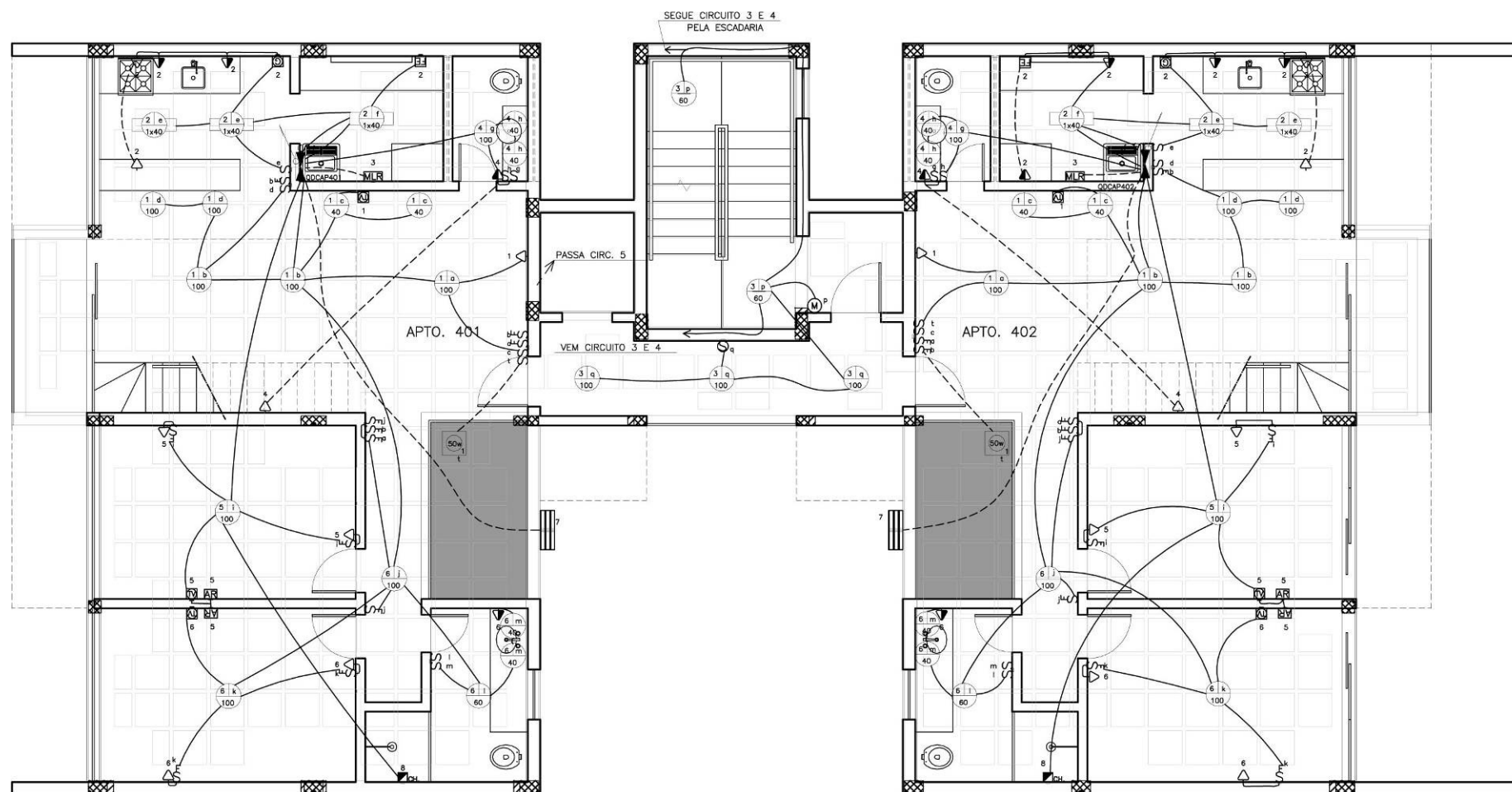
PLANTA 2º PAVIMENTO _ nível +6,20
ESCALA 1/100

