



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

LUCAS GALVÃO AZEVEDO

**ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS:
Estudo de Caso da Arena Petry**

Florianópolis

2018

LUCAS GALVÃO AZEVEDO

**ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS:
Estudo De Caso Da Arena Petry**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao programa de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Professor Orientador: Humberto Ramos Roman

Florianópolis, 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Azevedo, Lucas Galvão

Análise da compatibilização de projetos : Estudo de caso da Arena Petry / Lucas Galvão Azevedo ; orientador, Humberto Ramos Roman, 2018.

141 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Compatibilização. 3. Incompatibilidades. 4. Sobreposição de Projetos. I. Roman, Humberto Ramos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Lucas Galvão Azevedo

**ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS:
ESTUDO DE CASO DA ARENA PETRY**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção de título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 29 de novembro de 2018

Prof.^a Dr.^a Luciana Rohde
Coordenador do Curso

Banca Examinadora



Prof. Dr. Humberto Ramos Roman
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Ricardo Oviedo Haito
Universidade Federal de Santa Catarina

Guilherme Rainéri de Souza
Engenheiro Civil

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, meus pais João Bosco e Vera Alice, por todo o suporte e ensinamentos, e meu irmão Gabriel, por toda força e apoio que permitiram chegar tão longe nesta caminhada. Agradecer também a uma pessoa muito especial, Mariana Alexandrina, por toda sua paciência e companheirismo durante este período louco de conclusão de curso. Gostaria de agradecer a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus amigos, professores e colegas de trabalho. A todos vocês o meu “Muito Obrigado”.

*“O sucesso de amanhã se constrói com as atitudes e ações de hoje.
A vitória que vale ser conquistada sempre exige luta e dedicação.”*

Ivens Dias Branco

*“Não espere o futuro mudar a sua vida,
porque o futuro será a consequência do presente.”*

Racionais MC's

RESUMO

Alguns dos problemas mais comuns que ocorrem no canteiro de obras são os retrabalhos e perdas de produtividade, muitas vezes causados por incompatibilidades de projeto, que acabam sendo identificadas somente durante a execução. Este trabalho trata da compatibilização dos projetos da Arena Petry, um empreendimento multiuso de 4 pavimentos e capacidade para até 19.415 pessoas, e sua análise busca identificar possíveis interferências entre os sistemas que compõem a arena. O estudo de caso engloba as plantas de arquitetura, estrutura, de paredes móveis e de climatização, que, depois de alinhadas, foram sobrepostas com o auxílio do software AutoCAD. A partir das plantas de sobreposição, as incompatibilidades puderam ser identificadas e analisadas, contabilizando um total de 38 interferências. Estes conflitos representam como a compatibilização pode auxiliar o processo de desenvolvimento do projeto, atuando desde o início de sua concepção para que estas incompatibilidades possam ser identificadas e solucionadas antes do processo de execução.

Palavras-chave: “Compatibilização”, “Sobreposição de Projetos”, “Incompatibilidades”.

ABSTRACT

Some of the most common problems that occur in the construction site are rework and loss of productivity, often caused by project incompatibilities, which end up being identified only during execution. This work deals with the compatibilization of the Arena Petry's designs, a multipurpose project with 4 floors and capacity for up to 19.415 people, and its analysis seeks to identify possible interferences between the systems that make up the arena. The case study encompasses architectural, structural, moving-wall and air-conditioning plants, which, after alignment, were overlaid with the help of AutoCAD software. From the overlapping plants, the incompatibilities could be identified and analyzed, accounting for a total of 38 interferences. These conflicts represent how the compatibilization can aid the process of project development, acting since the beginning of its conception so that these incompatibilities can be identified and solved before the execution process.

Key-words: "Compatibilization", "Overlapping Projects", "Incompatibilities".

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases.....	29
Figura 2 - Nível de Influência X Tempo de Projeto	30
Figura 3 - Capacidade de influenciar o custo total durante o ciclo do empreendimento	32
Figura 4 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Implantação (sem escala)	38
Figura 5 - Fachada Frontal (sem escala)	39
Figura 6 - Fachada Lateral Direita (sem escala)	40
Figura 7 - Fachada Lateral Esquerda (sem escala)	41
Figura 8 - Fachada Posterior (sem escala).....	42
Figura 9 - Planta Baixa da Cobertura com ilustração do esquema de linhas de corte (Sem escala).....	43
Figura 10 - Corte AA (sem escala).....	44
Figura 11 - Corte BB (sem escala).....	45
Figura 12 - Corte CC (sem escala)	46
Figura 13 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do Subsolo (sem escala)	48
Figura 14 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do Subsolo (sem escala).....	49
Figura 15 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do Subsolo (sem escala)	50
Figura 16 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do Subsolo (sem escala)	51
Figura 17 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do Subsolo (sem escala)	52
Figura 18 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do Subsolo (sem escala).....	53
Figura 19 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do Térreo (sem escala).....	55
Figura 20 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do Térreo (sem escala).....	56
Figura 21 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do Térreo (sem escala)	57
Figura 22 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do Térreo (sem escala)	58
Figura 23 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do Térreo (sem escala)	59
Figura 24 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do Térreo (sem escala)	60
Figura 25 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 5 do Térreo (sem escala)	61
Figura 26 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 6 do Térreo (sem escala)	62
Figura 27 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala).....	64
Figura 28 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do 1º Pavimento (sem escala).65	
Figura 29 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do 1º Pavimento (sem escala)66	
Figura 30 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do 1º Pavimento (sem escala)67	
Figura 31 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do 1º Pavimento (sem escala)68	
Figura 32 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do 1º Pavimento (sem escala)69	
Figura 33 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 5 do 1º Pavimento (sem escala)70	
Figura 34 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 6 do 1º Pavimento (sem escala)71	
Figura 35 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala)	73
Figura 36 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do 2º Pavimento (sem escala).74	
Figura 37 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do 2º Pavimento (sem escala)75	
Figura 38 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do 2º Pavimento (sem escala)76	
Figura 39 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do 2º Pavimento (sem escala)77	
Figura 40 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do 2º Pavimento (sem escala)78	
Figura 41 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 5 do 2º Pavimento (sem escala)79	
Figura 42 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 6 do 2º Pavimento (sem escala)80	
Figura 43 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do Subsolo (sem escala).....	82

Figura 44 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do Térreo (sem escala).....	83
Figura 45 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do 1º Pavimento (sem escala)	84
Figura 46 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do 2º Pavimento (sem escala)	85
Figura 47 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do Subsolo (sem escala)	87
Figura 48 - Projeto de Estruturas: Planta do Teto do Subsolo (sem escala)	88
Figura 49 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do Térreo (sem escala).....	89
Figura 50 - Projeto de Estruturas: Planta de Teto do Térreo (sem escala)	90
Figura 51 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala)	91
Figura 52 - Projeto de Estruturas: Planta de Teto do 1º Pavimento (sem escala).....	92
Figura 53 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala)	93
Figura 54 - Projeto de Estruturas: Planta de Teto do 2º Pavimento (sem escala).....	94
Figura 55 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa da Cobertura do 2º Pavimento (sem escala)	95
Figura 56 - Projeto de Paredes Móveis: Planta Baixa do Térreo (sem escala).....	97
Figura 57 - Projeto de Paredes Móveis: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala).....	98
Figura 58 - Projeto de Paredes Móveis: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala).....	99
Figura 59 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do Subsolo (sem escala).....	101
Figura 60 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do Térreo (sem escala)	102
Figura 61 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala).....	103
Figura 62 - Projeto de Climatização: Planta Baixa dos Fancoils do 1º Pavimento (sem escala).....	104
Figura 63 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala).....	105
Figura 64 - Sobreposições do Subsolo: Arquitetônico x Estrutural (sem escala).....	106
Figura 65 - Sobreposições do Térreo: Arquitetônico x Estrutural (sem escala)	107
Figura 66 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural (sem escala).....	108
Figura 67 - Sobreposições do 2º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural (sem escala).....	109
Figura 68 - Sobreposições do Térreo: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis (sem escala).....	111
Figura 69 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis (sem escala).....	112
Figura 70 - Sobreposições do 2º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis (sem escala).....	113
Figura 71 – Conflito A1: Incompatibilidade no Térreo entre o sistema de paredes móveis previsto e o projetado (sem escala)	114
Figura 72 – Conflito B1: Incompatibilidade no Térreo entre o forro, o sistema de paredes móveis e a estrutura (sem escala).....	115
Figura 73 – Corte DD (sem escala).....	116
Figura 74 – Foto do Conflito B1 após a compatibilização (sem escala).....	116
Figura 75 - Conflito A9: Incompatibilidade no 1º Pavimento entre o forro e o sistema de paredes móveis (sem escala).....	117
Figura 76 – Corte EE (sem escala)	118
Figura 77 - Foto do conflito A9 após a compatibilização (sem escala).....	118
Figura 78 – Conflito A11: Incompatibilidade no 1º Pavimento entre o sistema de paredes móveis previsto e o projetado (sem escala).....	119
Figura 79 – Conflito A13: Incompatibilidade no 2º Pavimento entre a arquitetura e o sistema de paredes móveis (sem escala).....	120
Figura 80 – Foto do conflito A13 após a compatibilização (sem escala)	121

Figura 81 - Sobreposições do Subsolo: Arquitetônico x Estrutural x Climatização (sem escala).....	123
Figura 82 - Sobreposições do Térreo: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (sem escala).....	124
Figura 83 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (sem escala).....	125
Figura 84 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (Fancoils) (sem escala).....	126
Figura 85 - Sobreposições do 2º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (sem escala).....	127
Figura 86 – Conflito C1: Incompatibilidade no Térreo entre o cassete de ar condicionado e o lustre (sem escala)	128
Figura 87 – Foto do conflito C1 após a compatibilização (sem escala).....	129
Figura 88 – Conflito C3: Incompatibilidade no Térreo do cassete de ar condicionado com a iluminação em LED e o forro (sem escala).....	130
Figura 89 – Foto do conflito C3 após a compatibilização (sem escala).....	130
Figura 90 – Conflito C7: Incompatibilidade no Térreo entre o sistema de exaustão do BWC e a arquitetura (sem escala).....	131
Figura 91 – Conflito C11: Incompatibilidade no 1º Pavimento entre os difusores de exaustão do BWC e a alvenaria (sem escala)	132
Figura 92 – Conflito C13: Incompatibilidade no 2º Pavimento entre a grelha difusora do ar condicionado e o lustre (sem escala).....	133
Figura 93 – Conflito D1: Incompatibilidade no 2º Pavimento entre o cassete de A.C. e o sistema de paredes móveis (sem escala).....	134
Figura 94 – Foto do conflito D1 após a compatibilização (sem escala).....	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Número de Conflitos Identificados.....	137
--	-----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	Justificativa	23
1.2	Objetivos	25
1.2.1	Geral	25
1.2.2	Específico	25
1.3	Metodologia	26
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1	Processo projetual	29
2.2	Engenharia simultânea	30
2.3	Racionalização.....	31
2.4	Gestão de projetos	32
2.5	Sistema CAD	33
2.6	Compatibilização	34
3	ESTUDO DE CASO: ARENA PETRY.....	37
3.1	Caracterização do empreendimento	37
3.2	Caracterização do projeto arquitetônico	47
3.3	Caracterização do projeto estrutural	86
3.4	Caracterização do projeto de paredes móveis	96
3.5	Caracterização do projeto de climatização	99
3.6	Verificação das incompatibilidades	105
3.6.1	Análise entre os projetos arquitetônico e estrutural	106
3.6.2	Análise entre os projetos arquitetônico, estrutural e de paredes móveis	110
3.6.3	Análise entre os projetos arquitetônico, estrutural, de paredes móveis e de climatização.....	122
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
4.1	Análise dos Resultados	137

4.2	Conclusão.....	139
4.3	Sugestão para Trabalhos Futuros	140
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A fim de acompanhar as necessidades atuais dos clientes e do mercado, a construção civil no Brasil vem sofrendo mudanças em diversas partes da cadeia produtiva. Franco (1992) destaca a pressão sobre os diversos setores de produção com relação a melhoras na eficiência e adequação às normas técnicas. Segundo Fabrício (2002), para manterem-se competitivas no mercado, as empresas enfrentam o desafio de ampliar a produtividade e a qualidade dos produtos, valorizar o bom atendimento ao cliente e, ao mesmo tempo, reduzir tanto os custos como os impactos ambientais gerados. Tem sido comum a busca por novos métodos e tecnologias visando uma melhora na produtividade, maior agilidade e precisão durante o desenvolvimento do produto.

Melhado (1994) coloca que, para buscar maior qualidade em suas obras, a indústria da construção civil necessita de novas metodologias de projeto, investindo no aprimoramento dos processos de elaboração e controle durante a concepção.

As diversas mudanças que impactaram o setor da construção civil nos últimos anos, como a forte exigência das entidades privadas por um produto de qualidade, a privatização de empresas estatais e a lei de licitações e contratos, levaram os profissionais do setor a reavaliar suas formas de produção. A alta competitividade do mercado aliada ao desejo de oferecer um produto que seja atrativo economicamente e diferenciado, têm sido fundamentais para o processo de reciclagem das antigas práticas operacionais. (Callegari 2007).

Com o crescimento da complexidade das obras, muitas empresas de projeto passaram a focar em uma especialidade, tornando comum a prática de se dividir os projetos do empreendimento entre diferentes escritórios. Apesar de eficiente, por permitir um maior desenvolvimento de cada área separadamente, esta prática acabou afastando os diferentes projetistas envolvidos, o que contribui para que possíveis conflitos entre os sistemas só sejam apontados no canteiro de obra. Durante a fase de concepção do empreendimento é preciso que haja muita comunicação e sintonia entre os profissionais, possibilitando que o nível de concordância entre os projetos seja o maior possível. Grande parte das perdas de eficiência no canteiro são fruto da

falta de compatibilização entre projetos, detalhamento insuficiente e dúvidas durante a execução.

Apesar dos avanços obtidos na área, o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização ainda é prática comum entre empresas de pequeno porte, acarretando em retrabalhos, atrasos de cronograma e acréscimos no custo da obra, comprometendo até a qualidade do produto.

Este trabalho tem como objetivo apresentar como foi feita a compatibilização entre os projetos do empreendimento alvo do estudo, a Arena Petry, e demonstrar os benefícios desse processo na busca por qualidade de execução e pelo alinhamento com o cronograma de obra.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Analisar a compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural e complementares da Arena Petry em busca de conflitos geométricos entre os diferentes sistemas que compõe o empreendimento.

1.2.2 Específico

1.2.2.1 Padronização e alinhamento em um ponto comum dos projetos arquitetônico, estrutural, de paredes móveis e de climatização.

1.2.2.2 Estudo dos projetos produzidos em CAD 2D, utilizando a sobreposição de plantas baixas vinculadas para a identificação de incompatibilidades físicas entre os sistemas.

1.2.2.3 Identificação das incompatibilidades encontradas entre os projetos arquitetônico, estrutural, de paredes móveis e de climatização.

1.2.2.4 Análise dos resultados e conflitos encontrados entre os projetos analisados.

1.3 Metodologia

Este trabalho consiste na análise da compatibilização dos projetos constituintes da Arena Petry, buscando apresentar quais foram os conflitos, geométricos e funcionais, encontrados e como foram solucionados tais problemas (as palavras “conflito”, “interferência” e “incompatibilidade” foram utilizadas neste trabalho com o mesmo significado). Sua estrutura está montada em uma fundamentação teórica, que consiste na revisão bibliográfica, e uma fundamentação prática, que é composta pelo estudo de caso e o levantamento de dados. A partir destas duas fundamentações é possível trabalhar na estruturação da informação obtida, dando início ao processo de compatibilização e análise dos projetos.

A revisão bibliográfica representa o embasamento teórico utilizado para esta pesquisa. Para sua realização foram feitas consultas de publicações, artigos e revistas especializadas relevantes ao tema.

Para a compatibilização foram utilizadas plantas baixas em formato ‘dwg’ dos 4 pavimentos existentes, identificados como Subsolo, Térreo, 1º Pavimento e 2º Pavimento. O estudo envolveu os projetos arquitetônico (planta baixa e planta de forro), estrutural (planta de teto), de paredes móveis e de climatização. Foi utilizado o software AutoCAD, desenvolvido pela empresa Autodesk, durante todas as etapas de compatibilização. Os proprietários do empreendimento, devido ao custo mais elevado de técnicas e metodologias mais modernas (BIM), optaram por fazer os projetos todos de uma forma mais tradicional (projetos em CAD). Para facilitar a visualização dos diferentes sistemas, alguns elementos tiveram sua cor alterada dentro do software.

O primeiro passo para o processo de compatibilização foi o alinhamento e regularização de escalas entre os projetos. Foi definido um ponto em comum entre as plantas, para que no momento da sobreposição de plantas elas estejam alinhadas. O ponto em comum escolhido está localizado atrás dos elevadores do Hall de Entrada, entre os pilares PP175 e PP176, presentes em todos os pavimentos. Dentro do espaço de desenho do software este ponto pode então ser orientado para o local de coordenadas X, Y e Z iguais a zero (0,0,0). Para a regularização de escalas foram utilizadas medidas em centímetros, que foi o padrão utilizado já nos primeiros projetos (arquitetônico e estrutural).

Com as escalas regularizadas e as plantas alinhadas realizam-se então as superposições, com o auxílio da ferramenta de referência externa do AutoCAD

(XREF), que permite a sobreposição de diferentes plantas em um mesmo modelo, alinhadas a partir de um ponto comum. Esta forma de realizar a sobreposição de projetos deixa os arquivos mais leves e fáceis de se trabalhar quando o número de sistemas começa a aumentar.

As sobreposições apresentadas neste trabalho foram progressivas, onde primeiramente foram sobrepostas as plantas do arquitetônico (planta de piso e planta de forro) e do estrutural (planta de teto). Na sequência adicionou-se o projeto de paredes móveis e por último o projeto de climatização. Em cada uma destas 3 etapas de sobreposições buscaram-se conflitos entre os sistemas existentes, sejam eles físicos ou funcionais, destacando-os nas plantas quando encontrados. Estes detalhes, nomeados de Conflitos, foram classificados conforme os projetos envolvidos na interferência e numerados (Conflito A1, Conflito B3, Conflito C4) facilitando sua identificação.

Para auxiliar na busca por conflitos foram utilizados cortes esquemáticos de alguns pontos do projeto. As incompatibilidades encontradas entre os projetos, destacadas nas plantas de sobreposição, e suas soluções foram apresentadas em detalhes ampliados e fotos, respectivamente. Diferentemente do ideal, o processo de compatibilização dos projetos da Arena Petry foi realizado em paralelo com a execução da obra. Devido à pressa em começar logo as obras, optou-se por manter uma equipe de compatibilização dentro do canteiro, buscando aproximar mais os profissionais envolvidos nas etapas de execução e de compatibilização.

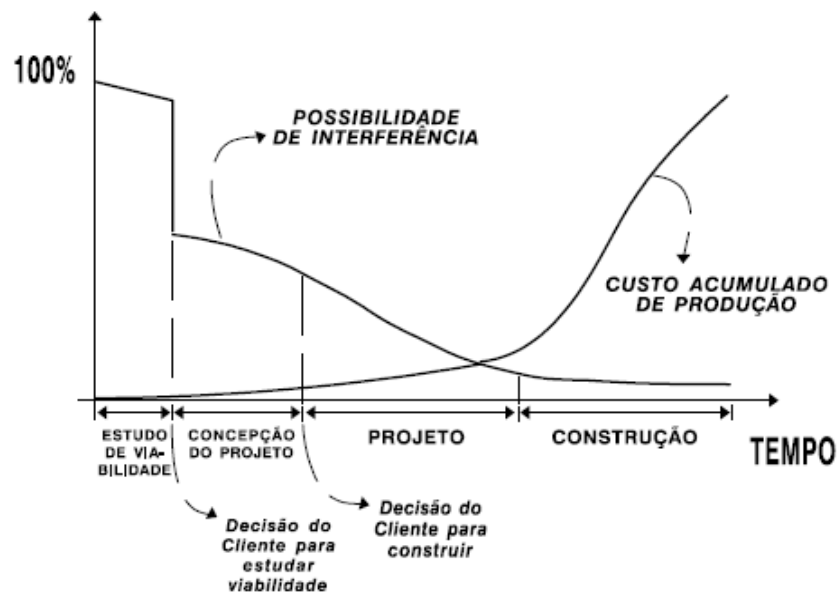
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Processo projetual

O guia de gerenciamento de projetos *PMBOK* (2017) coloca o projeto como um esforço temporário em busca de um resultado único. Sua natureza é provisória pois o processo possui um início e um fim definidos, não significando necessariamente que o projeto possui curta duração. Seu término ocorre quando os objetivos são atingidos ou quando ele é encerrado por não ser possível alcançar os propósitos.

Para Fabrício (2002) o processo projetual vai além dos projetos de especialidades de produto, abrangendo também a concepção de um negócio, a escolha de um local para a obra, programas de necessidades e detalhamentos dos métodos construtivos. Entre os envolvidos no projeto e em sua concepção estão arquitetos, engenheiros e demais responsáveis que possuam poder de decisão com relação à montagem, produção e preparação do empreendimento.

Figura 1 - Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases

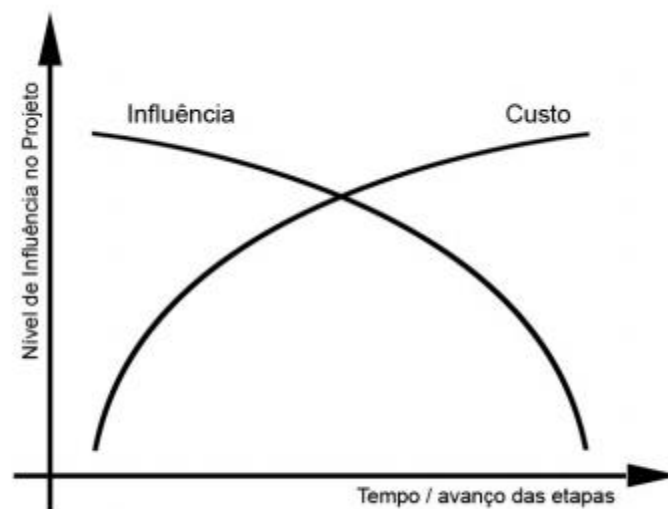


Fonte: FABRÍCIO (2002)

O processo projetual, por ser a etapa com maior potencial estratégico, possui grande importância nos custos e no desenvolvimento da qualidade do negócio. O poder de influência do projeto nos custos é maior nas fases de estudo de viabilidade e de projeto, diminuindo conforme as etapas avançam. A figura 01 ilustra a capacidade de influência nos custos finais de um empreendimento ao longo de seus estágios.

Ávila (2011) comenta sobre a influência do projeto e compara como a elevação do custo varia proporcionalmente com ela. O poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras é maior no início do empreendimento, principalmente durante o processo de projeto. Essa fase é essencial na busca por um produto competitivo, quanto maior o tempo dedicado a ela maior será o poder de influência sobre o tempo e o custo do empreendimento. Na figura 02 vemos como o nível de influência varia conforme as etapas avançam.