ANEXO 13 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 4

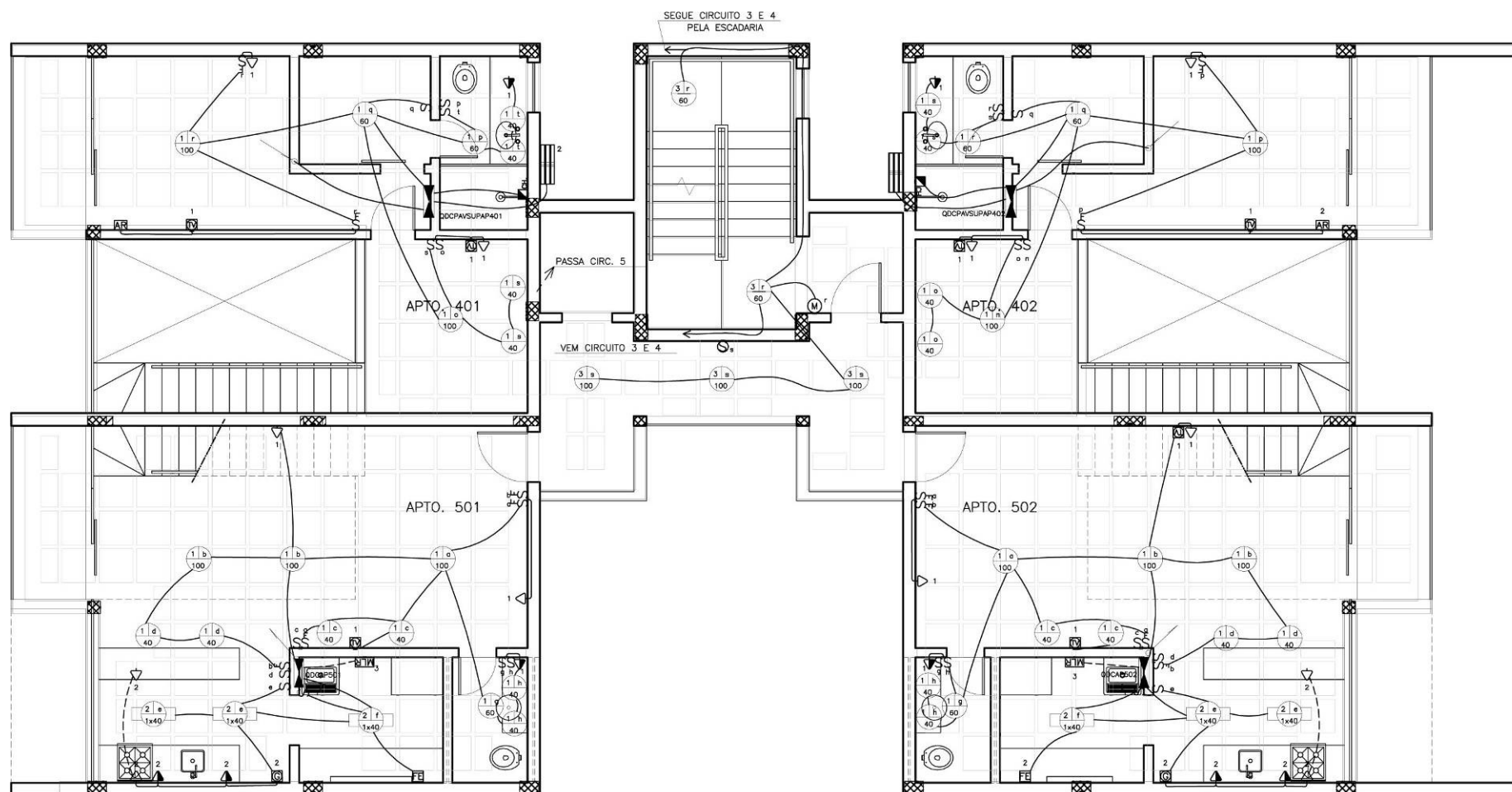


PLANTA 3º PAVIMENTO _ nível +9,30
ESCALA 1/100

ANEXO 14 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 5

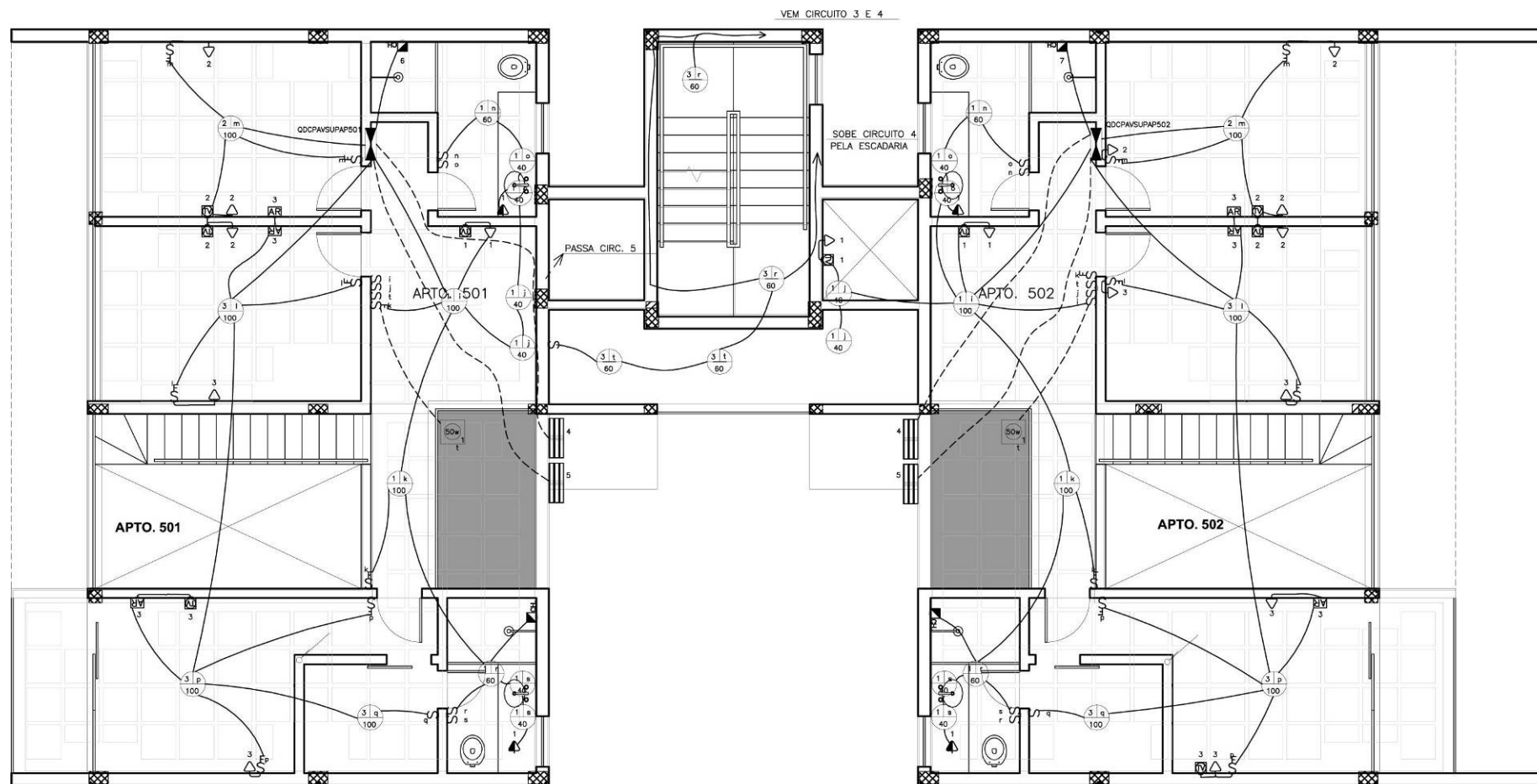


ANEXO 15 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 6



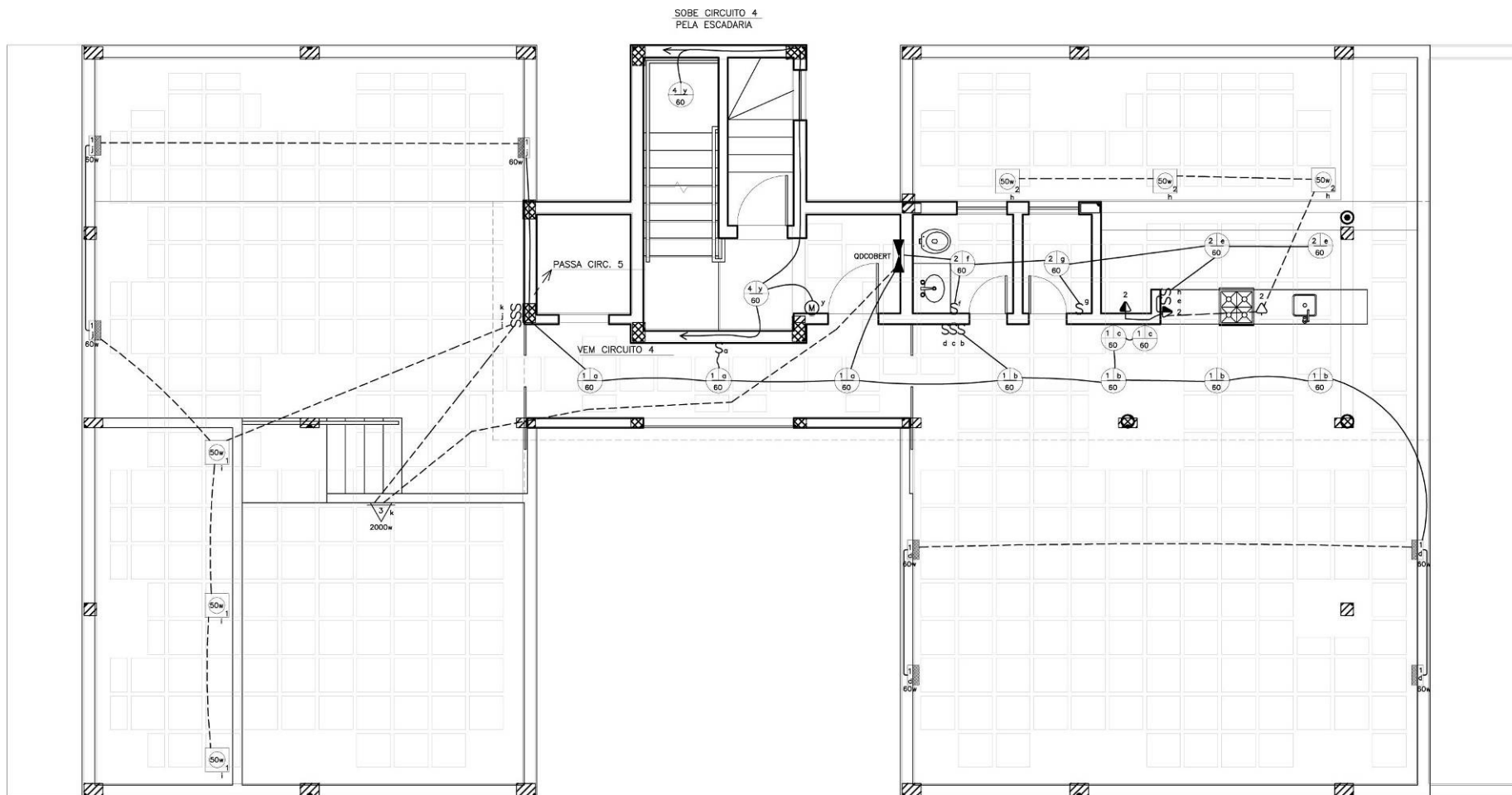
PLANTA 5º PAVIMENTO _ nível +15,50
ESCALA 1/100

ANEXO 16 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 7



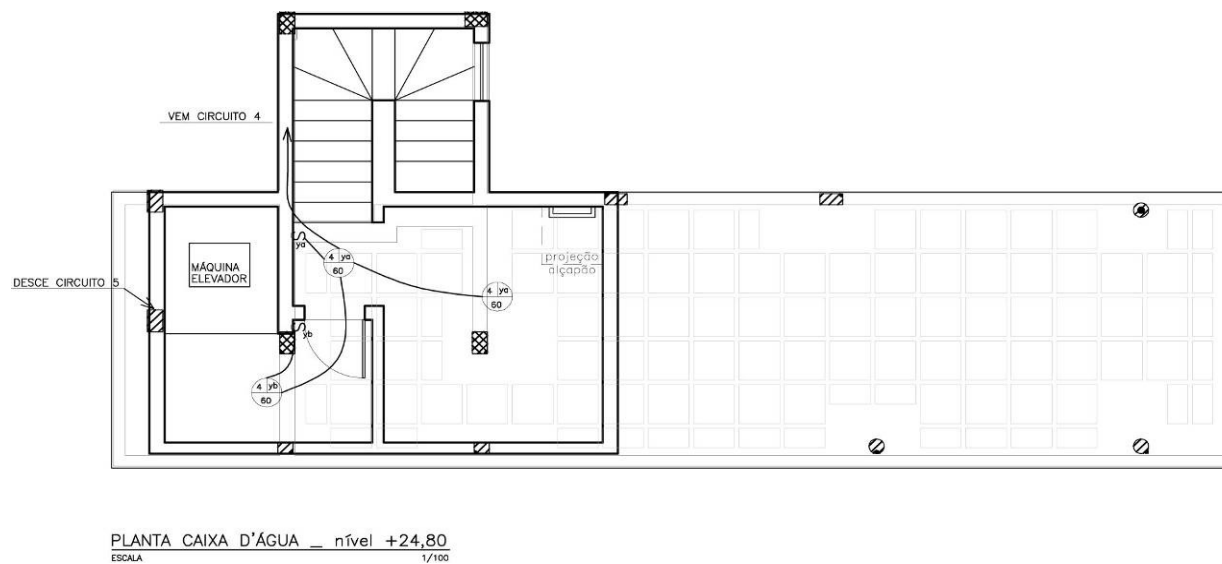
PLANTA 6º PAVIMENTO _ nível +18,60
ESCALA 1/100