Figura 2 - Nível de Influência X Tempo de Projeto



Fonte: ÁVILA (2011)

2.2 Engenharia simultânea

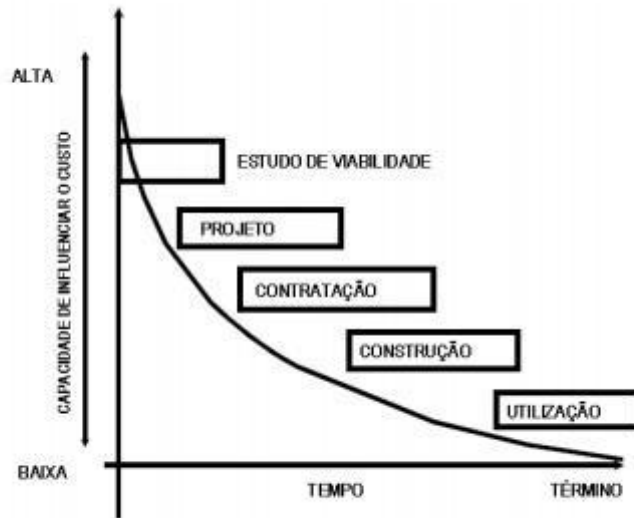
Impulsionado pela globalização da economia e pela crescente competição mundial, o mercado passa a rever antigos métodos conceituados, como o Fordista/Taylorista, que valorizavam a produção em massa e o longo ciclo de vida do produto. Variáveis competitivas como tempo, custo e qualidade recebem um diferente foco, principalmente na área de produção, onde este equilíbrio possui ligação direta

com o retorno financeiro do produto. O mercado exigente dos anos 90 obrigou as empresas a reduzir os grandes estoques e passar a trabalhar com um ciclo de vida menor para os produtos, promovendo uma renovação, seja pelo desenvolvimento de algo novo ou pela reciclagem de uma antiga ideia, simplesmente encurtando o tempo exigido em suas fases de concepção e produção. A necessidade de redução de tempos fez com que as empresas passassem a trabalhar de forma mais conjunta, menos segmentada, promovendo a criação de times de trabalho heterogêneos e multifuncionais, além da utilização de novas ferramentas auxiliares, que propiciaram maior facilidade de gestão. É neste contexto que a engenharia simultânea aparece, como uma estratégia para os processos de concepção e lançamento de novos produtos, procurando manter a competitividade e reduzir tempos e custos. (MELLONI, 1998).

Dentro da Engenharia Simultânea, Fabrício (2002) destaca as fases iniciais de concepção e projeto como essenciais na busca por padrão de qualidade e eficiência na produção. Equipes multidisciplinares e integradas possibilitam o desenvolvimento de soluções mais concretas por já estarem trabalhando junto desde o início, diminuindo a necessidade de mudanças de projeto. Conforme o processo de concepção avança, menor é a liberdade para sugerir alterações.

2.3 Racionalização

Apesar de sua abrangente aplicação, o conceito de racionalização converge a um significado comum: o ato de racionalizar. O dicionário Aurélio define como sendo a “ação de tornar algo racional ou reflexivo”. Dentro deste cenário, o projeto possui um papel de destaque, já que é o principal responsável pela articulação e indução das ações, coordenando e assegurando a aplicação eficaz do processo de racionalização. Para O'Connor e Davis (1988) as decisões tomadas nesta etapa possuem um maior impacto no custo do empreendimento que as demais fases subsequentes. A figura 03 demonstra essa relação entre o avanço das etapas e a capacidade de influência sobre o custo da obra.

Figura 3 - Capacidade de influenciar o custo total durante o ciclo do empreendimento

Fonte: O'CONNOR e DAVIS, 1988.

A racionalização da construção é o processo que engloba todas as análises prévias dos possíveis fatores que impedem o desenvolvimento contínuo da execução da obra, bem como o conjunto de ações que devem ser tomadas visando à otimização dos recursos humanos, materiais, temporais e financeiros disponíveis na obra, gerando assim um produto final, com maior qualidade e dentro do prazo para o cliente da construtora que se utiliza desta ferramenta.

2.4 Gestão de projetos

O PMI (*Project Management Institute*), ou Instituto de Gerenciamento de Projetos, é uma associação criada com o objetivo de oferecer certificações e padrões para o gerenciamento de projetos. Em suas definições sobre gestão, o PMI divide o ciclo de vida de um projeto em 5 fases principais. A primeira fase seria a Iniciação, onde são definidas a missão e o objetivo do projeto. Na sequência vem o Planejamento, que avalia quais são as melhores alternativas para a concepção do projeto, como cronogramas, tabela de custos, detalhamentos para a execução, etc. A terceira fase é a Execução, onde será efetivado o que foi elaborado na etapa anterior. Possíveis erros na fase de Planejamento que não tenham sido apontados costumam aparecer aqui. A etapa seguinte é a Finalização, onde as falhas ocorridas durante a

Execução são analisadas e discutidas para que não erros semelhantes não ocorram em projetos futuros. Por último temos a fase de Monitoramento e Controle, que não ocorre após o término da Finalização e sim durante as fases de Planejamento e Execução. Sua função é supervisionar e coordenar as atividades que estão sendo realizadas, a fim de apresentar soluções corretivas e preventivas mais rapidamente.

Segundo o *PMBOK* (2017), o gerenciamento de um projeto geralmente inclui:

- Identificação dos requisitos do projeto;
- Abordagem das necessidades, receios e expectativas das partes interessadas, mantendo uma conexão ativa;
- Gerenciamento dos recursos;
- Equilíbrio das restrições conflitantes como escopo, cronograma, custo, qualidade, recursos e riscos.

A conjuntura do projeto definirá como será implantado cada processo de gerenciamento e como serão priorizadas as restrições.

Adesse e Melhado (2003) comentam sobre a necessidade de um Coordenador de Projetos realizando o manejo, coordenação e câmbio de informações entre empreendedor, obra, projetistas e fornecedores. Isso permite que haja uma organização na elaboração de projetos, que é essencial para o cumprimento dos prazos e objetivos estabelecidos.

2.5 Sistema CAD

A representação visual do modelo a ser produzido sempre foi de essencial valor para o desenvolvimento e a execução do produto. Com o desenvolvimento da computação gráfica, a fase de criação, antes feita no papel, passou a ser realizada com o auxílio de softwares computacionais de representação geométrica espacial.

Computer Aided Design (CAD) ou Desenho Auxiliado por Computador é uma tecnologia desenvolvida para auxiliar a atividade de projeto, substituindo o esboço manual por um modelo automatizado. O software possui uma variedade de representações de desenho técnico, com a possibilidade de utilização em duas dimensões e também em três dimensões.

Ávila (2011) ressalta a importância da ferramenta CAD na compatibilização de representações 2D. Através da sobreposição em diferentes layers dos projetos

complementares com o desenho arquitetônico é possível verificar possíveis conflitos entre eles.

Para a realização deste trabalho foi utilizado o software desenvolvido pela Autodesk, o *AutoCAD*. Através da sobreposição de modelos compartilhados em um mesmo formato de arquivo, compatível com o software utilizado, é possível aplicar a compatibilização dos projetos existentes e identificar se existem interferências entre os diferentes sistemas em análise.

2.6 Compatibilização

Compatibilização, para Callegari (2007), pode ser entendida como o gerenciamento e integração dos projetos existentes em busca de um arranjo não conflitante, trazendo simplificação para os processos de execução e manutenção, bem como otimização de material, tempo e mão de obra. Através do controle e compatibilização, possíveis falhas e incompatibilidades geométricas entre os modelos projetuais podem ser detectadas, possibilitando a tomada de ações corretivas para a adequação e o aperfeiçoamento dos sistemas projetual e construtivo. Para uma mudança no atual cenário de ineficiência do setor da construção é preciso que as mudanças não ocorram somente na fase de concepção do empreendimento, mas também na execução, com uma implementação da compatibilização durante todo o processo.

O surgimento de normas relacionadas a gestão da qualidade na década de 90, como a ISO 9000 em 1987 e, posteriormente, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), em 1991, fez com que construtoras e empresas incorporadoras voltassem sua atenção para os processos de integração entre os agentes envolvidos no projeto. A colaboração entre estes profissionais é essencial para permitir maiores discussões com relação a importância, o desenvolvimento, a coordenação e a compatibilização dos projetos. O processo começou de forma discreta entre as construtoras, onde a compatibilização dos projetos era feita após sua concepção, através da sobreposição de plantas. Apesar da melhoria, seria preciso que a integração fosse feita desde o início do projeto para que os resultados pudessem se os mais compatíveis com a realidade de execução da obra. (MELHADO, 2006).

Por conta do aumento de complexidade das obras, a segmentação dos projetos tornou-se uma alternativa bastante funcional para a concepção do empreendimento, permitindo que os escritórios pudessem atingir um nível de especialidade maior em sua área. Apesar de isso ter possibilitado soluções mais elaboradas, este afastamento acabou atrapalhando a comunicação e integração entre as equipes de projeto, dando espaço para a implementação de uma atividade nova, que pudesse compilar e analisar todos os itens pertinentes. A compatibilização tem como meta a gestão da qualidade, ajudando na busca por possíveis erros e incoerências entre as diversas plantas componentes do empreendimento. Com isso os conflitos podem ser discutidos entre os profissionais envolvidos visando as melhores soluções para as incompatibilidades. A interação dos diversos agentes do processo de produção e sua dedicação com o planejamento levam a uma visão mais ampla do que se está sendo executado, propiciando soluções mais integradas entre as áreas. Tais ações ajudam a combater problemas comuns no canteiro de obras que acabam gerando custos adicionais, como retrabalhos, atrasos de cronograma e desperdício de materiais (GONÇALVES, 2016).

Durante o processo de compatibilização é possível se reduzir os erros e prever soluções que muitas vezes só apareceriam durante a execução, reduzindo assim gastos desnecessários e retrabalhos. Apesar da importância do agente compatibilizador no processo de racionalização da construção, sua ausência ainda é comum nos escritórios de projeto. Aliado a isso, a falta de comunicação entre os envolvidos no projeto faz com que as interferências, que poderiam ter sido verificadas durante a fase de concepção, sejam percebidas somente no canteiro de obras (NÓBREGA, 2017).

A apuração das incompatibilidades possibilita uma maior perspectiva dos conflitos projetuais, permitindo que as devidas soluções sejam aplicadas. Tais interferências de projeto se manifestam a partir de choques de posição e funcionalidade, nas diversas etapas projetuais, como erros de posicionamento entre os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações. (CALLEGARI, 2007).

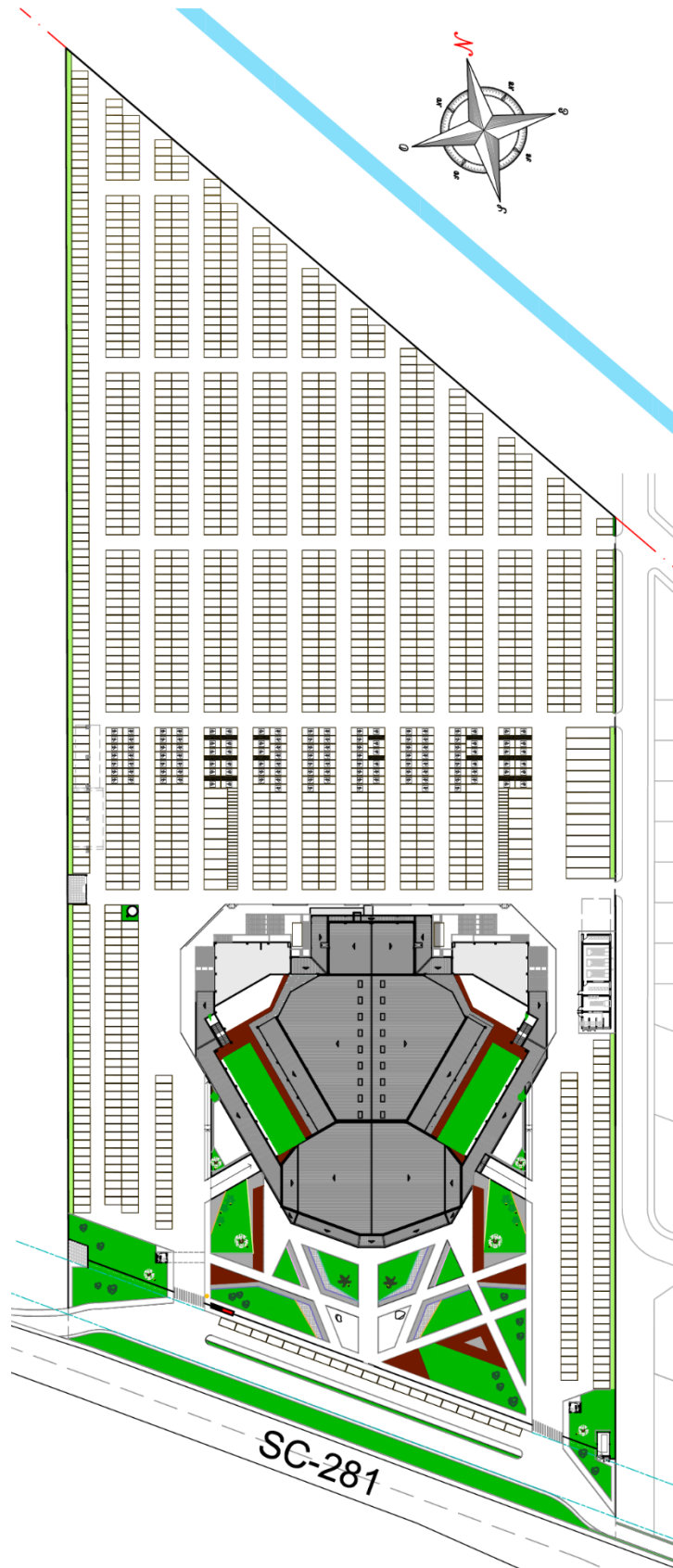
Costa (2013) comenta que a falta de padronização dos projetos e documentos entre os profissionais contratados causa dificuldades no entendimento e compartilhamento das informações. Para que a compatibilização possa ser bem realizada é preciso que haja uniformização dos modelos, facilitando assim o diálogo entre os envolvidos no projeto.

3 ESTUDO DE CASO: ARENA PETRY

3.1 Caracterização do empreendimento

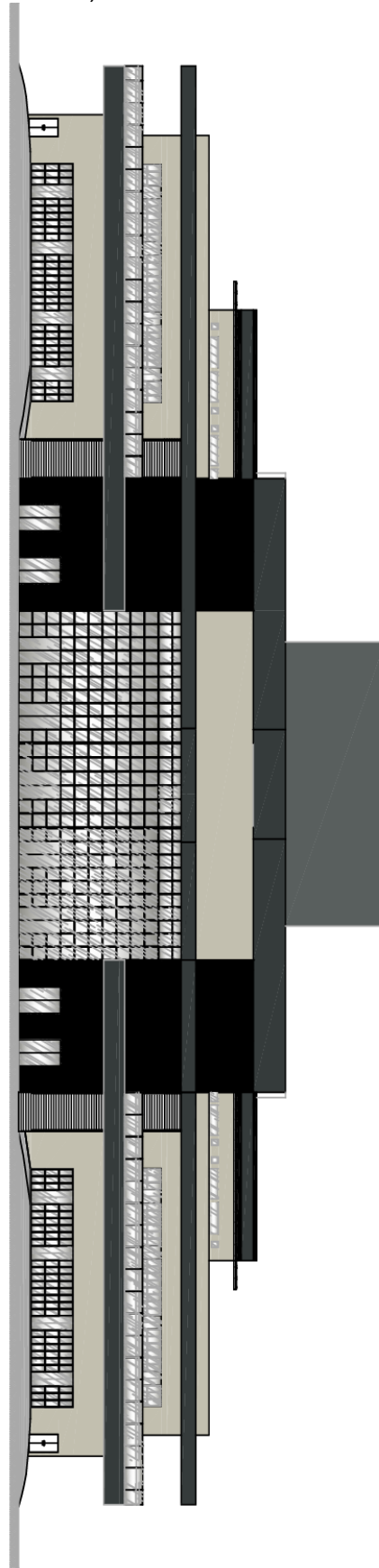
O empreendimento em estudo está localizado à margem da Rodovia SC-281, no bairro do Sertão do Maruim em São José, Santa Catarina. O terreno possui aproximadamente 55.000 m² de área, com frente de 172 m e laterais de 300 e 380 m. Iniciada em julho de 2016, a obra de aproximadamente 23.000 m² de área construída é uma arena multiuso com capacidade para 19.415 pessoas, voltada para atender diversos tipos de evento, desde congressos e formaturas até shows internacionais. O empreendimento não possui empresa responsável pela execução, os proprietários da obra optaram por contratar 3 engenheiros por conta (dois engenheiros civis e um eletricitista). Foram contratadas quatro empresas de projeto diferentes para a realização deste empreendimento, sendo uma responsável pelo projeto de fundação e projeto estrutural, outra pelo projeto de climatização e de extração de fumaça, uma terceira responsável pelo projeto de paredes móveis e a última responsável pelos demais projetos: arquitetônico, elétrico, telecomunicações e preventivo de incêndio. O projeto, que possui sua fachada frontal voltada para a direção sul, está dividido em 4 pavimentos, que serão aqui apresentados como Subsolo, Térreo, 1º Pavimento e 2º Pavimento. A fim de facilitar a visualização e localização dentro do projeto, foi realizada uma divisão das plantas em regiões numeradas.

A seguir será apresentada a planta baixa da implantação, figura 4, e os esquemas das fachadas da arena. Foram representadas as seguintes fachadas: fachada frontal, na figura 5, fachada lateral direita, na figura 6, fachada lateral esquerda, na figura 7 e fachada posterior, na figura 8. Para a representação dos cortes, nas figuras 10,11 e 12, foi primeiro ilustrada uma planta baixa com os esquemas das linhas de corte, apresentada na figura 9.

Figura 4 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Implantação (sem escala)

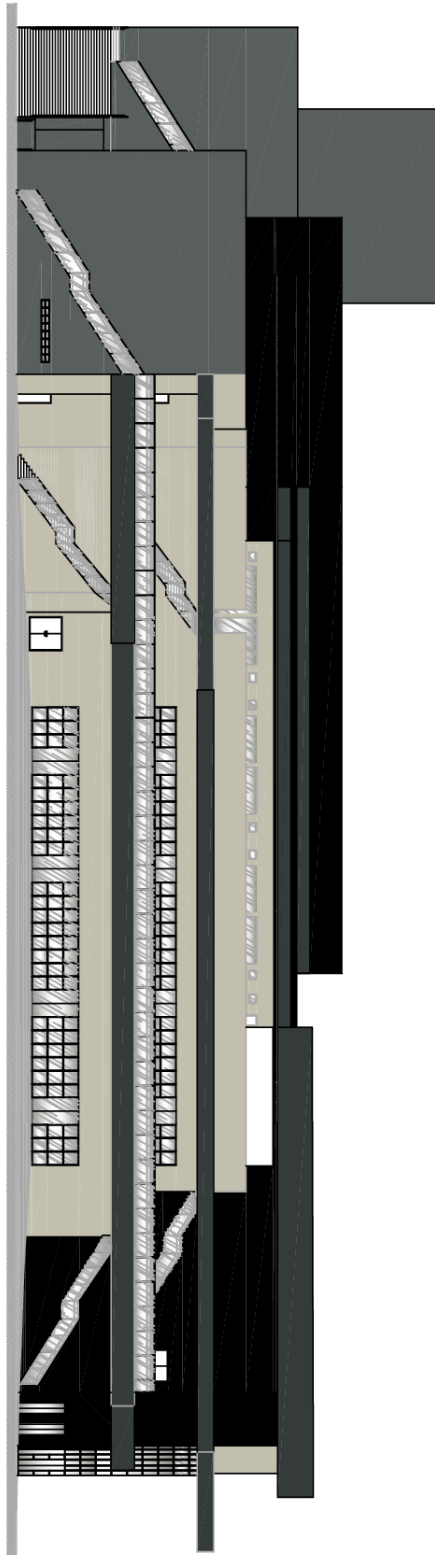
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017

Figura 5 - Fachada Frontal (sem escala)



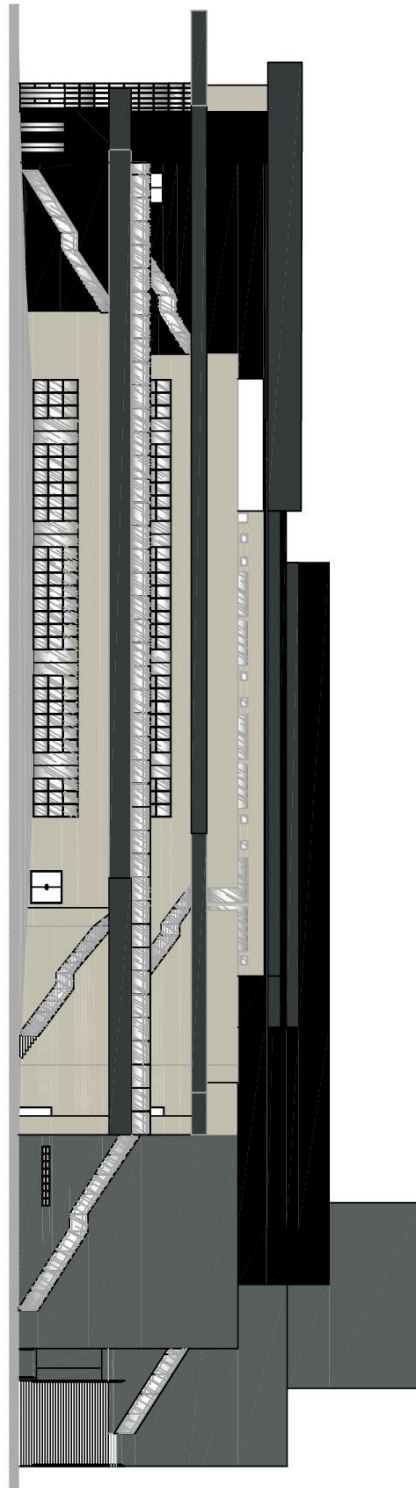
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017

Figura 6 - Fachada Lateral Direita (sem escala)



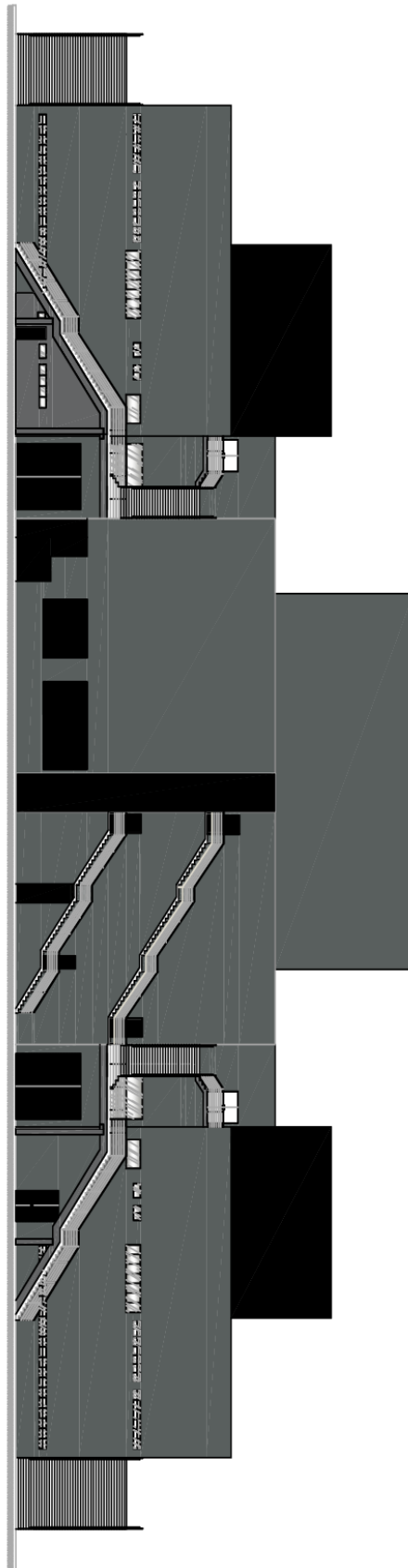
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 7 - Fachada Lateral Esquerda (sem escala)



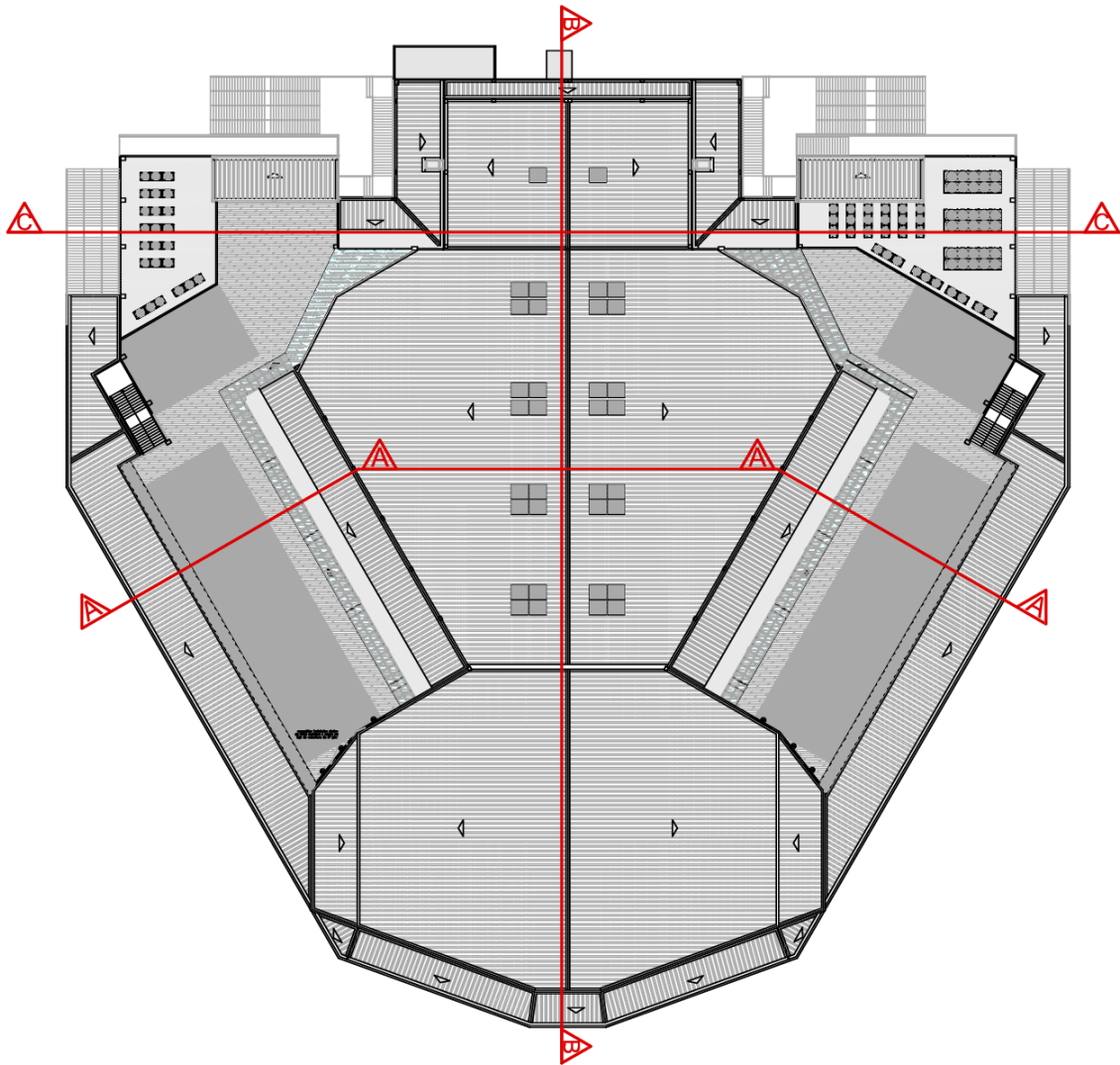
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 8 - Fachada Posterior (sem escala)



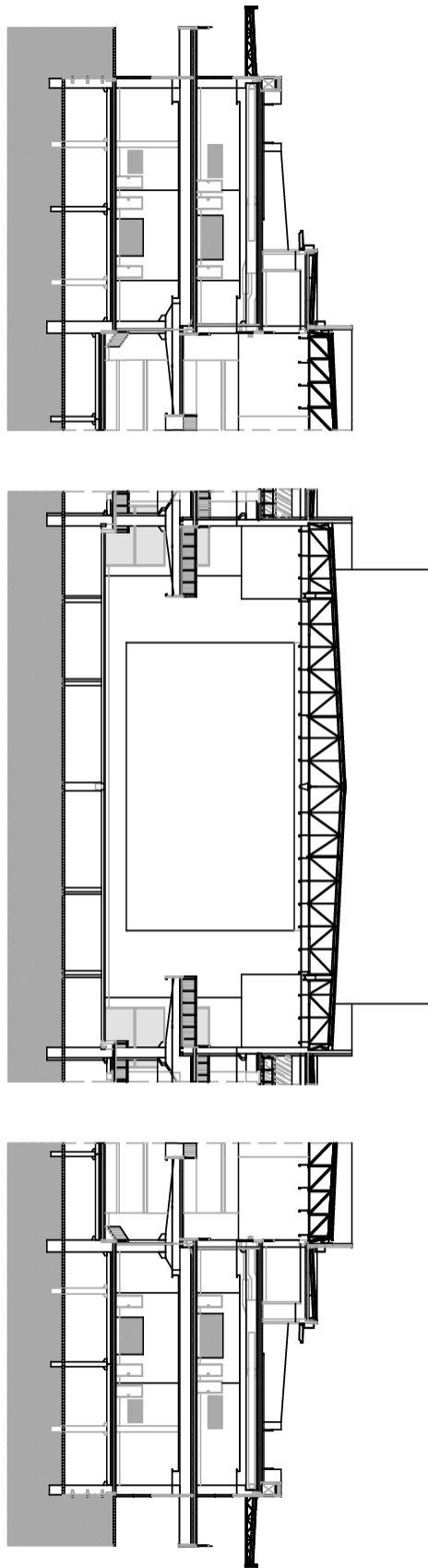
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 9 - Planta Baixa da Cobertura com ilustração do esquema de linhas de corte (Sem escala)



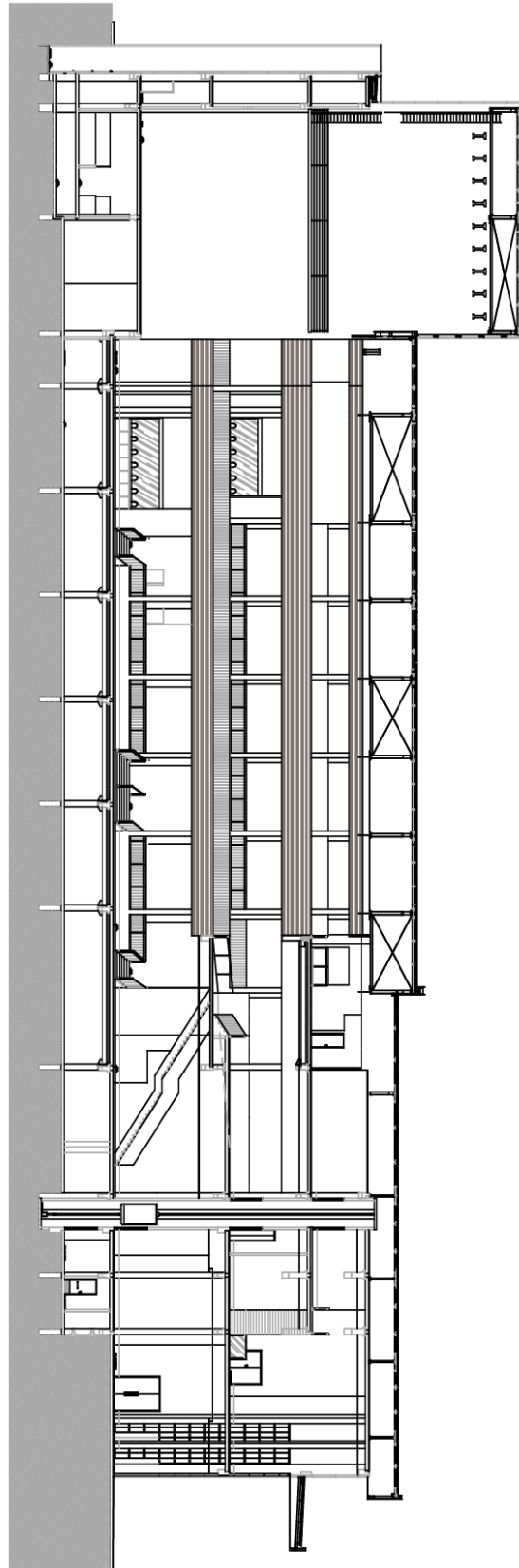
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 10 - Corte AA (sem escala)



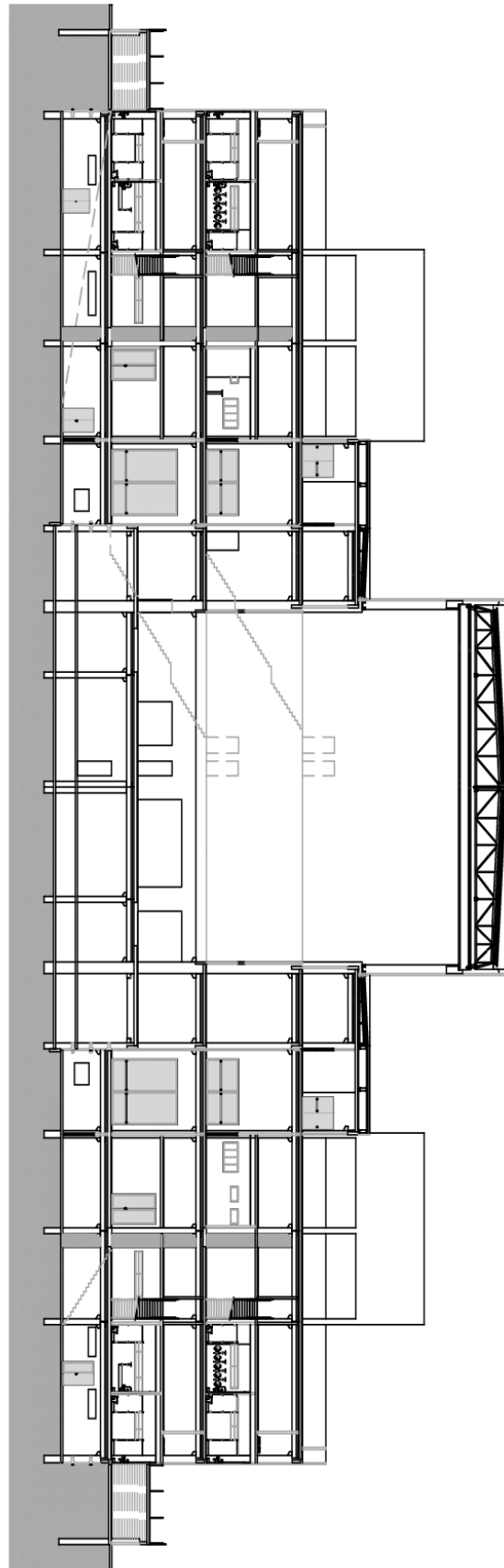
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 11 - Corte BB (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 12 - Corte CC (sem escala)



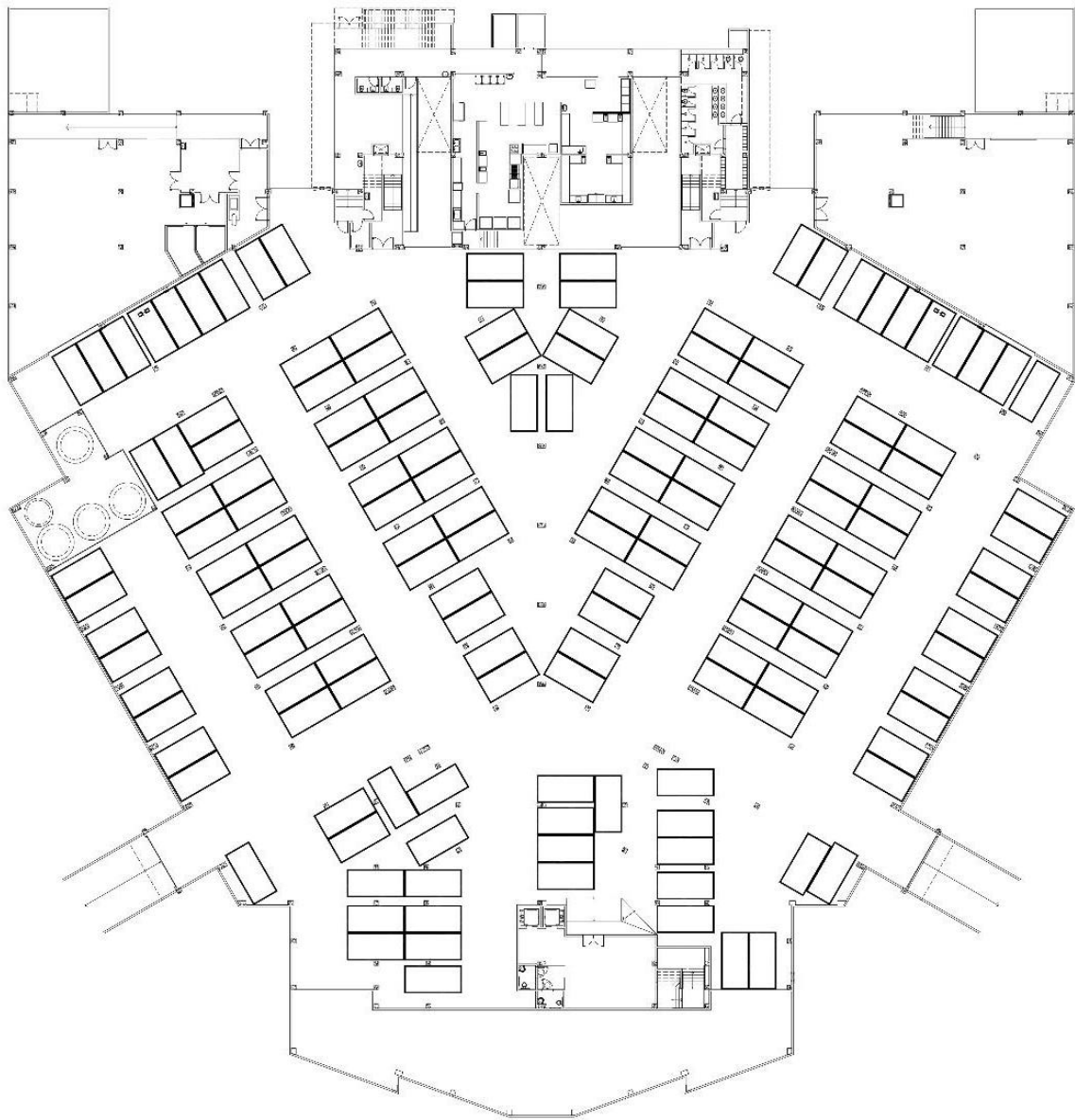
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

3.2 Caracterização do projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico está dividido, para este estudo, em dois sistemas diferentes: planta baixa de piso e planta de forro. Para facilitar a visualização os pavimentos foram divididos em regiões, ordenadas numericamente.

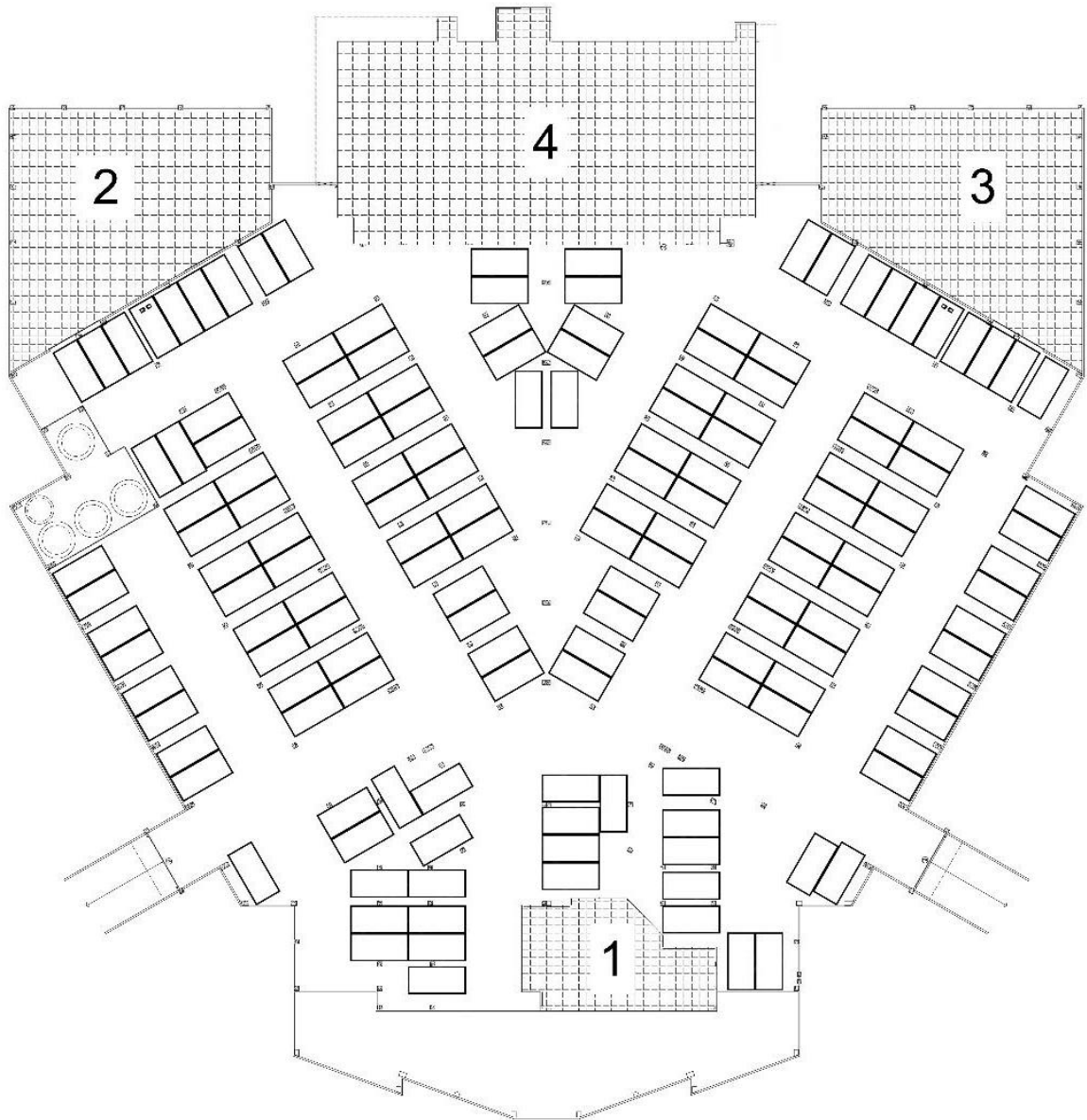
O primeiro item apresentado será o Subsolo. Sua arquitetura é composta por duas rampas de acesso à implantação, um estacionamento, que ocupa boa parte deste pavimento, e mais quatro regiões. A região 1 está localizada próxima à fachada frontal e é composta por um hall de entrada, que faz a ligação do estacionamento com dois elevadores e uma escada de acesso ao hall de entrada do Térreo. A região 1 conta ainda com dois banheiros, masculino e feminino, para portador de necessidade especial, ou PNE. A região 2 está localizada entre a fachada lateral direita e a fachada posterior. Sua planta possui uma grande área de apoio, duas câmaras frias, ambiente para higienização e uma rampa de acesso ao Térreo. A região 3 está posicionada entre a fachada lateral esquerda e a fachada posterior. Sua arquitetura é composta basicamente por uma área de apoio e uma escada de acesso ao Térreo. A região 4 é composta por dois vestiários e dois banheiros, masculino e feminino, área de recebimento de mercadorias, um elevador, um depósito de lixo e uma cozinha industrial com um depósito. Existem também duas escadas de acesso ao pavimento superior.