ANEXO 17 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 8

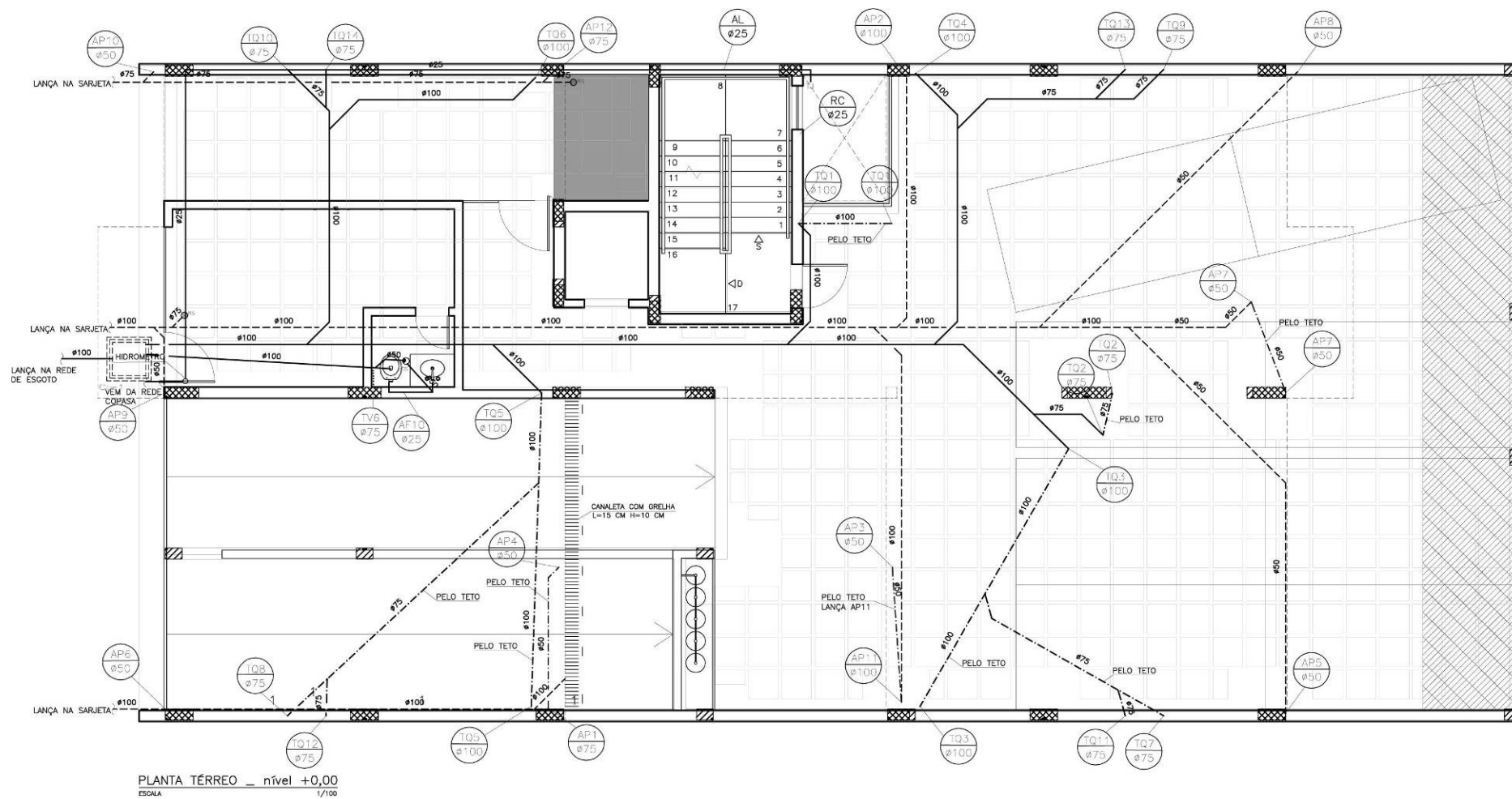


PLANTA 7º PAVIMENTO _ nível +21,70
ESCALA 1/100

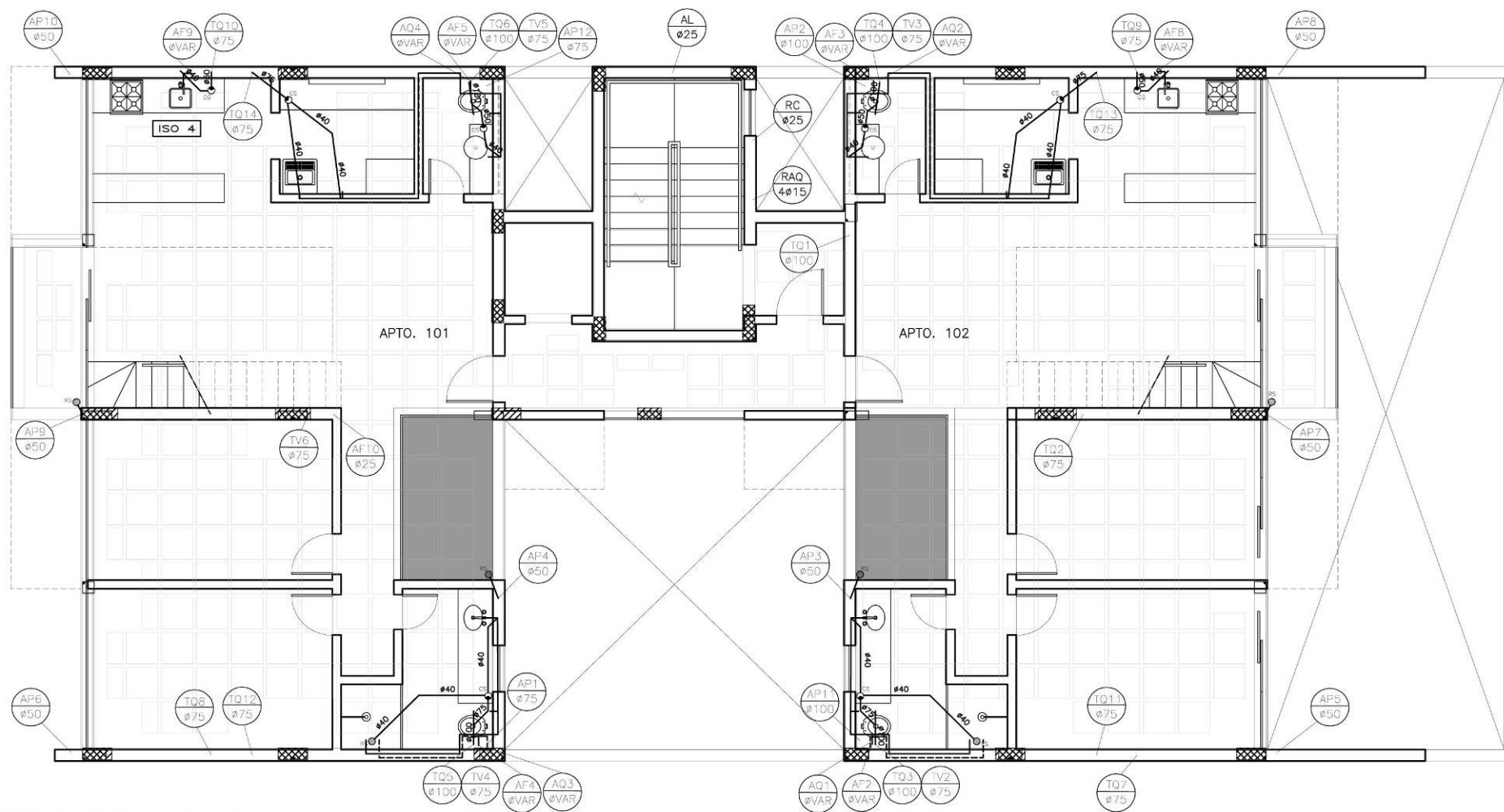
ANEXO 18 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X ELÉTRICO – LAJE 9