Figura 13 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do Subsolo (sem escala)



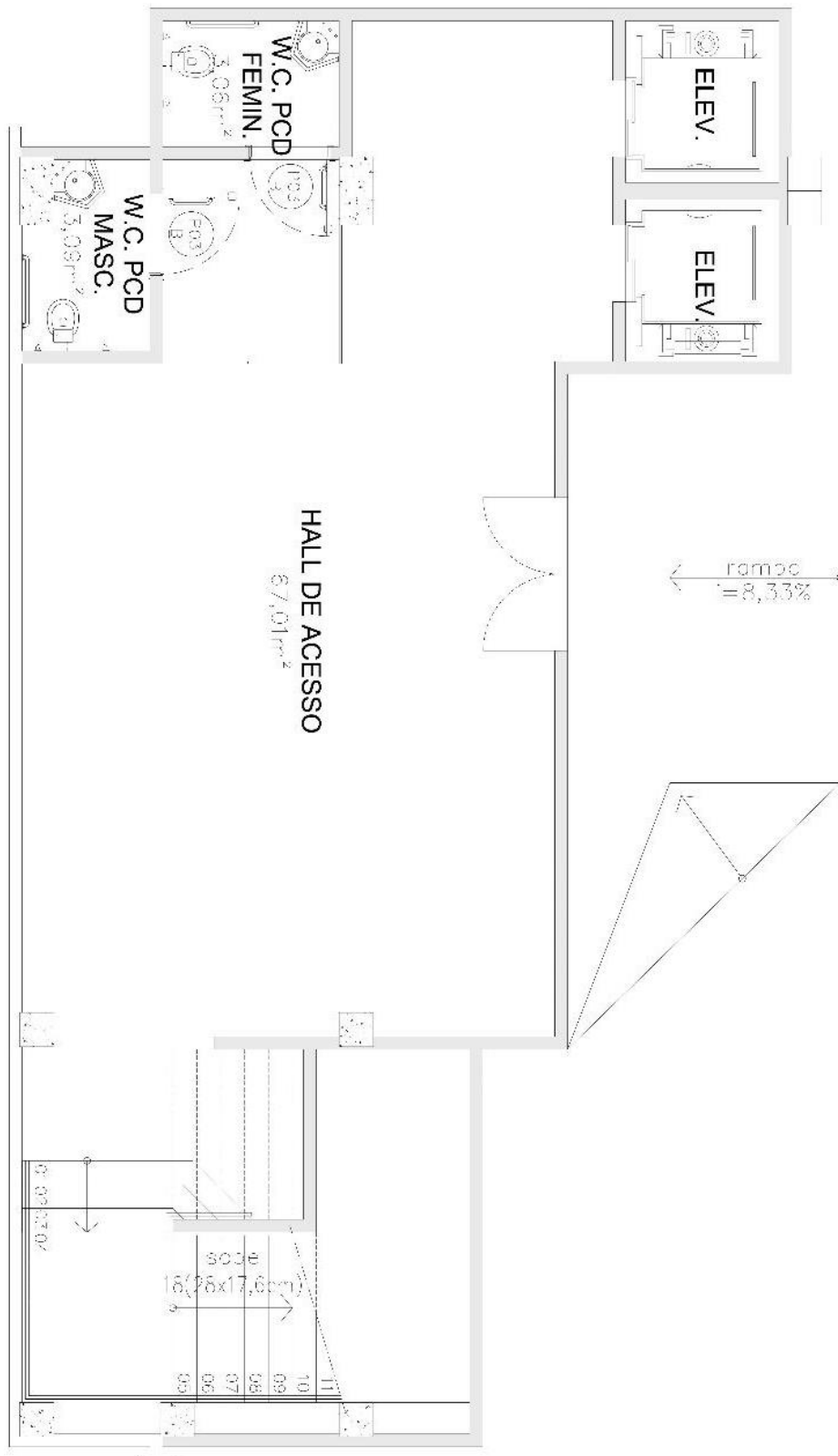
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 14 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do Subsolo (sem escala)



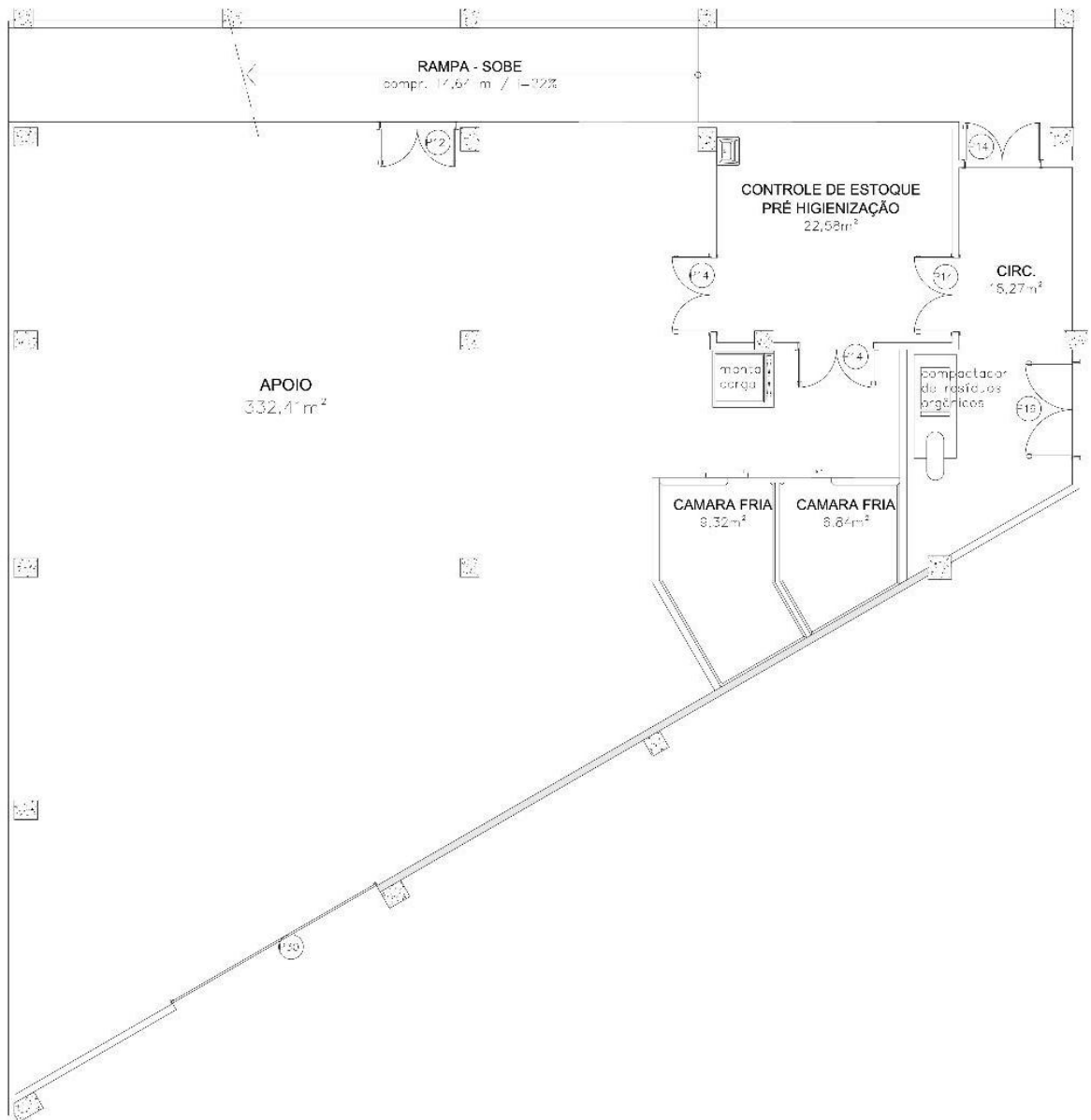
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 15 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do Subsolo (sem escala)



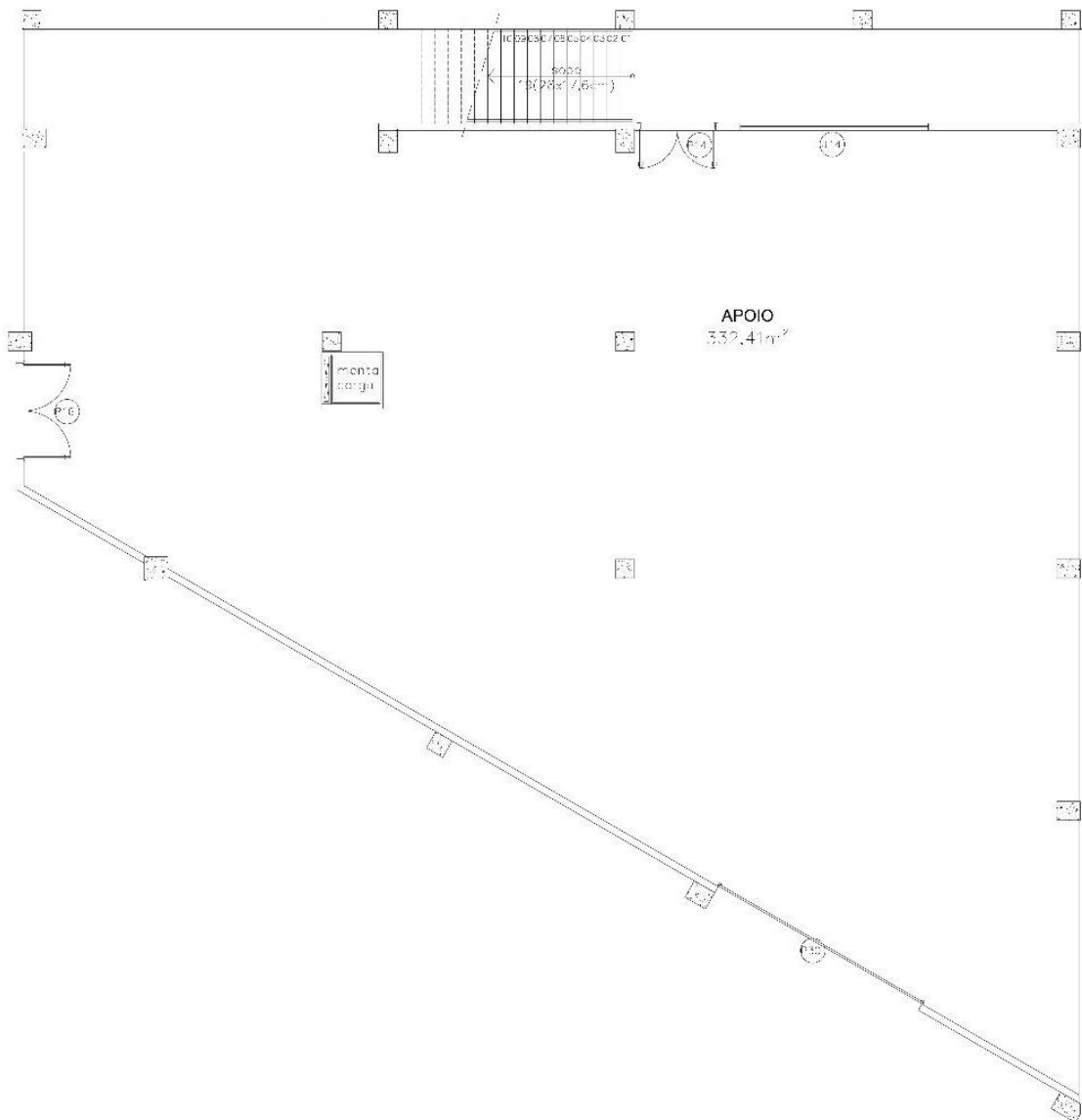
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017

Figura 16 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do Subsolo (sem escala)



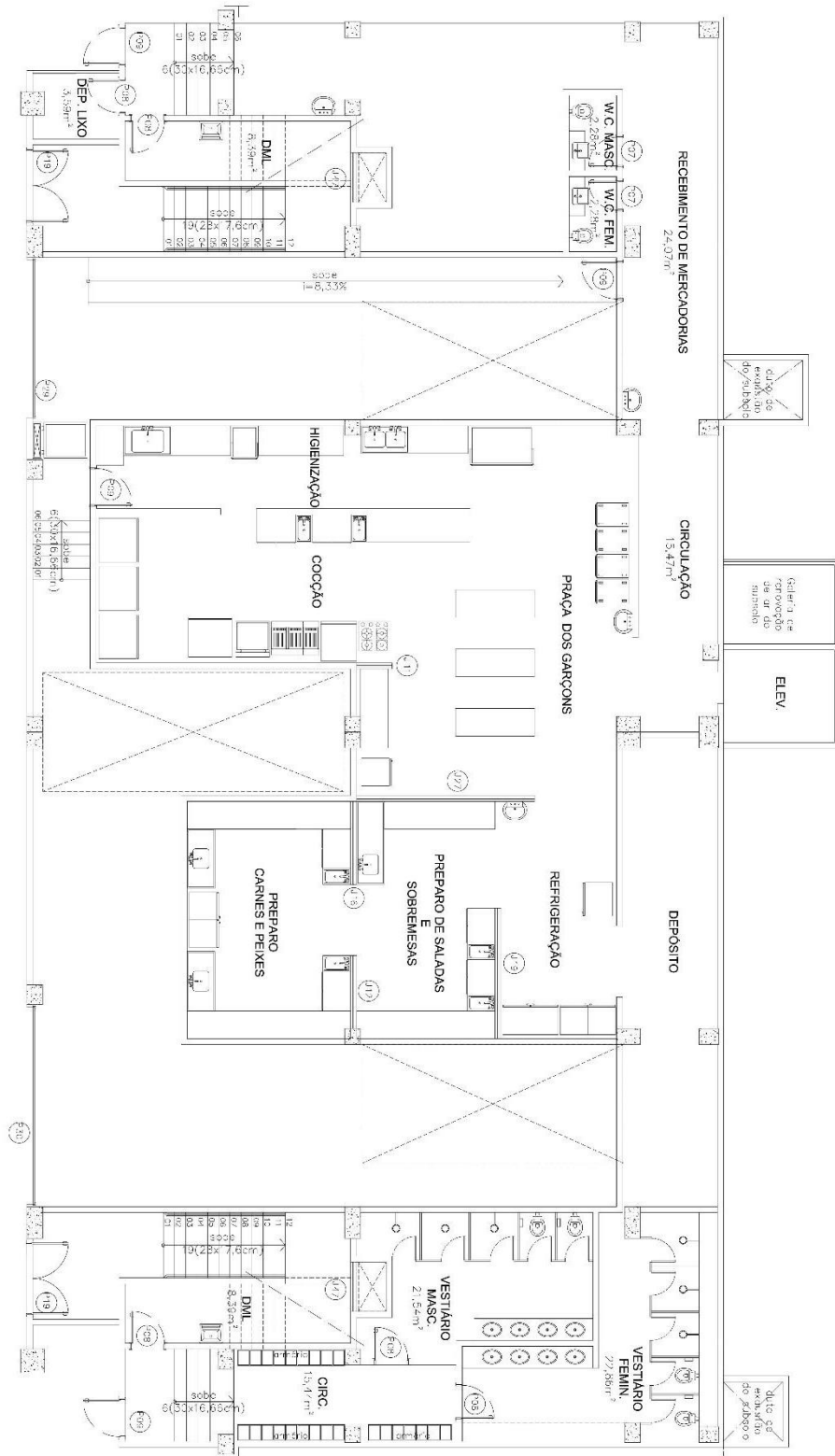
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 17 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do Subsolo (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 18 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do Subsolo (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

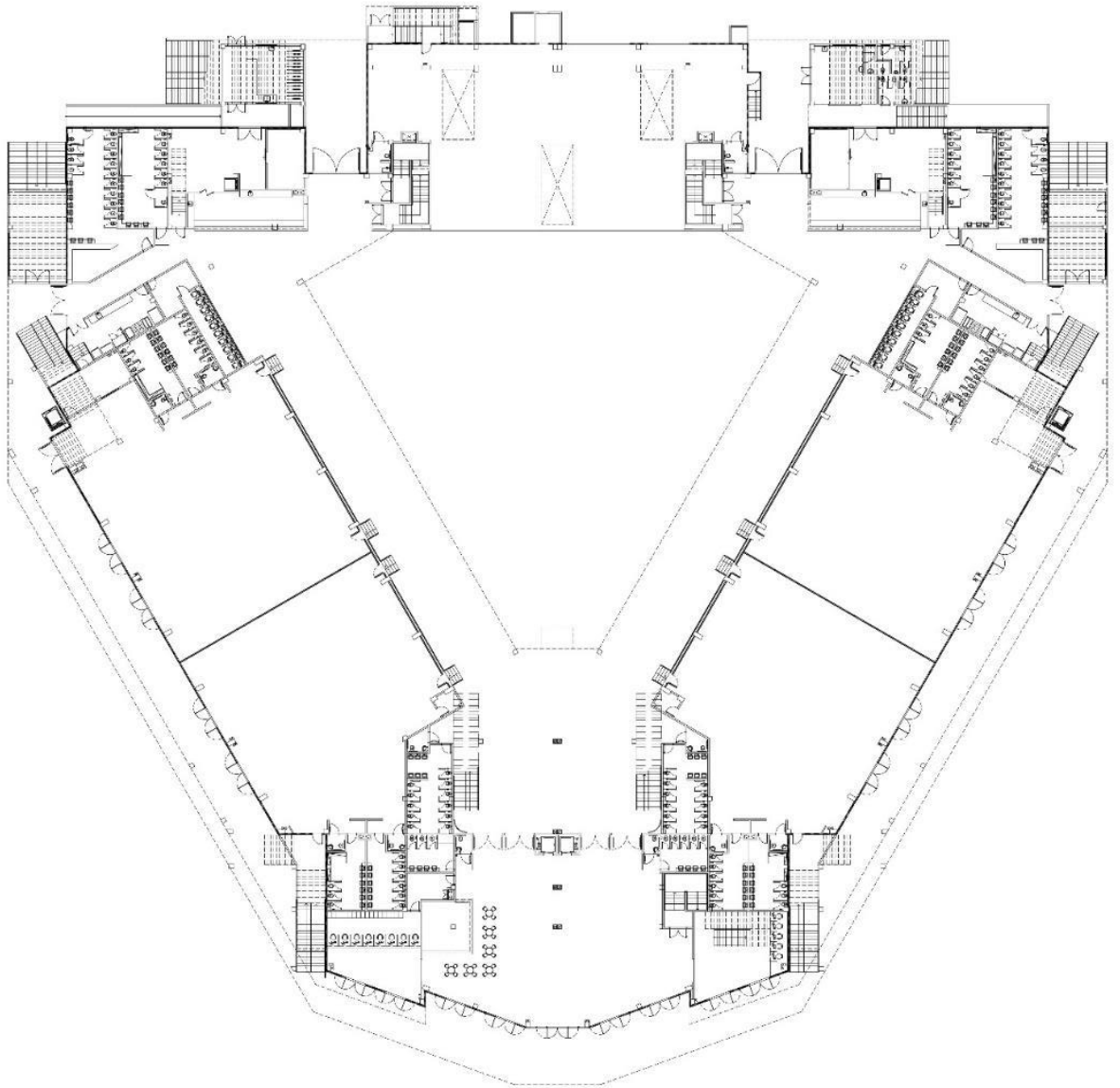
A planta de arquitetura do Térreo está dividida em 6 regiões, além de uma área central de pista. As figuras 19 e 20 apresentam, respectivamente, a Planta Baixa do Térreo e a Planta Baixa de Regiões do Térreo. a Região 1 está localizada próxima à fachada frontal da planta e conta com um hall de entrada, uma bilheteria com guarda volumes, cafeteria, banheiros masculino e feminino, banheiros para portadores de necessidade especial e área de apoio. Possui 2 elevadores, com acesso aos pavimentos superior e inferior, e 6 escadas, uma para acesso ao Subsolo e as demais para o 1º Pavimento.

As figuras 22 e 23 ilustram as regiões 2 e 3, respectivamente. Suas plantas iguais e espelhadas, estão localizadas nas fachadas lateral direita, Região 2, e na lateral esquerda, Região 3. Cada uma é composta por 2 salas multiusos, que ocupam boa parte de sua extensão, um caixa, 2 apoios, 2 banheiros masculino e feminino, 2 para PNE, uma área técnica de som, um elevador e uma escada que dão acesso ao pavimento superior e 4 escadas menores que levam para a pista. A Região 4 está posicionada nas fachadas lateral direita e posterior. Como representado na figura 24, possui uma área com bar, um apoio com câmara fria, banheiros masculino e feminino, uma sala técnica e uma de segurança, uma cozinha e uma churrasqueira. No projeto vemos também 3 escadas, 2 com acesso para o 1º pavimento e uma para o mezanino do térreo, e uma rampa para o subsolo.

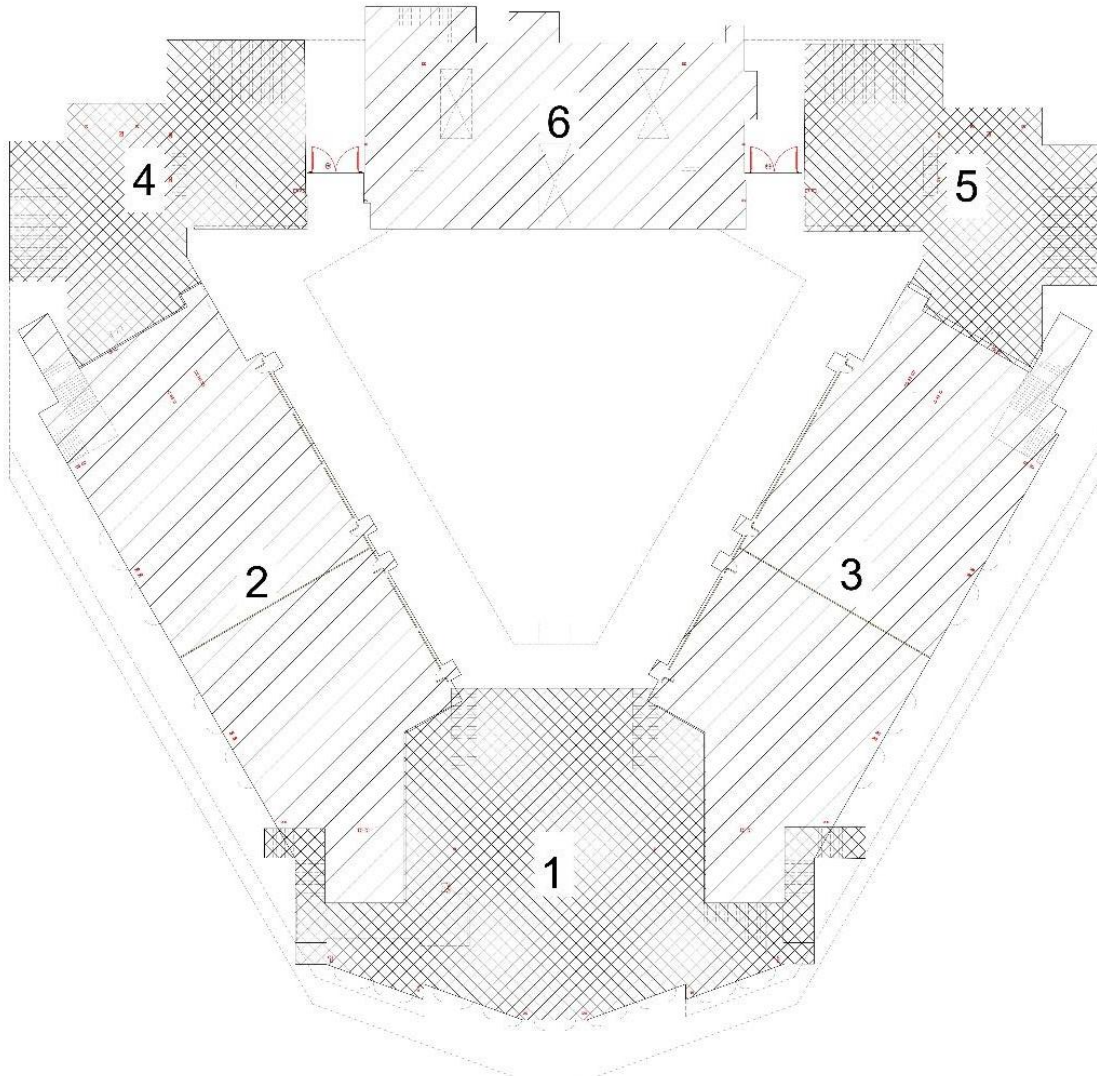
A Região 5, figura 25, está locada nas fachadas lateral esquerda e posterior. Sua arquitetura é semelhante à da Região 4 apresentando um bar, uma área de apoio com câmara fria, banheiros masculino e feminino, 3 salas técnicas, uma cozinha, uma enfermaria com banheiro e dois banheiros externos, masculino e feminino. A planta possui 4 escadas, duas para acesso ao 1º Pavimento, uma para o mezanino do térreo e uma para o subsolo.

A Região 6 está localizada na fachada posterior. Apresenta uma área de palco e “backstage”, banheiros masculino e feminino para PNE, 2 elevadores com acesso aos pavimentos superior e inferior, e 6 escadas, duas para acesso ao pavimento superior, duas para o inferior, uma para o superior e inferior e outra para acesso ao nível da pista. Sua planta está ilustrada na figura 26.