ANEXO 19 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 1

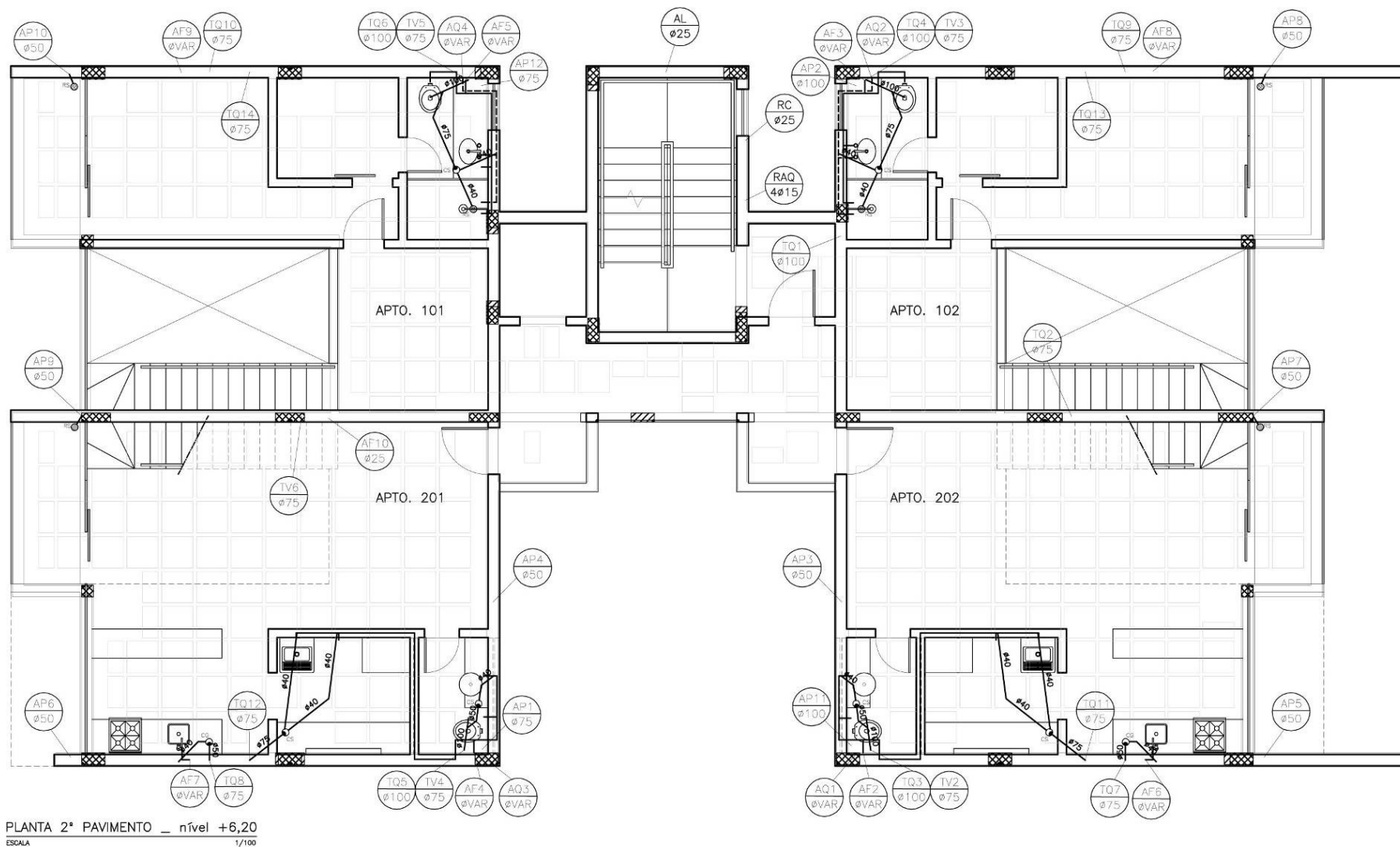


ANEXO 20 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 2