Figura 19 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do Térreo (sem escala)

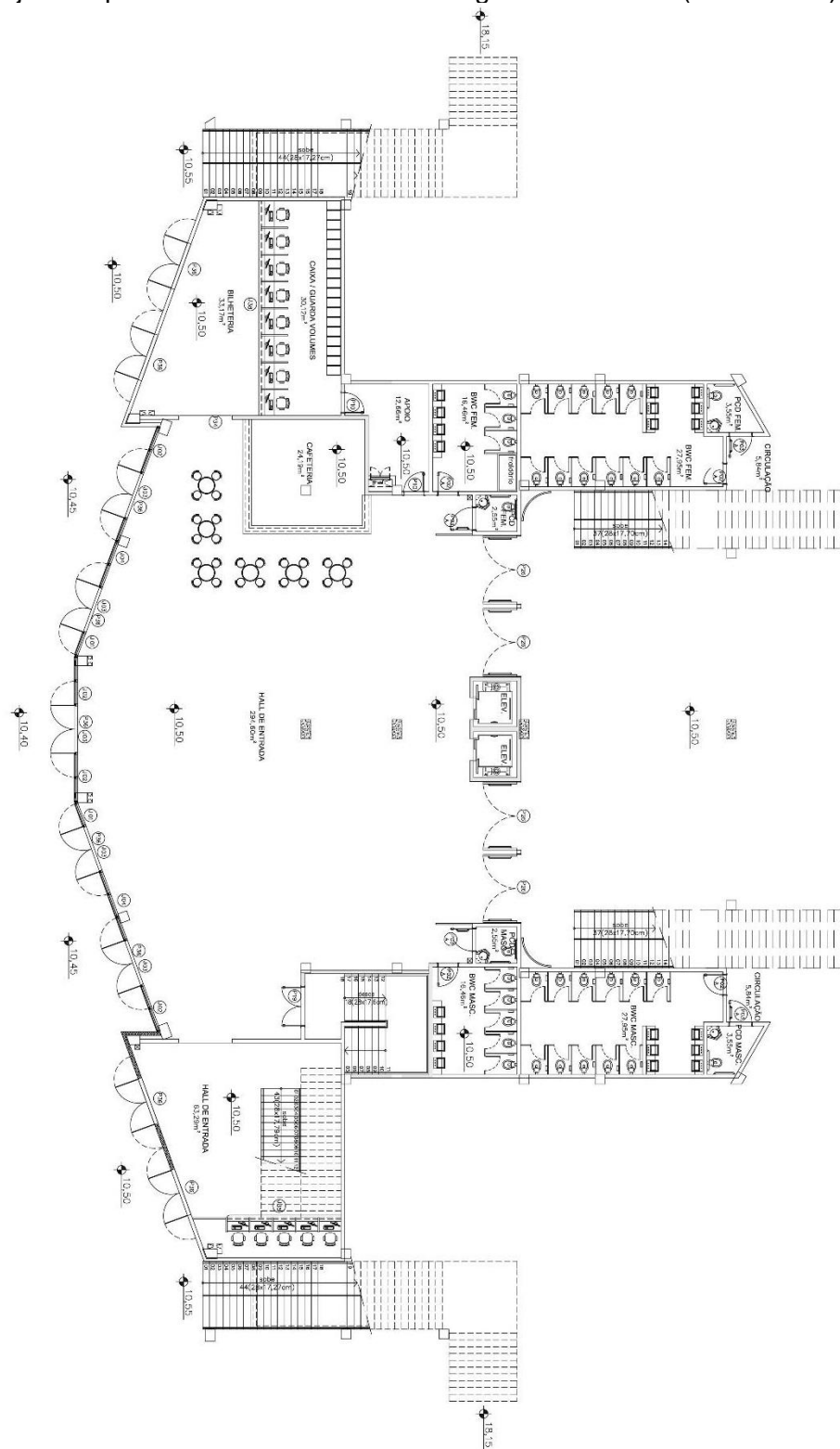


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 20 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do Térreo (sem escala)

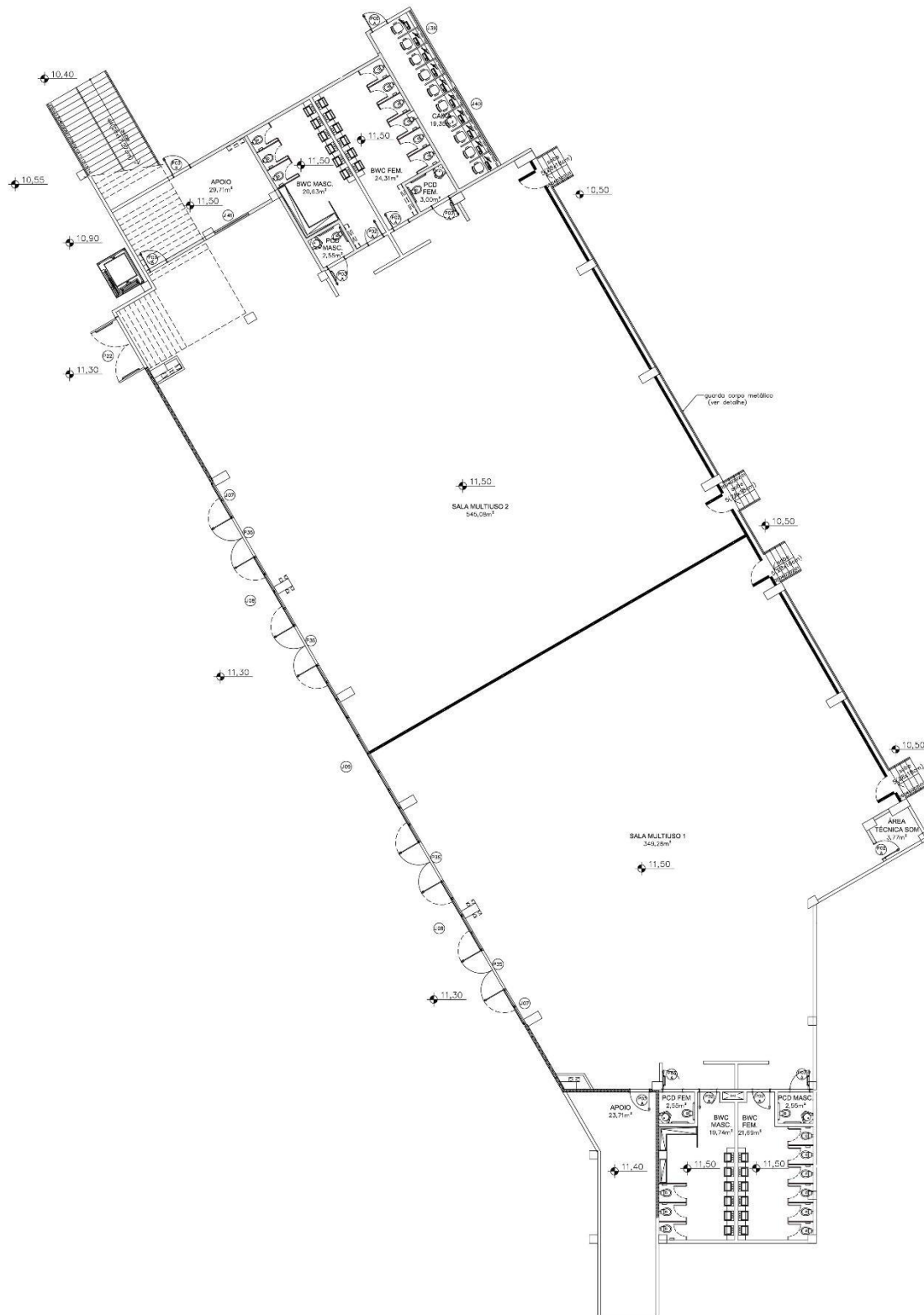
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 21 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do Térreo (sem escala)



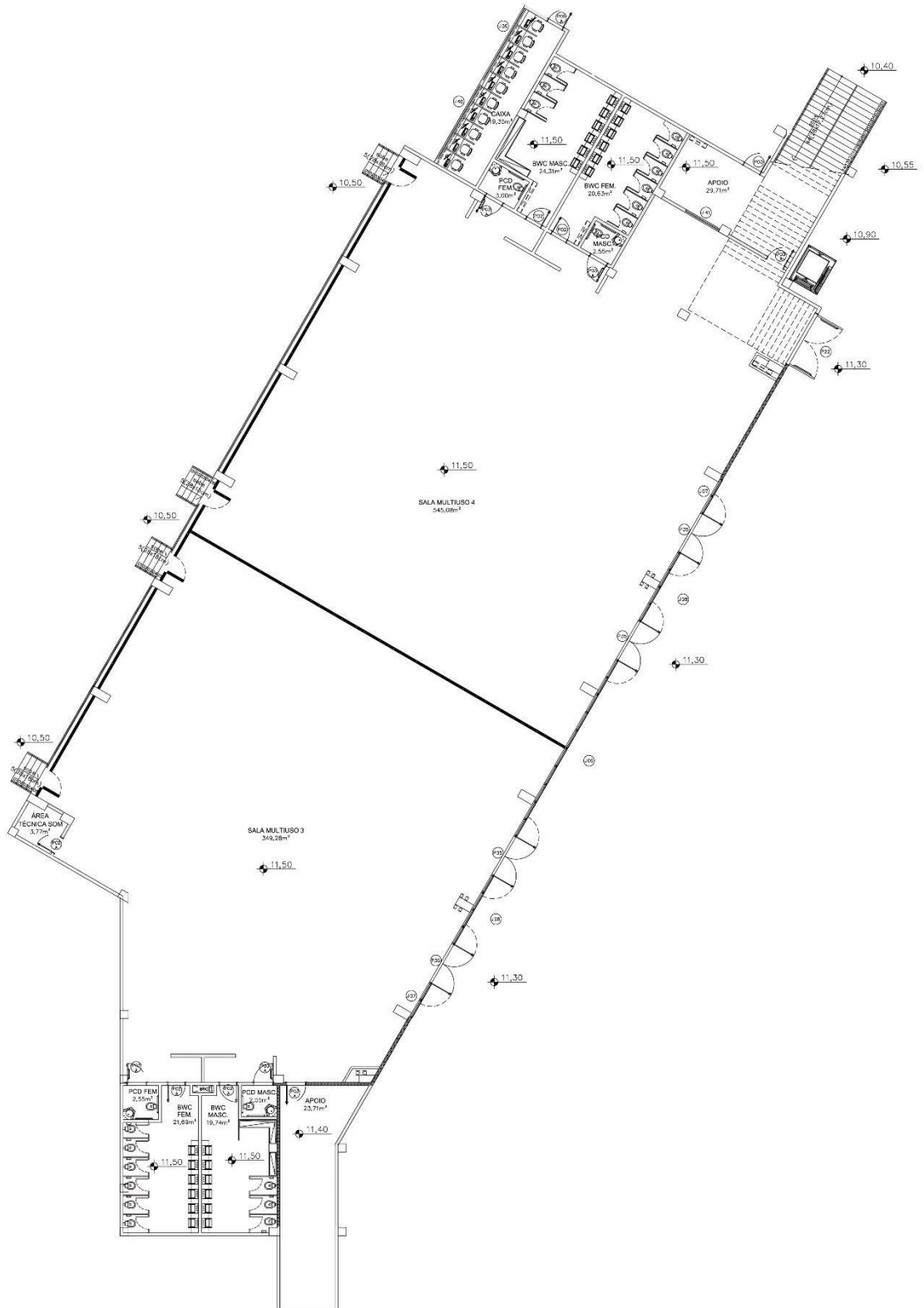
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 22 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do Térreo (sem escala)



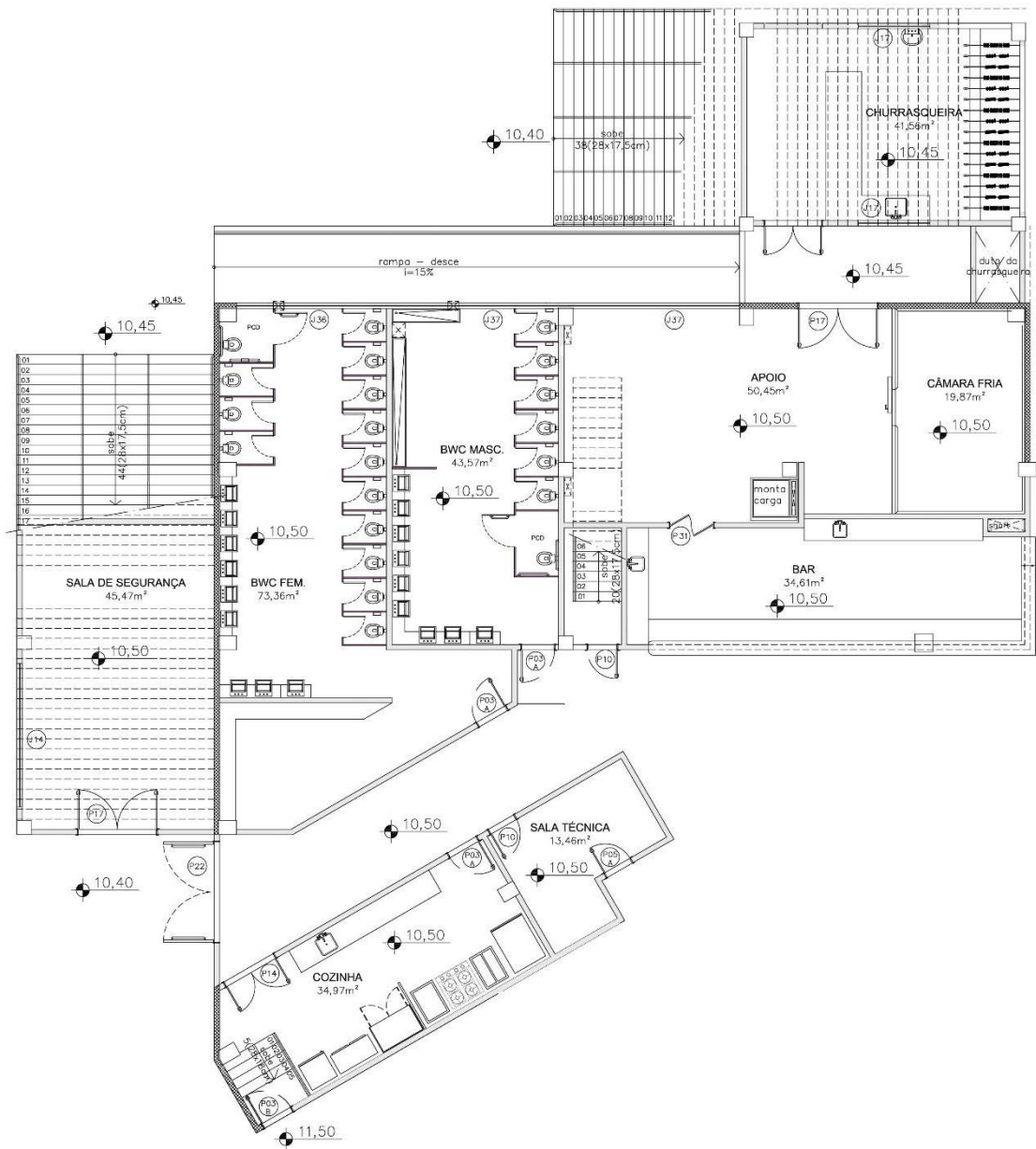
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 23 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do Térreo (sem escala)



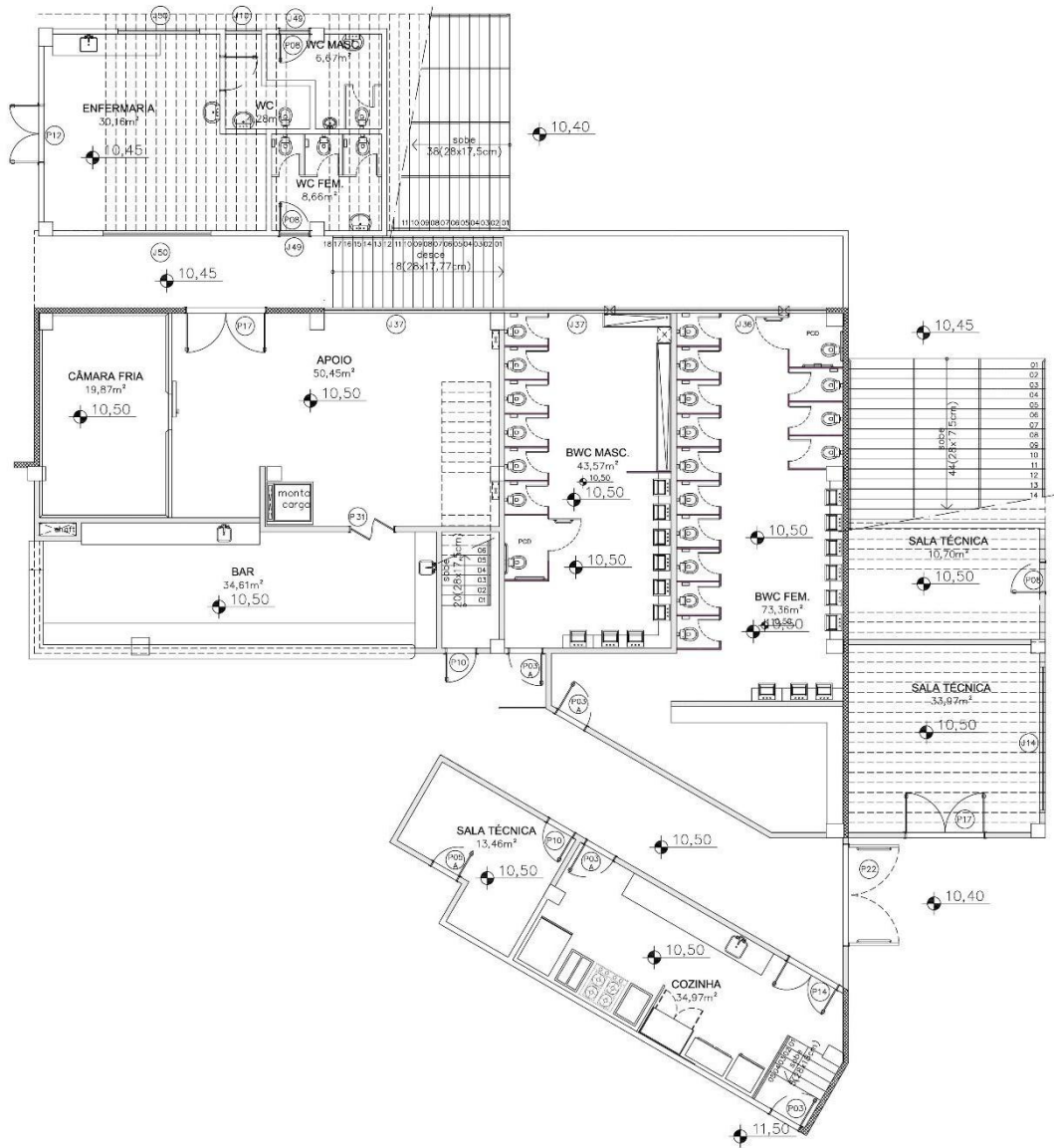
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 24 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do Térreo (sem escala)



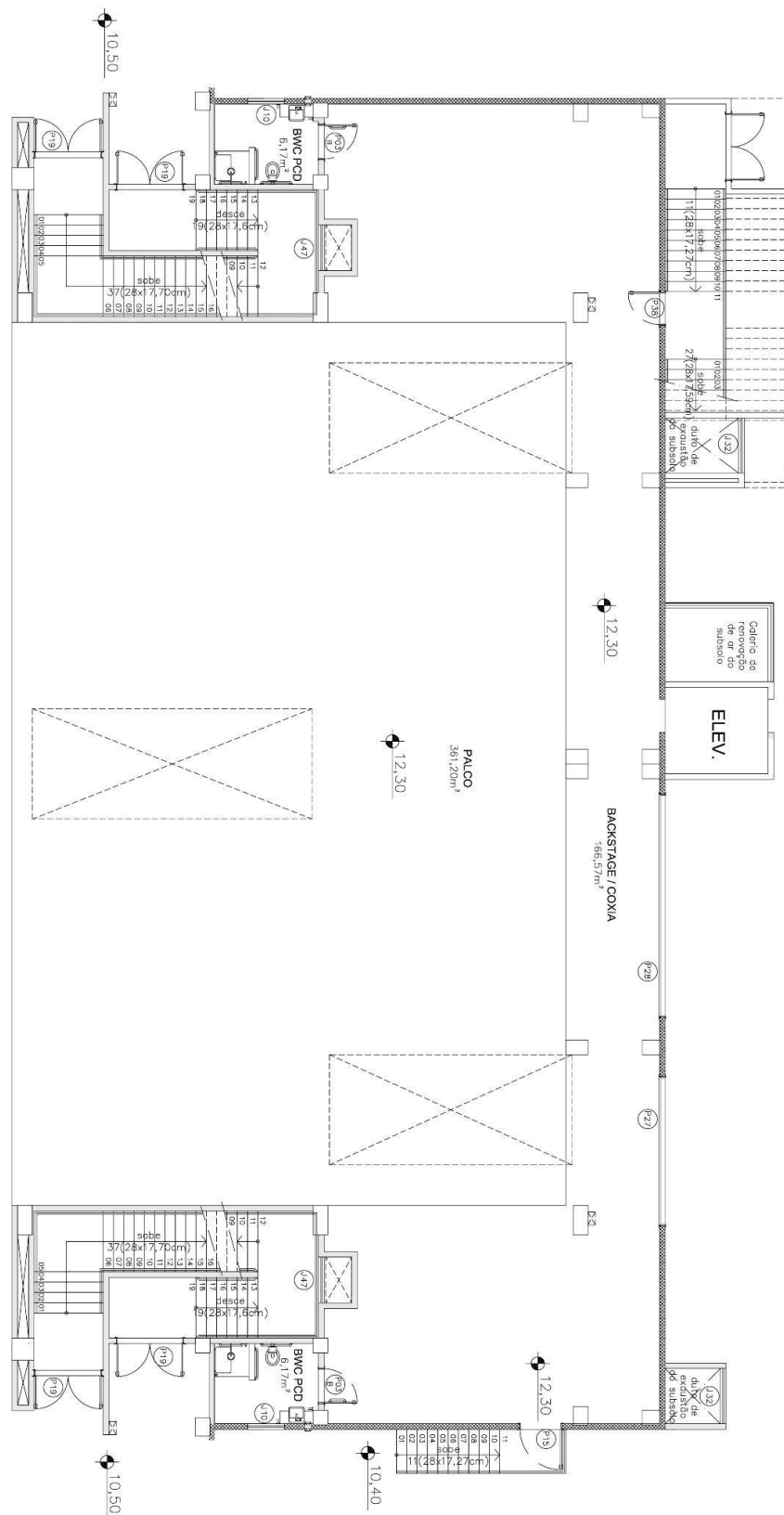
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 25 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 5 do Térreo (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017

Figura 26 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 6 do Térreo (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

A planta do 1º Pavimento, figura 27, está dividida em seis regiões, assim como apresentado na figura 28. A Região 1 ocupa toda a fachada frontal do seu nível e conta com quatro áreas de camarote, uma área de restaurante, um atendimento, quatro banheiros, dois masculinos e dois femininos, uma cozinha com higienização e depósito, apoio, depósito de lixo e banheiro para a equipe da cozinha. A planta, figura 29, possui também dois elevadores de 2 portas, com acesso aos quatro pavimentos, duas escadas para acesso ao Térreo, duas para o 2º Pavimento e uma com passagem tanto para o pavimento superior como para o inferior. A Região 2, figura 30, e a Região 3, figura 31, possuem quase os ambientes, com plantas espelhadas.

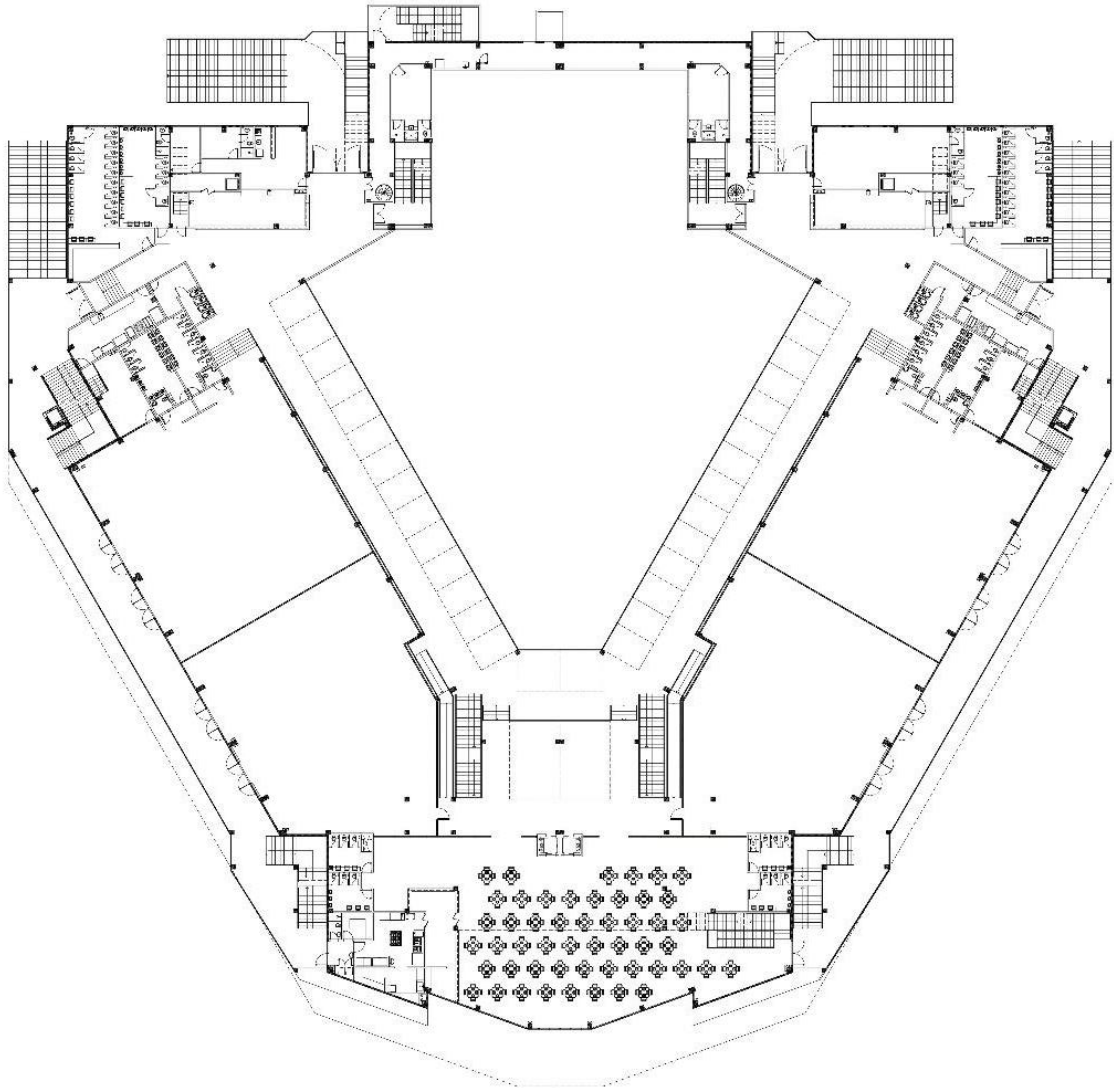
A Região 2 localiza-se na fachada lateral direita e a Região 3 na fachada lateral esquerda. Suas plantas apresentam duas salas multiuso, banheiros masculino e feminino, banheiro para PNE, um apoio, 14 áreas de camarote e uma sacada. Temos também uma rampa para PNE e uma escada pequena, que fazem o acesso das salas multiuso até os camarotes, um elevador para transporte até o Térreo e uma escada para acesso aos pavimentos superior e inferior.

A Região 4, figura 32, está posicionada nas fachadas lateral direita e posterior. Sua arquitetura possui um bar, um apartamento com sala, dois dormitórios, banheiro e cozinha, uma área de caixa, banheiros masculino e feminino, um apoio e cozinha. Temos ainda três escadas externas, duas com acesso para o Térreo e uma para o 2º Pavimento, e uma escada interna para o mezanino direito do 1º Pavimento.

A Região 5, ilustrada na figura 33, está localizada nas fachadas lateral esquerda e posterior. Sua planta conta com um bar, uma sala de reuniões, um apoio, área de caixa, uma cozinha e banheiros masculino e feminino. O projeto conta também com três escadas externas, duas com acesso para o Térreo e uma para o 2º Pavimento, e uma escada interna para o mezanino esquerdo do 1º Pavimento.

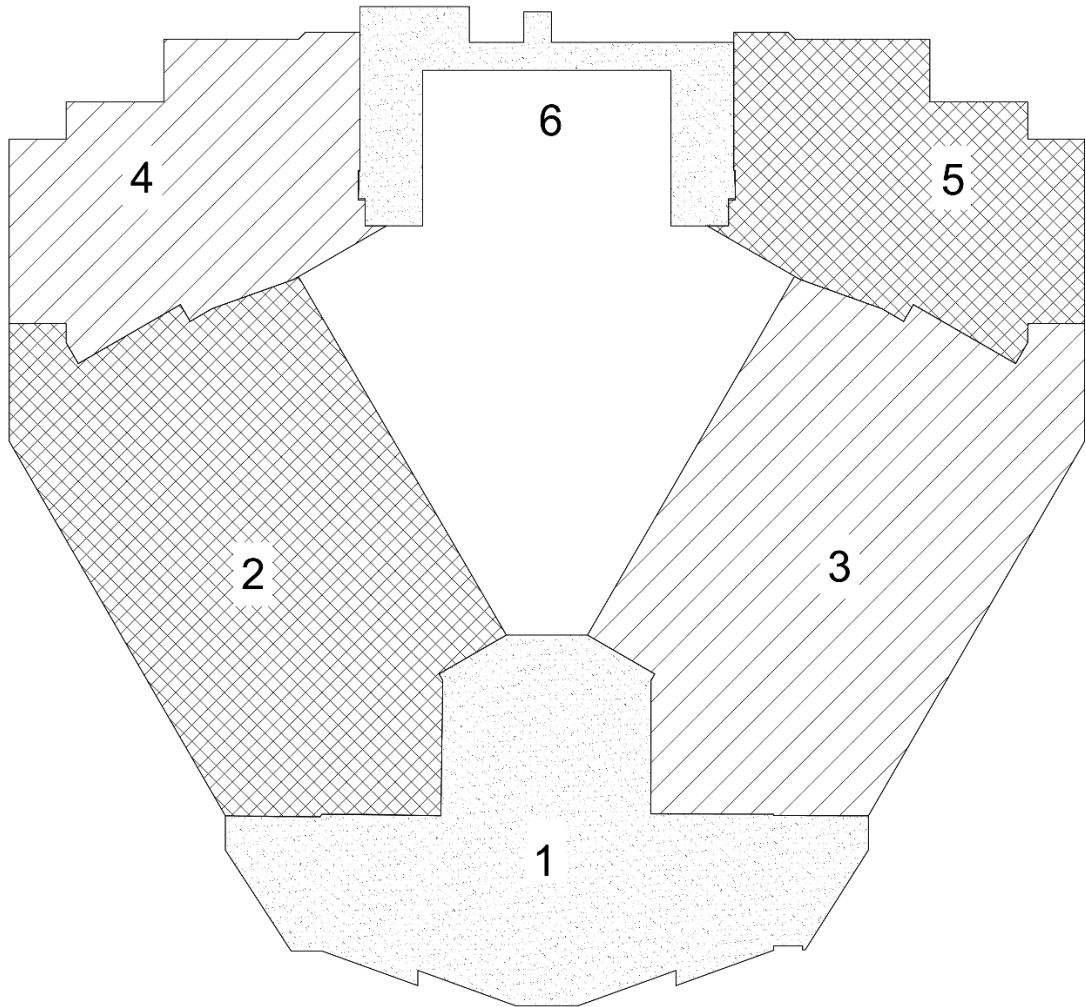
A Região 6, figura 34, está centralizada na fachada posterior e possui dois camarins, com um banheiro e um chuveiro cada, uma área de circulação para acesso às escadas dos mezaninos centrais do 1º Pavimento, um elevador e uma escada. A planta apresenta mais duas escadas, além da já citada, e todas as três dão acesso aos pavimentos superior e inferior, assim como o elevador.

Figura 27- Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala)



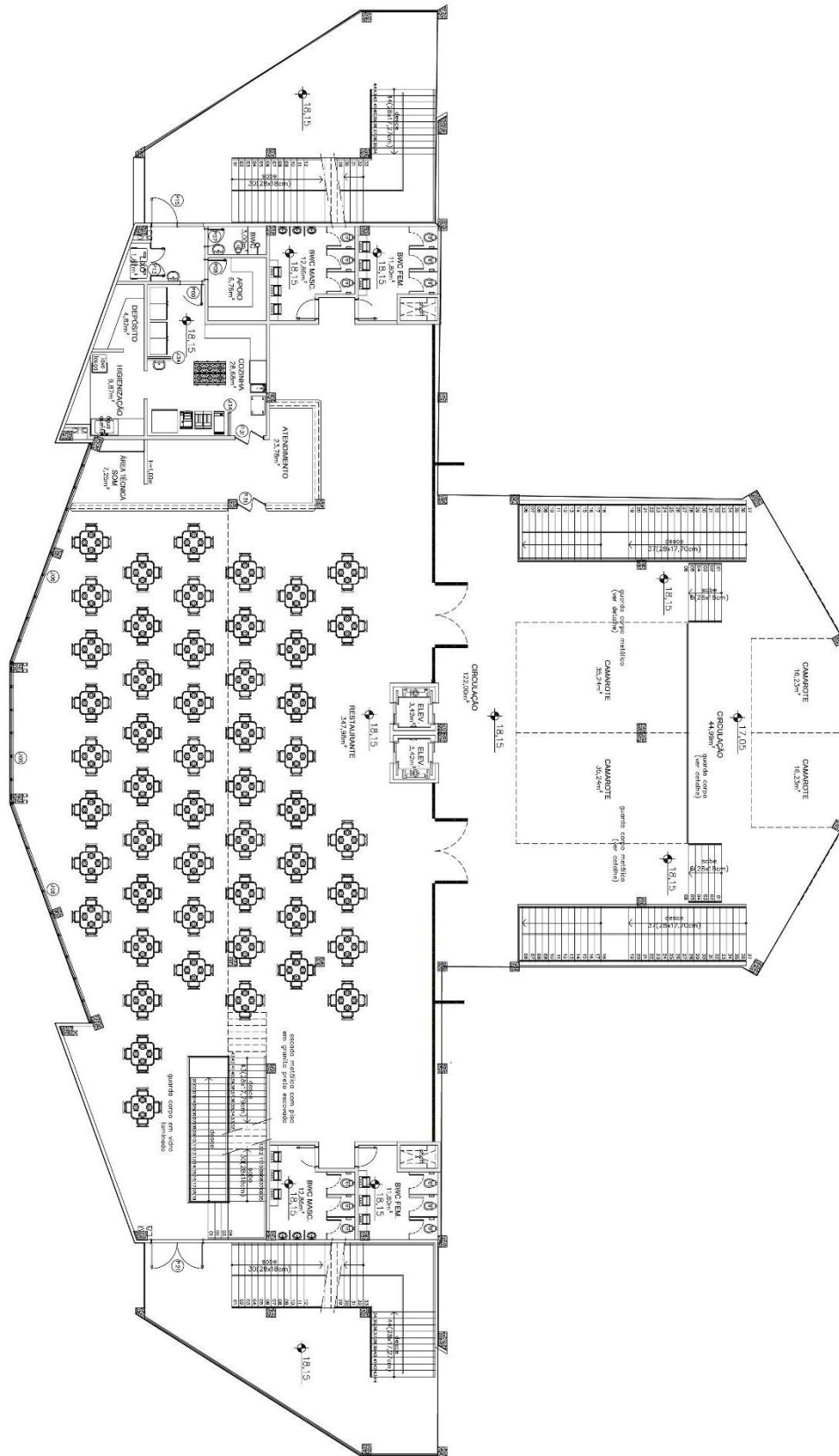
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 28 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do 1º Pavimento (sem escala)



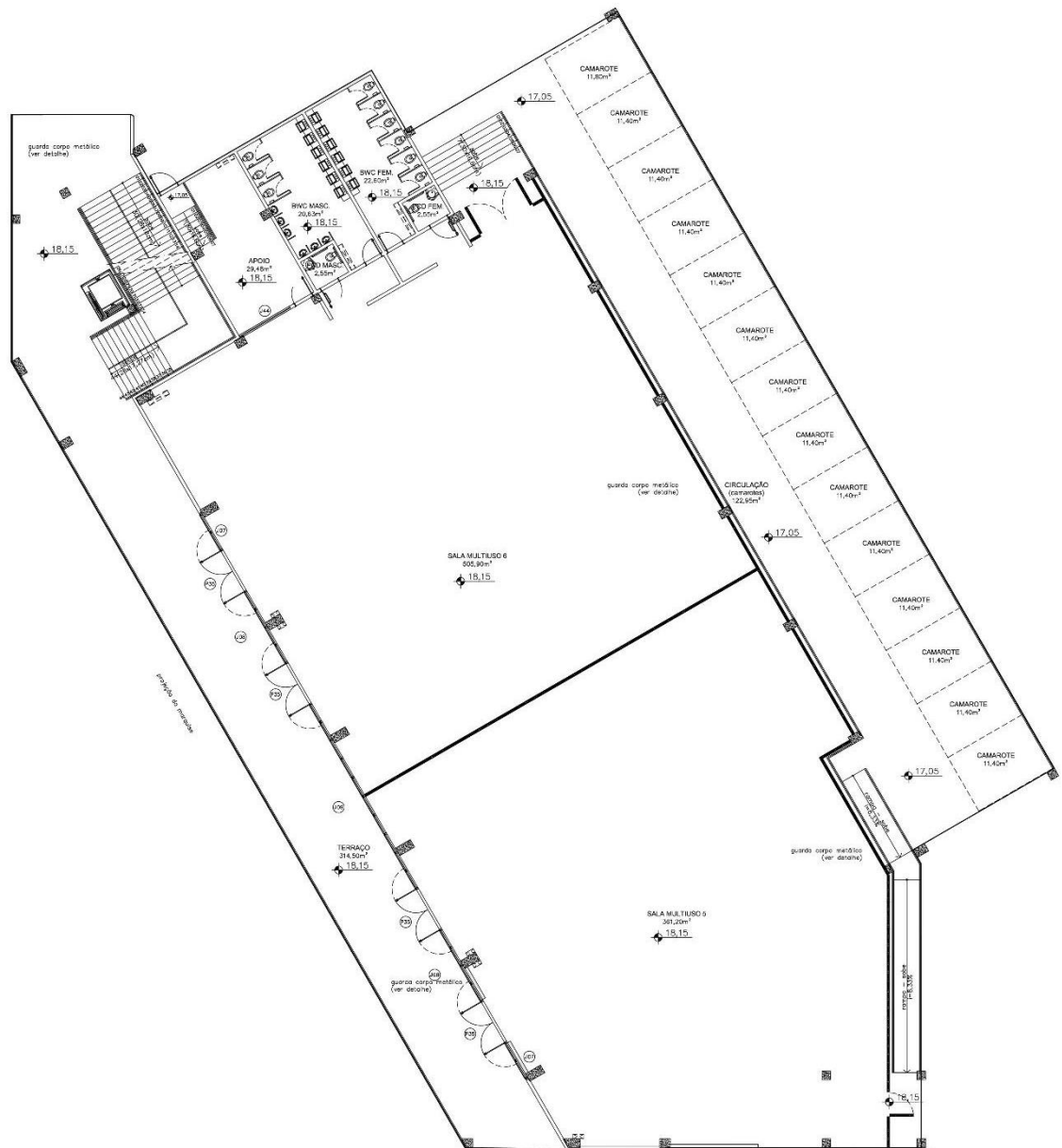
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 29 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do 1º Pavimento (sem escala)

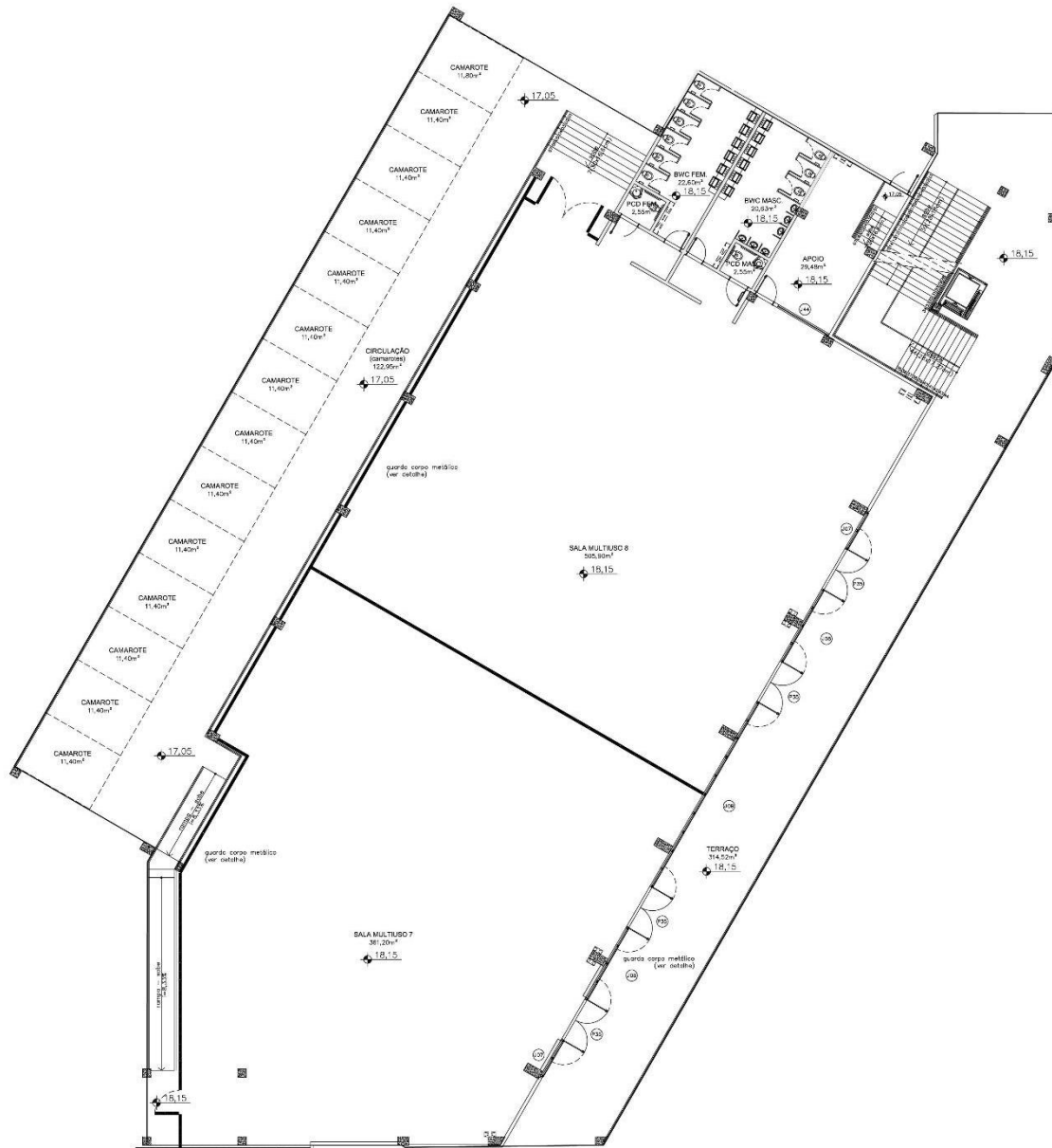


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 30 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do 1º Pavimento (sem escala)

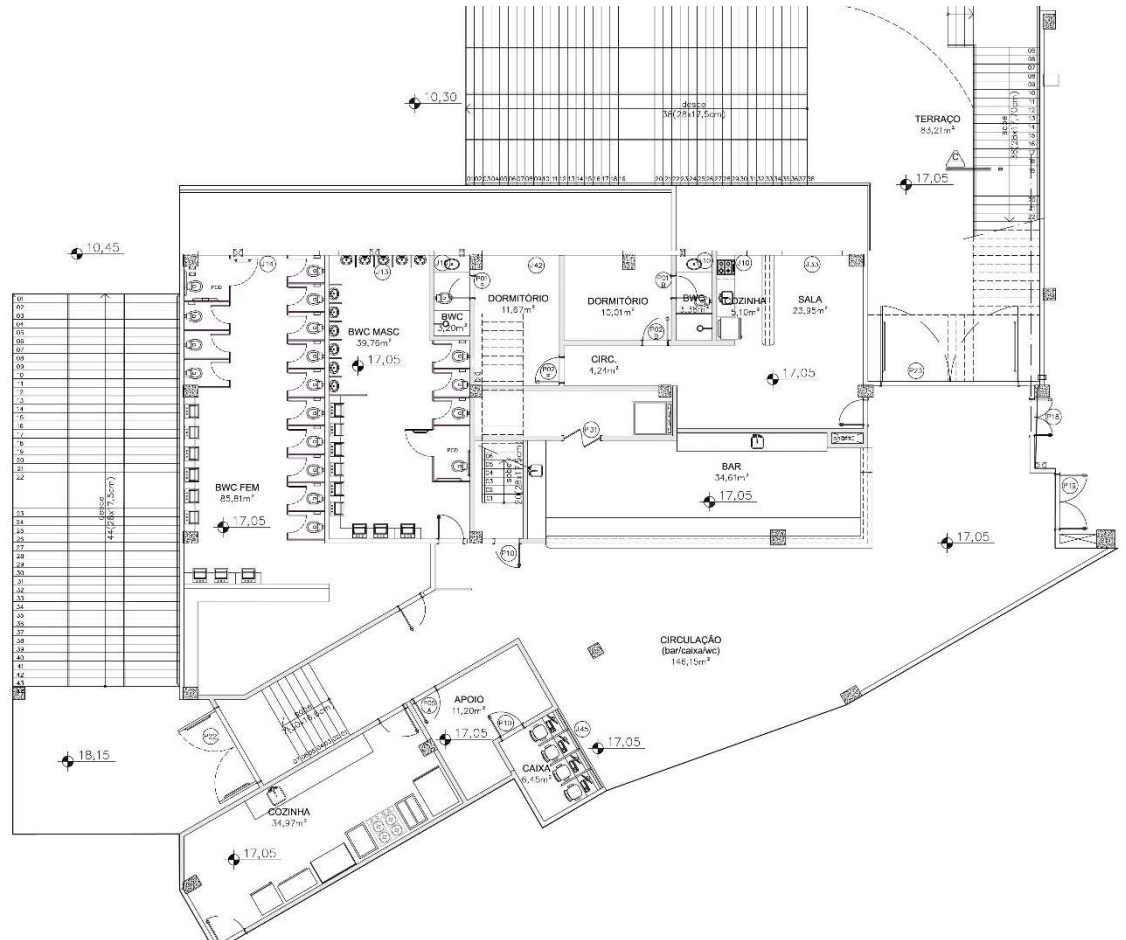


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 31 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do 1º Pavimento (sem escala)