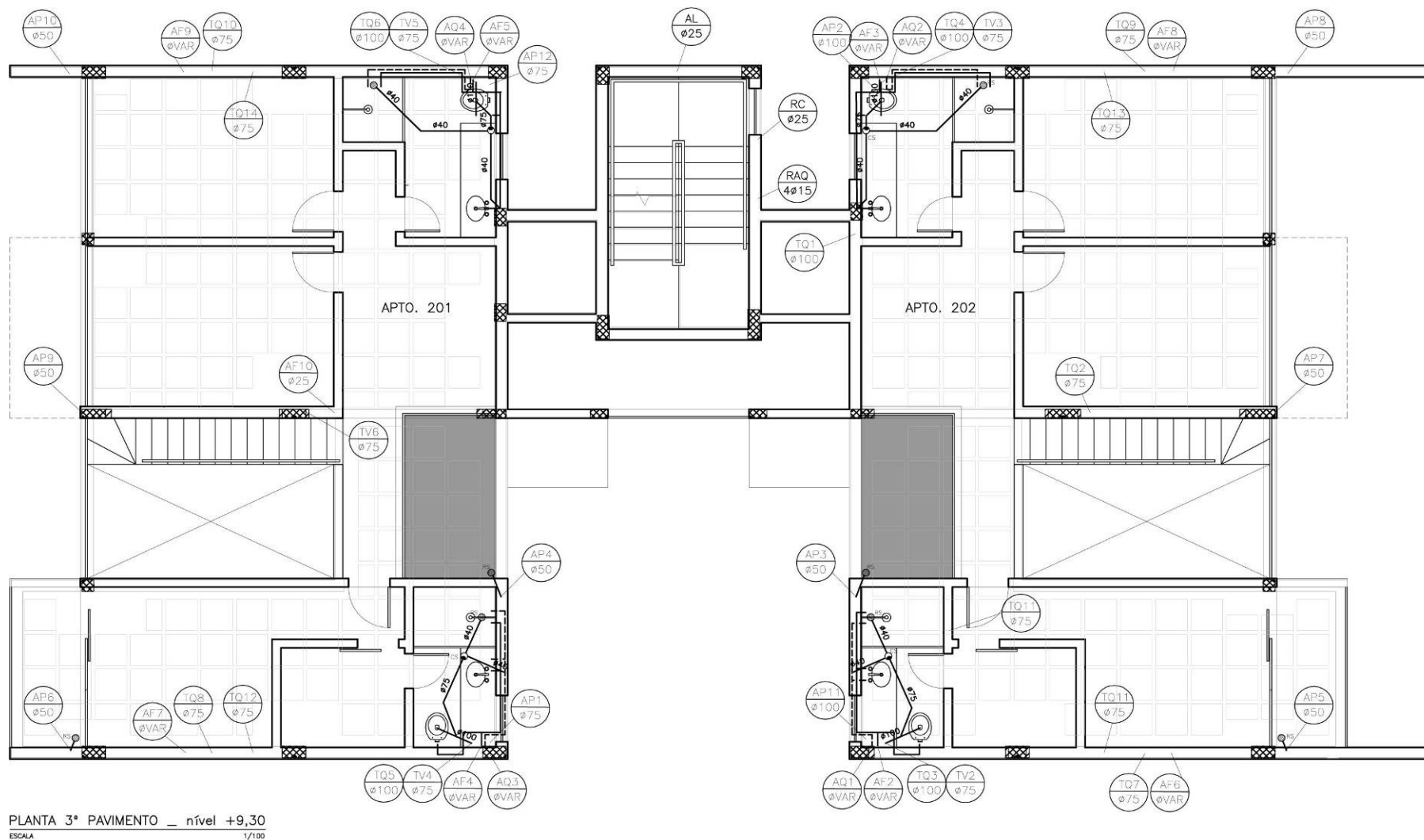


PLANTA 1ª PAVIMENTO _ nível +3,10
ESCALA 1/100

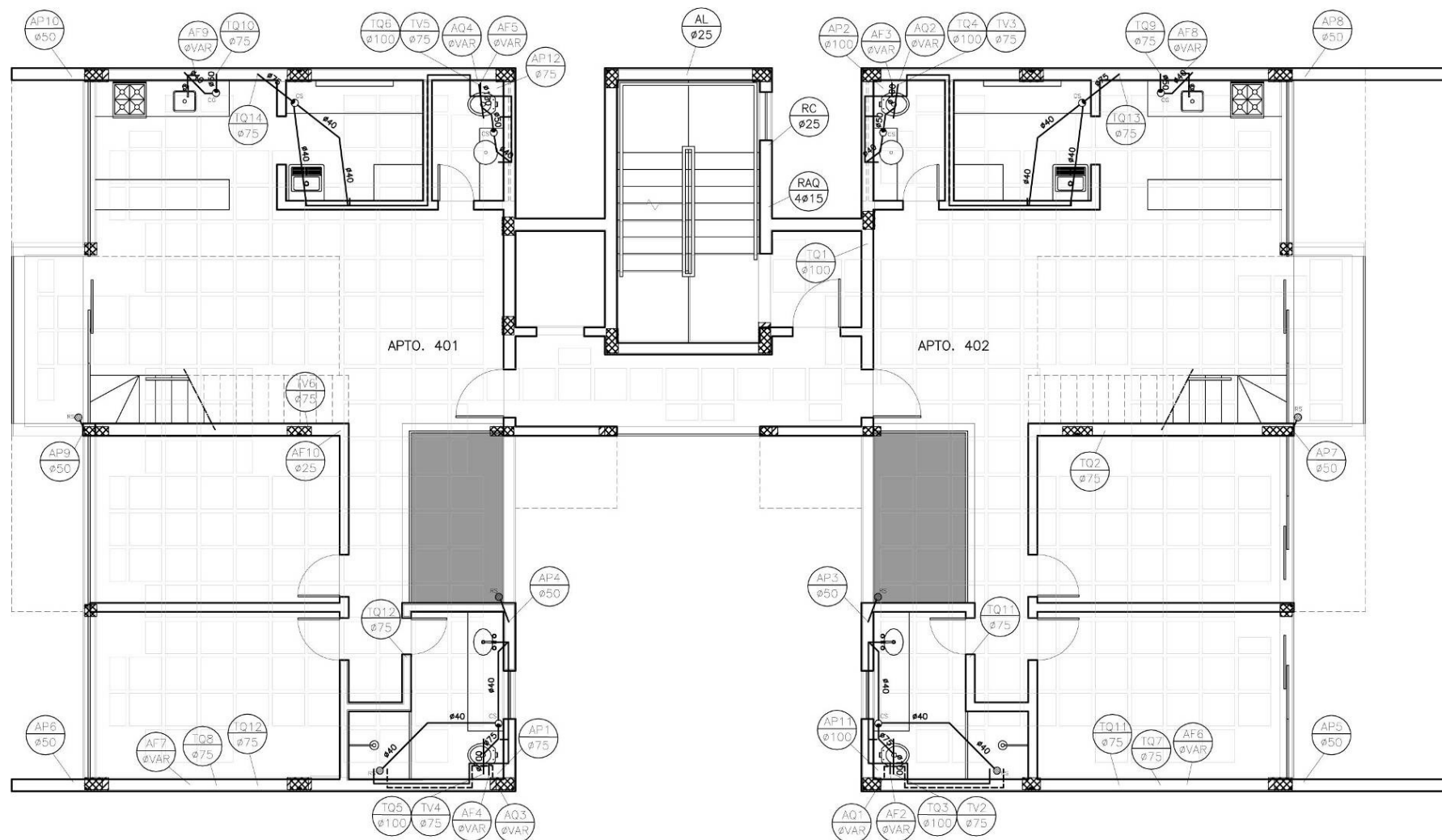
ANEXO 21 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 3