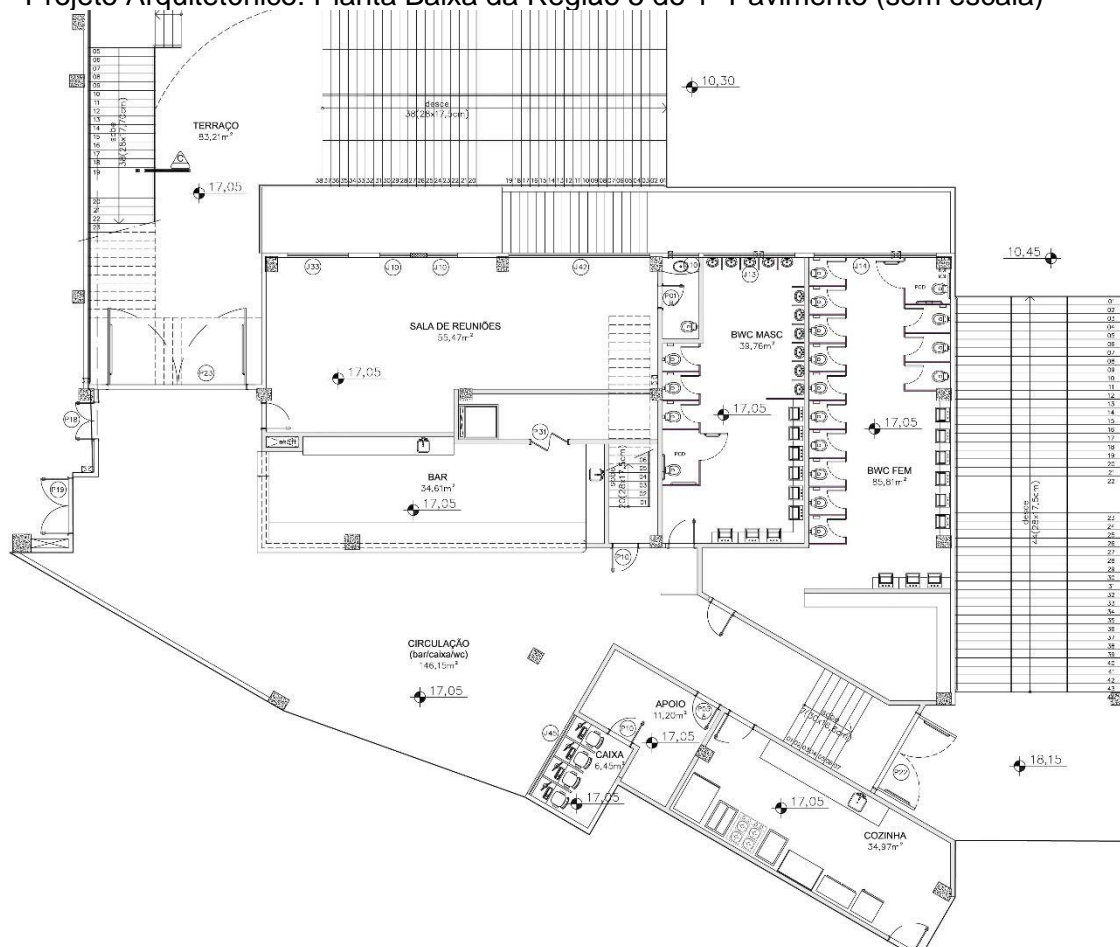
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 32 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do 1º Pavimento (sem escala)



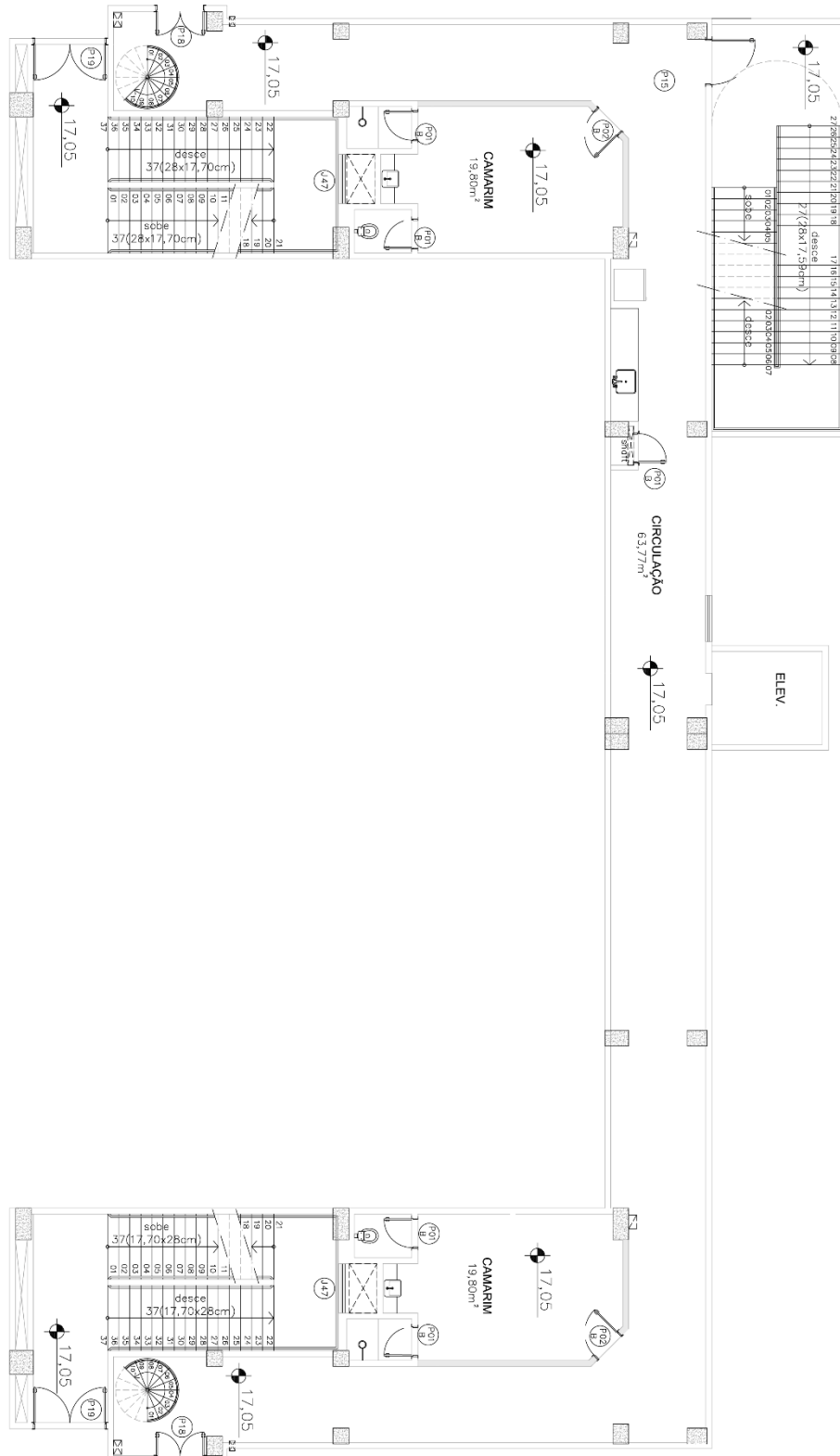
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 33 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 5 do 1º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 34 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 6 do 1º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

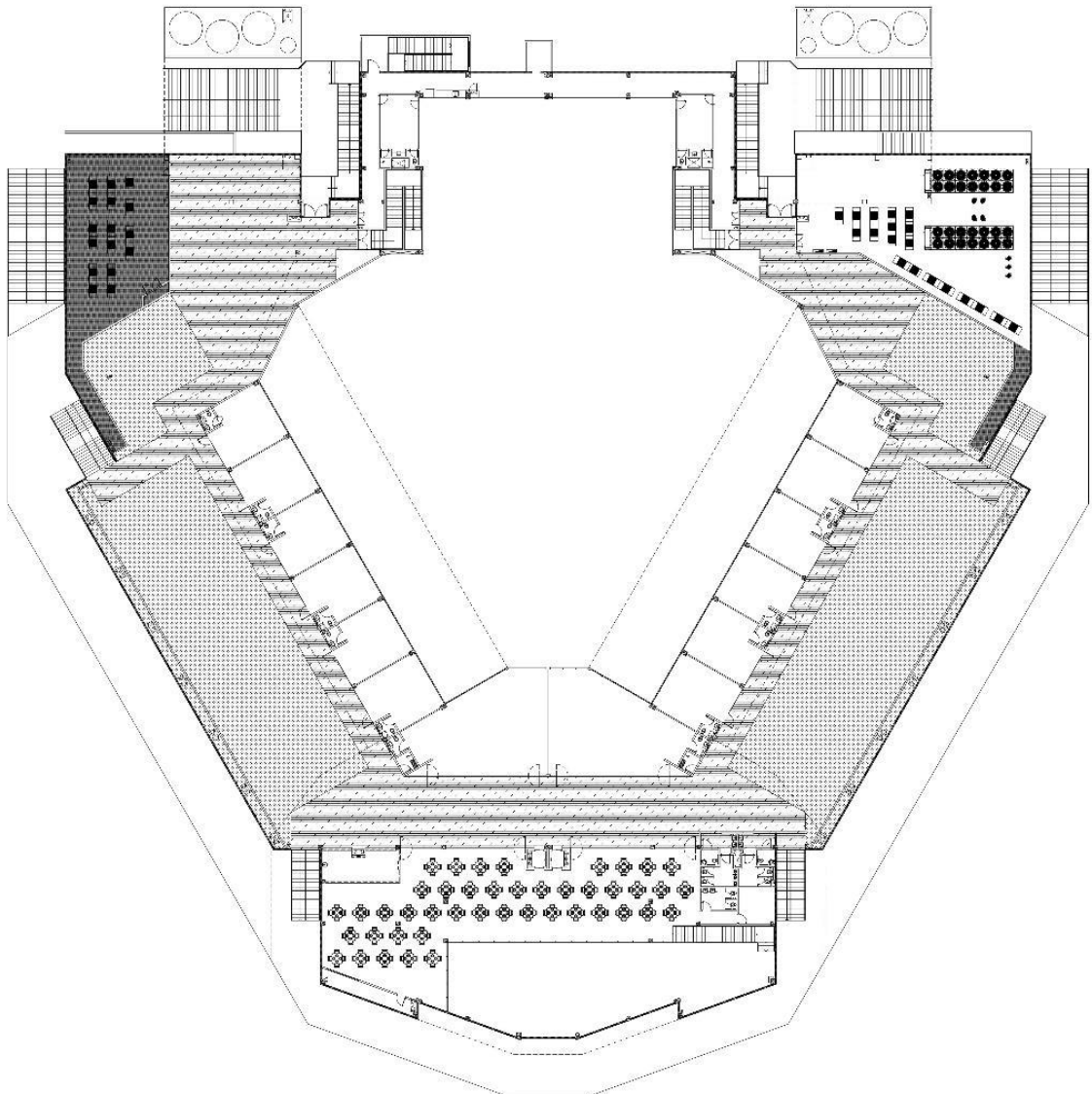
Assim como foi feito com os pavimentos anteriores, dividiu-se a planta do 2º Pavimento em seis regiões. Na figura 35 está ilustrada a Planta Baixa do 2º Pavimento e na figura 36 a Planta Baixa de Regiões do 2º Pavimento. A Região 1, figura 37, está posicionada na fachada frontal, ocupando toda a sua extensão. Sua planta apresenta uma área de circulação coberta, um bar, um mezanino, três banheiros, dois banheiros para PNE e um camarim. O local conta ainda com duas escadas externas e uma interna, para acesso ao pavimento inferior, e dois elevadores.

A Região 2, figura 38, e a Região 3, figura 39, possuem plantas iguais, espelhadas, localizadas nas fachadas lateral direita e lateral esquerda, respectivamente. A arquitetura de uma região possui sete áreas de camarote, com um banheiro particular para cada uma delas, uma área de terraço com acabamento em grama artificial, um chuveiro, um corredor técnico para a exaustão dos sistemas de refrigeração e extração de fumaça e uma escada de acesso ao 1º Pavimento.

As regiões 4 e 5, figuras 40 e 41, apresentam “layout” semelhante, com a Região 4 posicionada nas fachadas lateral direita e posterior e a Região 5 nas fachadas lateral esquerda e posterior. Cada uma possui uma área de terraço com acabamento em grama artificial em uma parte e piso cerâmico em outra, uma sala técnica e uma área de laje impermeabilizada para abrigar os equipamentos de climatização. Na Região 4, a área para os equipamentos de climatização, onde está localizada a válvula de governo do sistema de sprinkler, foi reduzida e ampliou-se a área de piso cerâmico, o que permite a instalação de um palco temporário, por exemplo, nessa região.

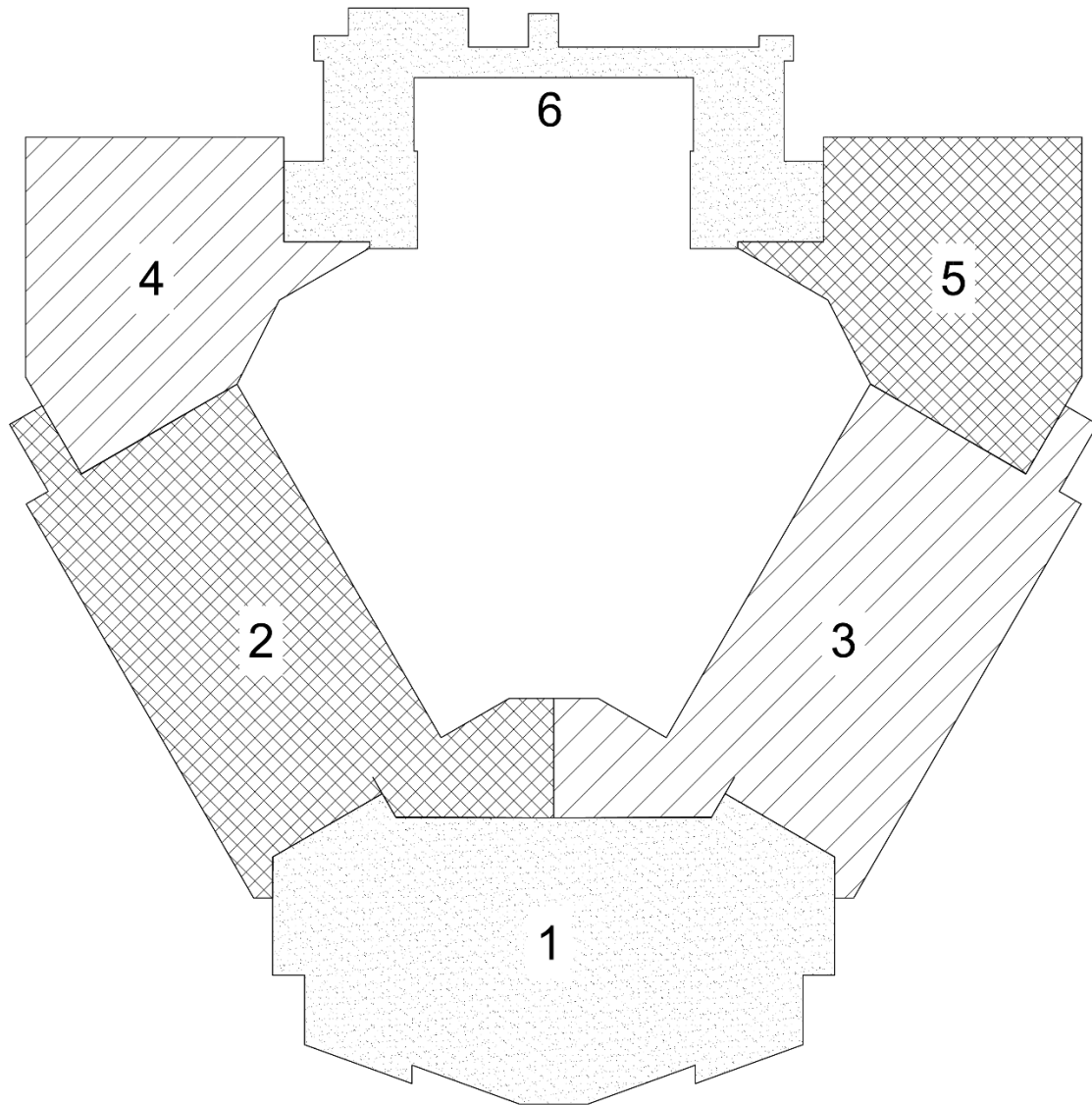
A Região 6, figura 42, está centralizada na fachada posterior e possui cinco escadas para acesso ao 1º Pavimento, além de um elevador. Sua arquitetura apresenta um corredor de circulação e dois camarins, com um banheiro e um chuveiro cada.

Figura 35 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala)



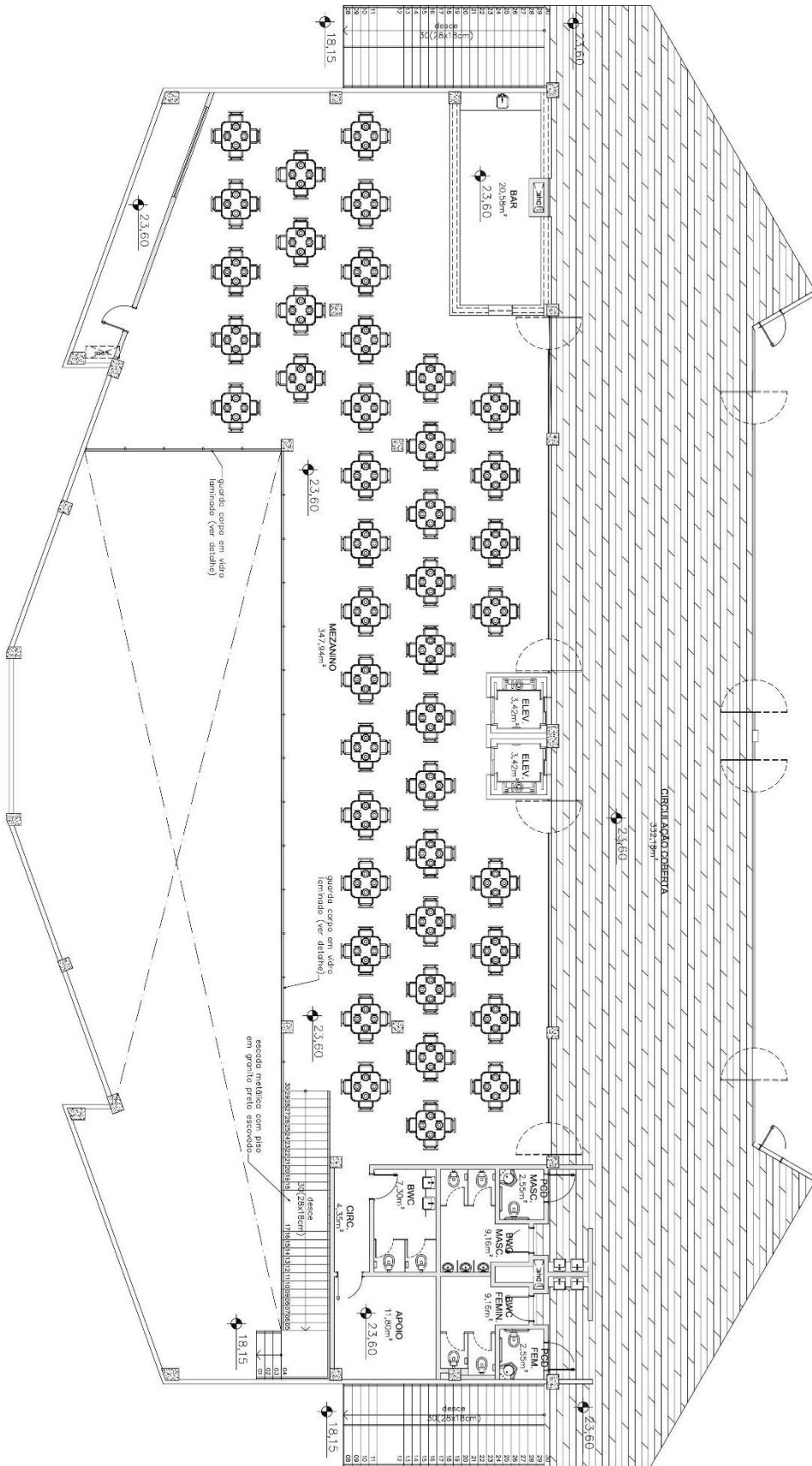
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 36 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Regiões do 2º Pavimento (sem escala)

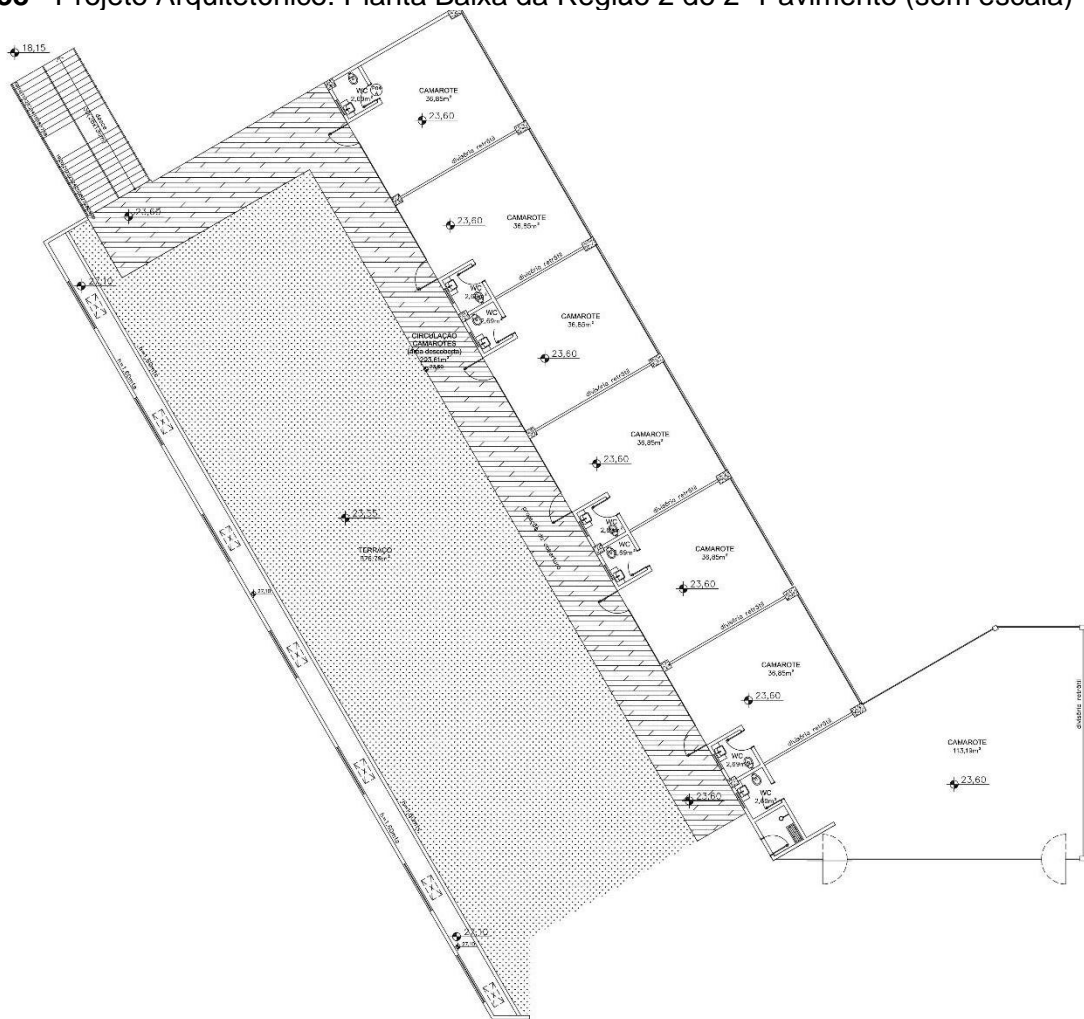


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 37 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 1 do 2º Pavimento (sem escala)