ANEXO 22 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 4

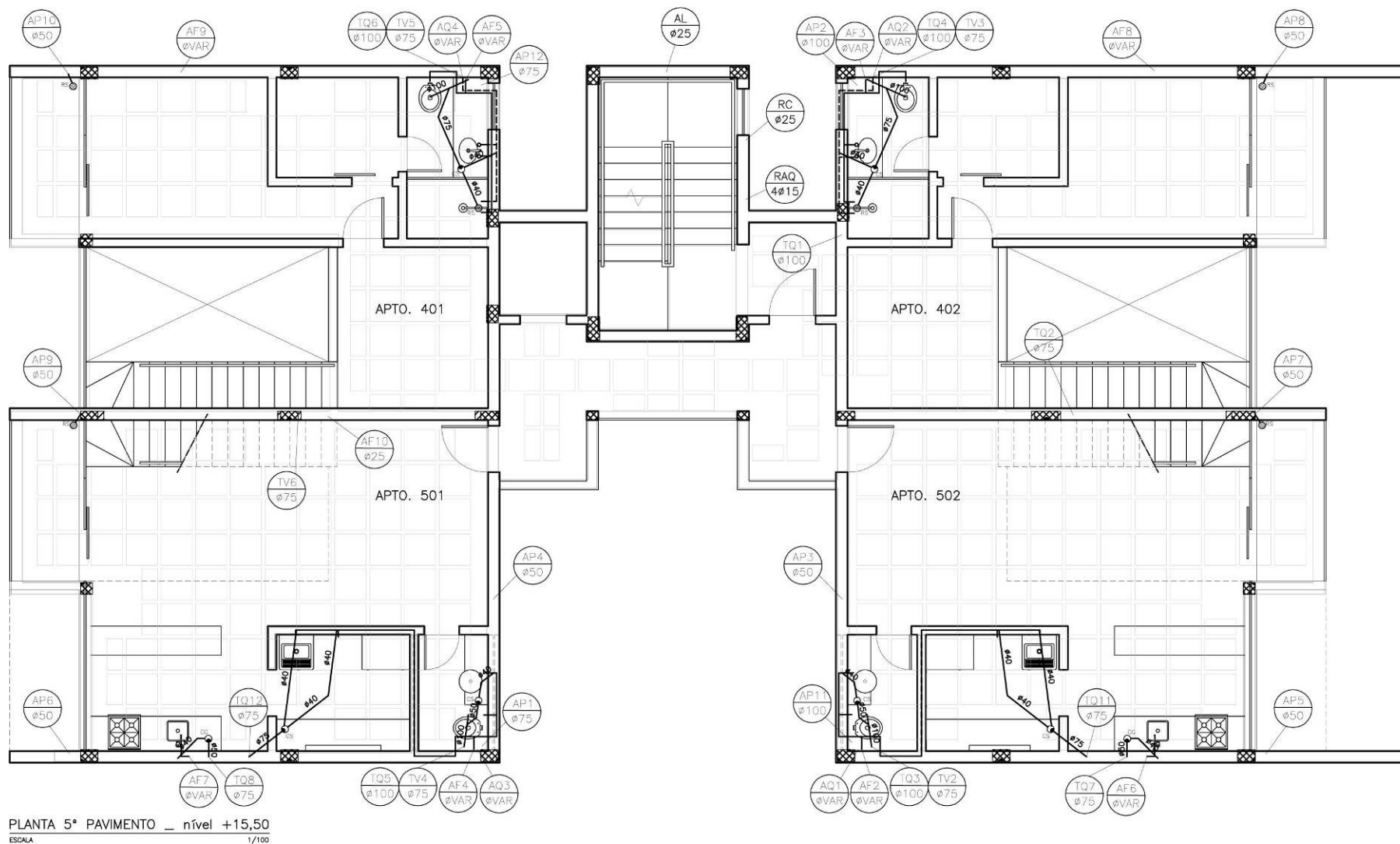


ANEXO 23 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 5

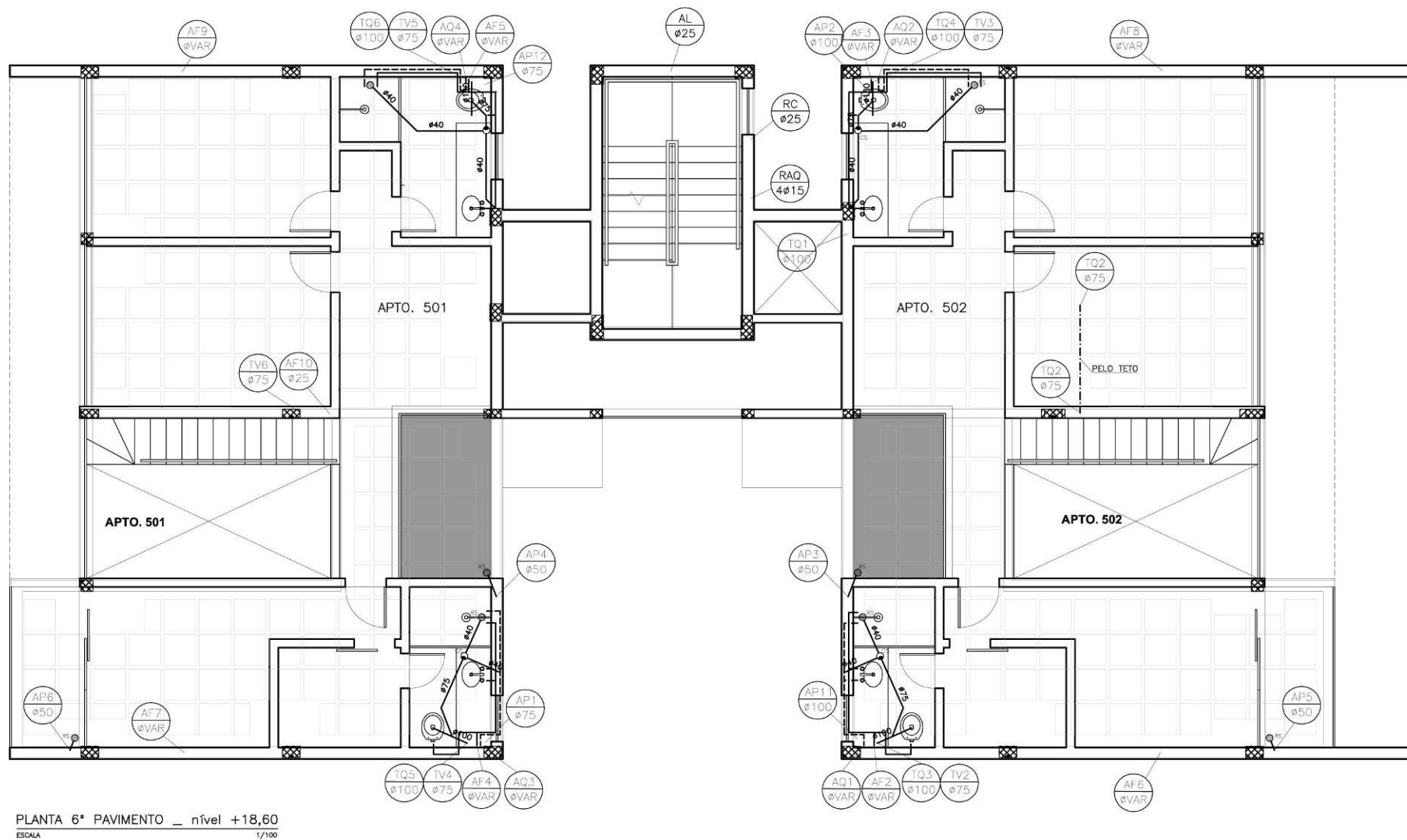


PLANTA 4º PAVIMENTO _ nível +12,40
ESCALA 1/100

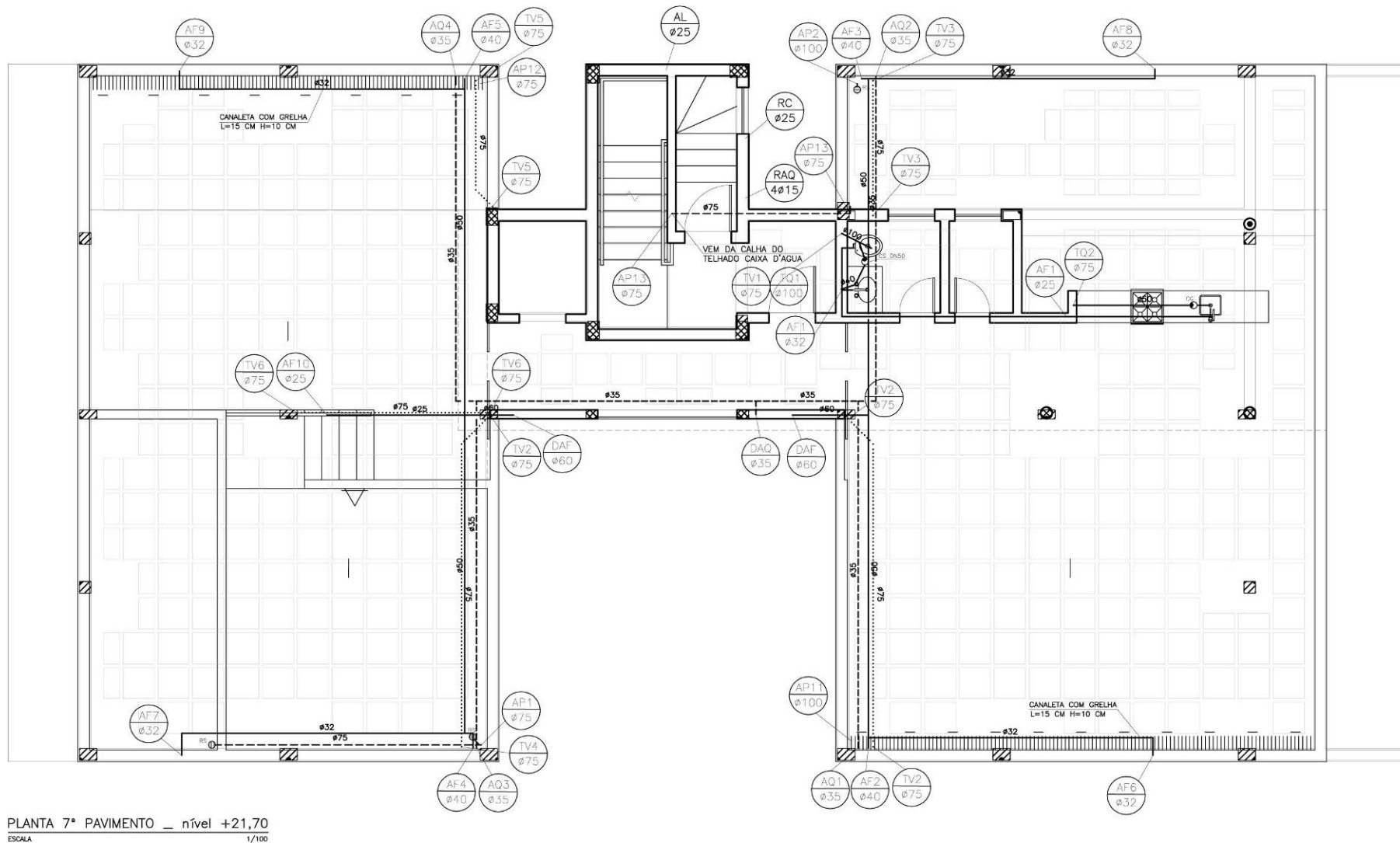
ANEXO 24 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 6



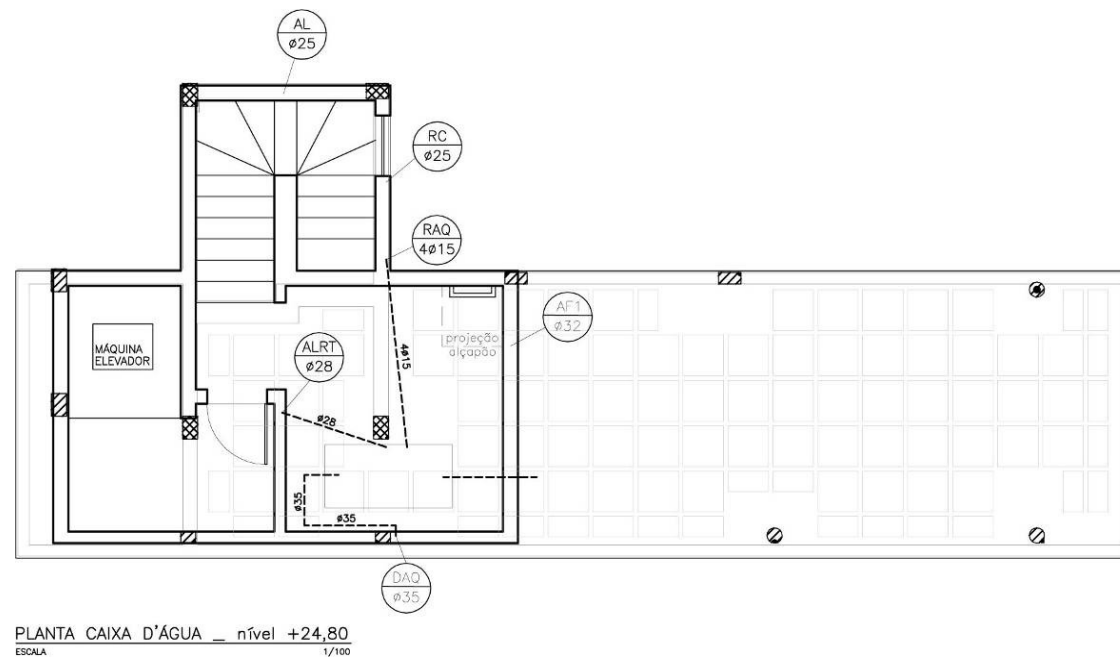
ANEXO 25 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 7



ANEXO 26 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 8



ANEXO 27 - COMPATIBILIZAÇÃO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL X HIDRO-SANITÁRIO – LAJE 9



BIBLIOGRAFIA

ADESSE, Eliane; MELHADO, Silvio Burrattino. Coordenação de Projetos Externa em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Portes. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, 2003.

AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo 2ª Edição São Paulo - Pini - abril / 2000

CALLEGARI, S; Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares. Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2007.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. “Estudo do Fluxo de Projetos: Cooperação Seqüencial X Colaboração Simultânea.” In. I Simpósio Brasileiro De Gestão Da Qualidade E Organização Do Trabalho, 1999, Recife. Anais em CD-ROM: Escola Politécnica de Pernambuco / ANTAC, Recife, 1999b.

FABRÍCIO, Márcio Minto. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, Márcio Minto. O Processo De Projeto Na Construção De Edifícios. Gestão e Coordenação de Projetos de Edifícios. Notas de Aula. 2. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos. 2004

PICCHI, F. A. Entrevista. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 1993

PMI – Project Management Institute. PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos. Edição 2000. New Square, PA.: Four Campus Boulevard, 2002. cap.11, p.127-146.

REGO, Rejane de Moraes. A Projetação Arquitetônica e a Mediação Tecnológica – As modificações possíveis ao processo projetual pelo uso de novos instrumentos. Dissertação de mestrado. Bahia, UFBA. 2000. 284p.

REGO, Rejane de Moraes. As Naturezas Cognitiva e Criativa da Projetação em Arquitetura: Reflexões Sobre o Papel Mediador das Tecnologias. Rev. Esc. Minas vol.54 n.1 Ouro Preto Jan./Mar. 2001

SALGADO, Mônica Santos. Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício – revisão 1. Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SEBRAE/ SINDUSCON – PR (Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas do Paraná) Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos, Curitiba, 1995, 120p.

SOUSA, Francisco Jesus de. Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares: Estudo de Caso. Dissertação de mestrado. Recife, Universidade Católica de Pernambuco. 2010. 117p.

SOUZA, ROBERTO DE E ABIKO, ALEX. Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. São Paulo: EPUSP, 1997.

TAVARES JÚNIOR, W.; BARROS NETO, J. de Paula; POSSAMAI, O.; MOTA, E. M.. Um Modelo De Registro Das Tecnologias Para Uso Na Compatibilização De Projetos De Edificações. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, SP, 2003.

VANNI, C. M. K.; GOMES, A. M.; ANDERY, P. R. P. Análise de falhas aplicada à otimização de projetos de edificações. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 19.,1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO / UFRJ, 1999. 1 CD.