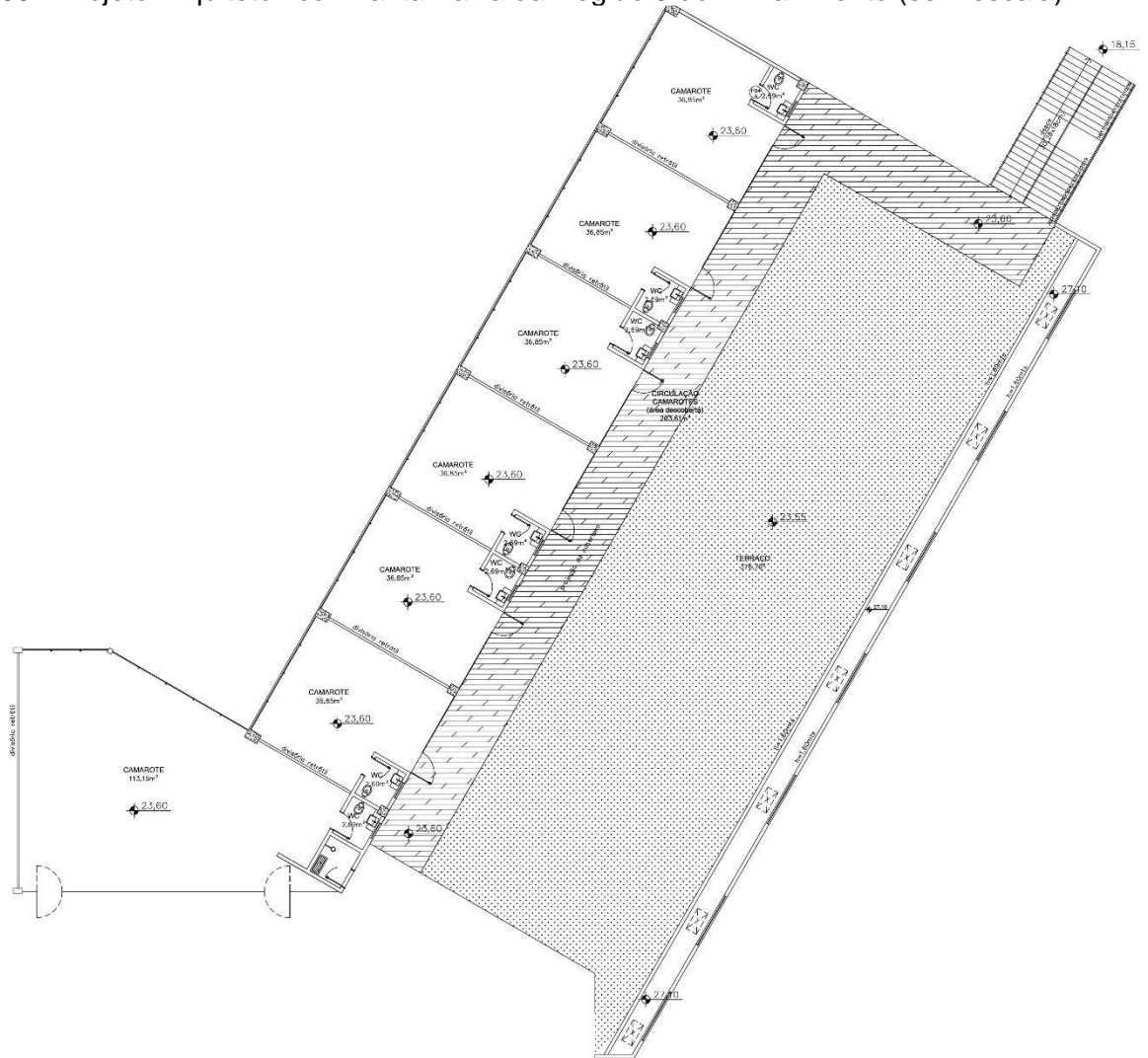


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 38 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 2 do 2º Pavimento (sem escala)

Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 39 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 3 do 2º Pavimento (sem escala)

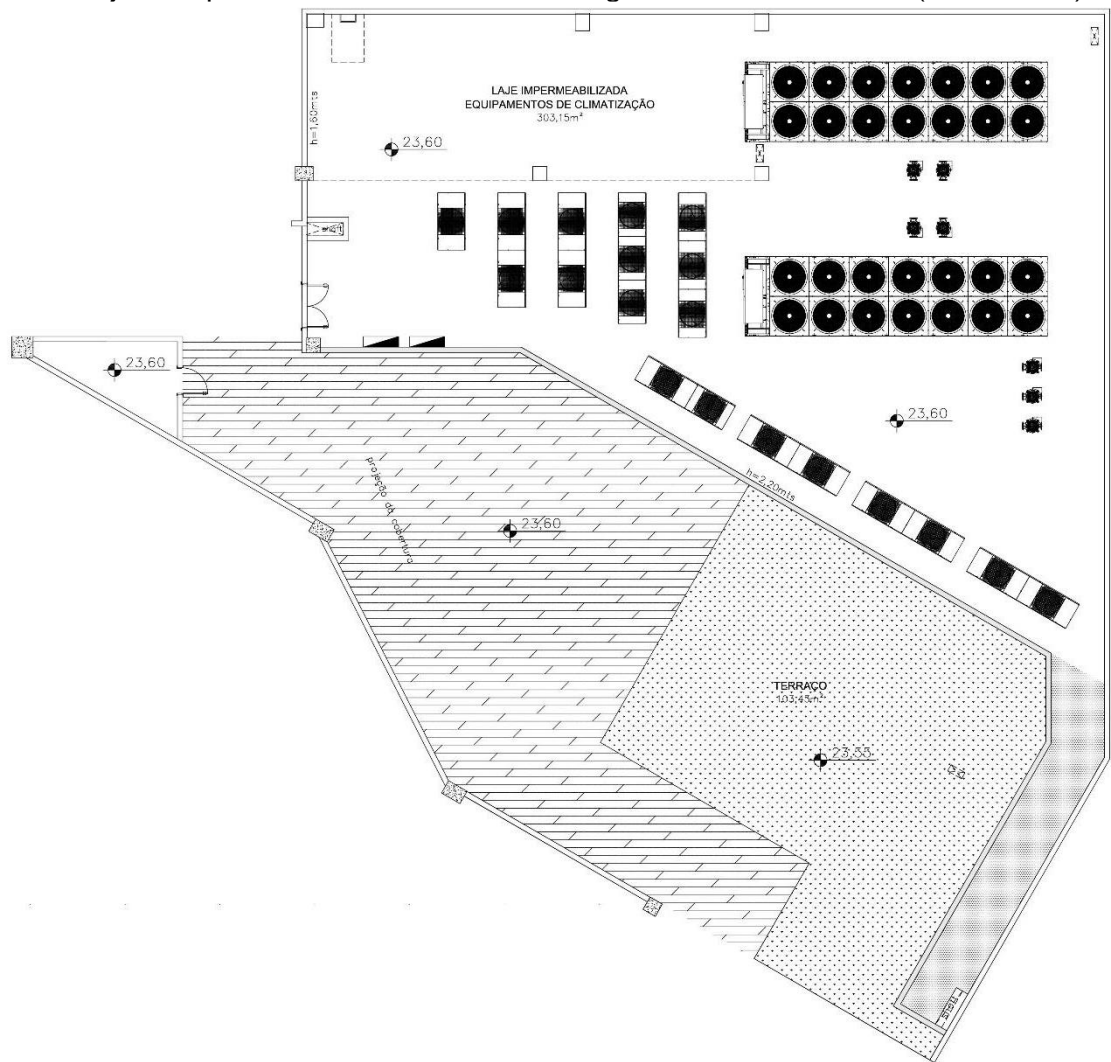


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 40 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 4 do 2º Pavimento (sem escala)

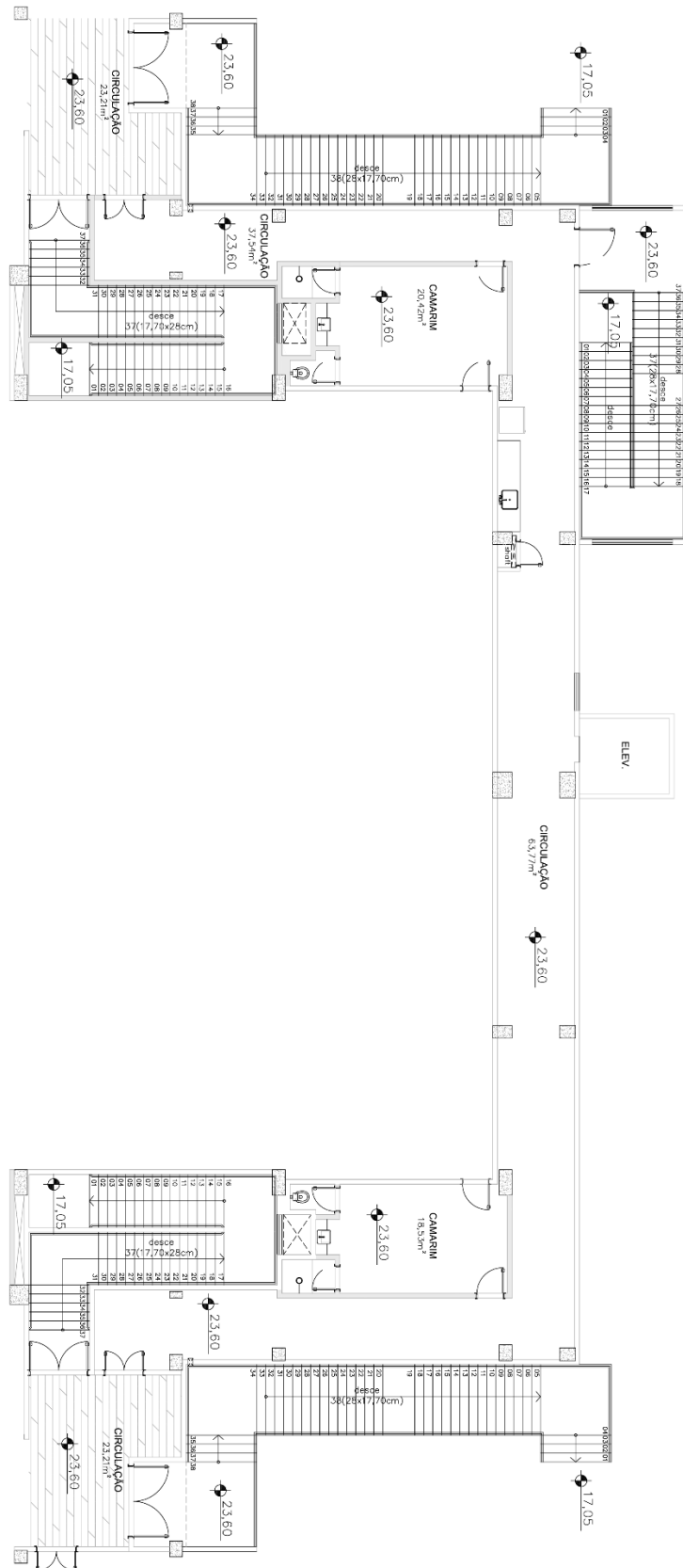
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 41 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 5 do 2º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

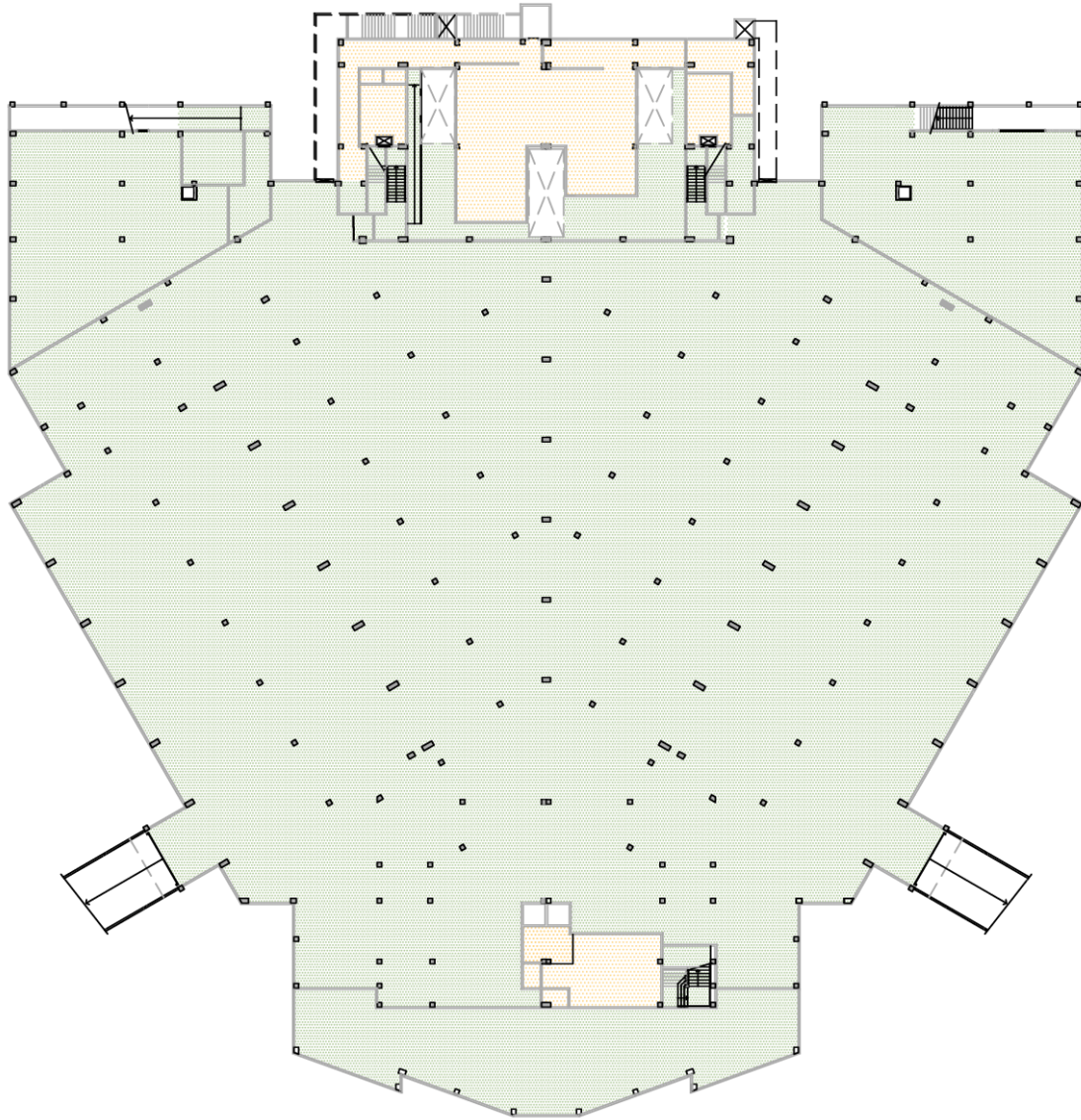
Figura 42 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa da Região 6 do 2º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017

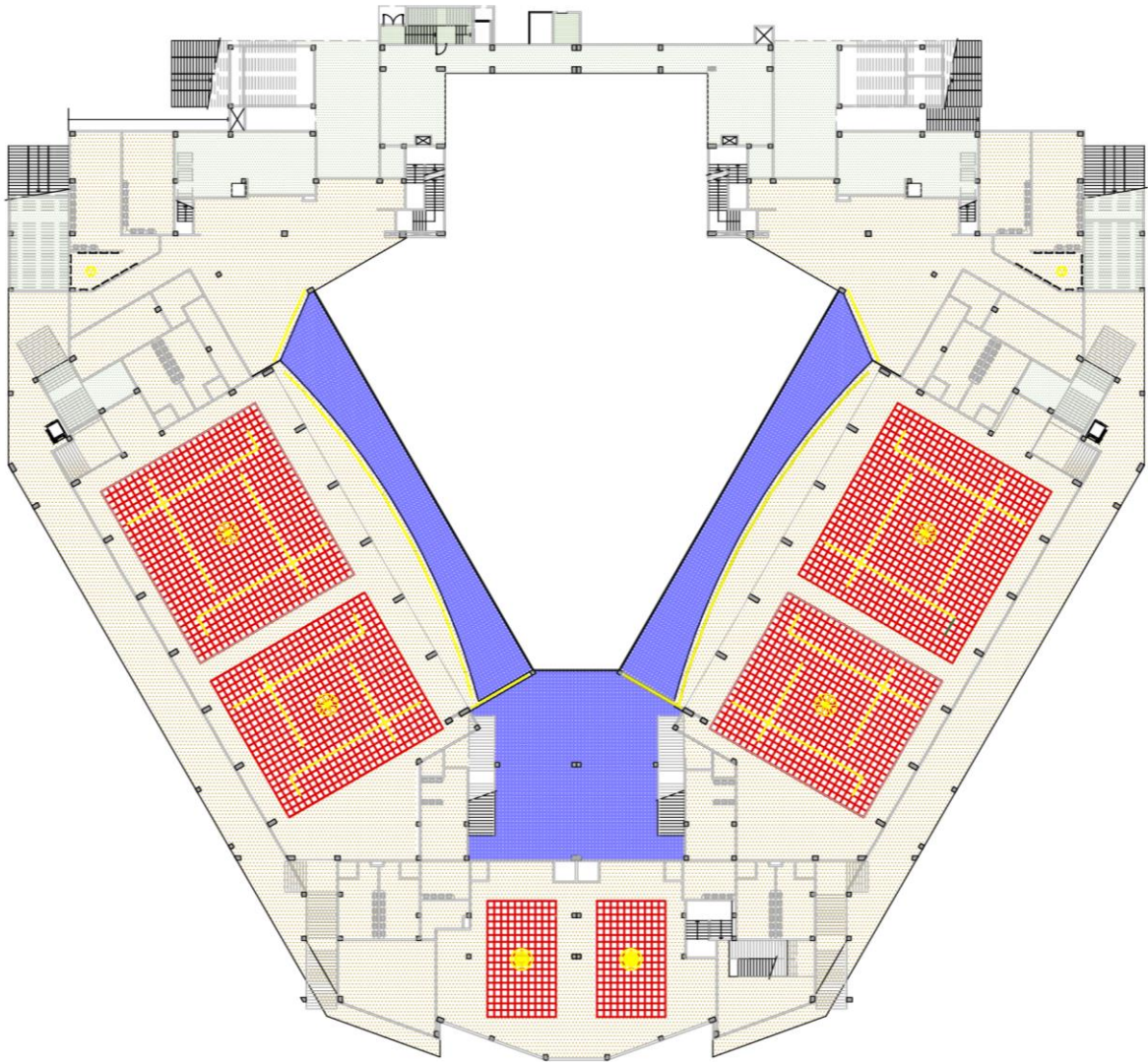
Nas imagens seguintes serão apresentadas as plantas de forro dos pavimentos Subsolo, Térreo, 1º Pavimento e 2º Pavimento, onde também estão representados, em amarelo, os lustres previstos pelo projeto arquitetônico. A figura 43 apresenta o projeto de forro para o Subsolo, que conta com forro de gesso, representado em bege, além de revestimento em pintura acrílica para as demais áreas, apresentado em verde. O projeto de forro para o Térreo, ilustrado na figura 44, possui boa parte de seu revestimento de teto em gesso. Na região das salas multiuso e no hall de entrada foi previsto um forro modular mineral de placas quadradas, representado em vermelho, para a área próxima à pista um forro modular metálico do tipo “colmeia”, representado em azul, e para as demais áreas foi prevista pintura acrílica. A planta do Térreo conta ainda com oito lustres, dois localizados no hall de entrada, quatro nas salas multiuso, um por sala, e dois nos banheiros femininos das regiões 4 e 5, um para cada banheiro. No 1º Pavimento, figura 45, o forro de gesso foi utilizado em boa parte da planta, dividindo espaço com o forro mineral modular na área das salas multiuso. Assim como no pavimento inferior, a planta apresenta quatro lustres nas regiões das salas multiuso, sendo um em cada sala, e dois lustres nos banheiros femininos, um por banheiro. Para o 2º Pavimento, figura 46, foi utilizado forro de gesso em boa parte das áreas cobertas e, na região 1 de sua planta, foram previstos três lustres sobre a área de projeção do restaurante do 1º Pavimento. A área em azul representa o forro de gesso duplo localizado na cobertura metálica do empreendimento. O pavimento ainda conta com iluminação em LED, representada na cor amarela, espalhada pelo forro.

Figura 43 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do Subsolo (sem escala)



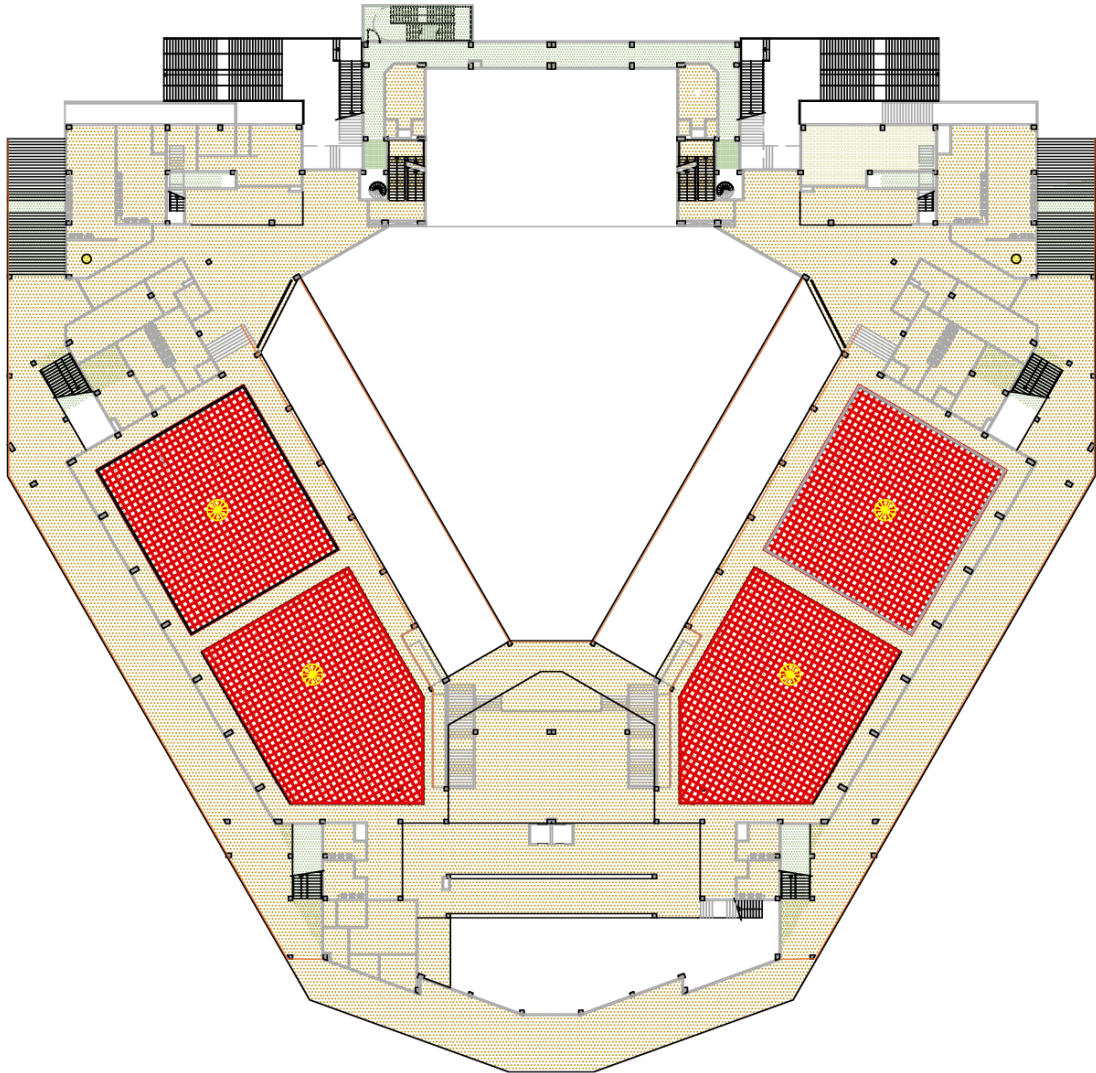
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 44 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do Térreo (sem escala)



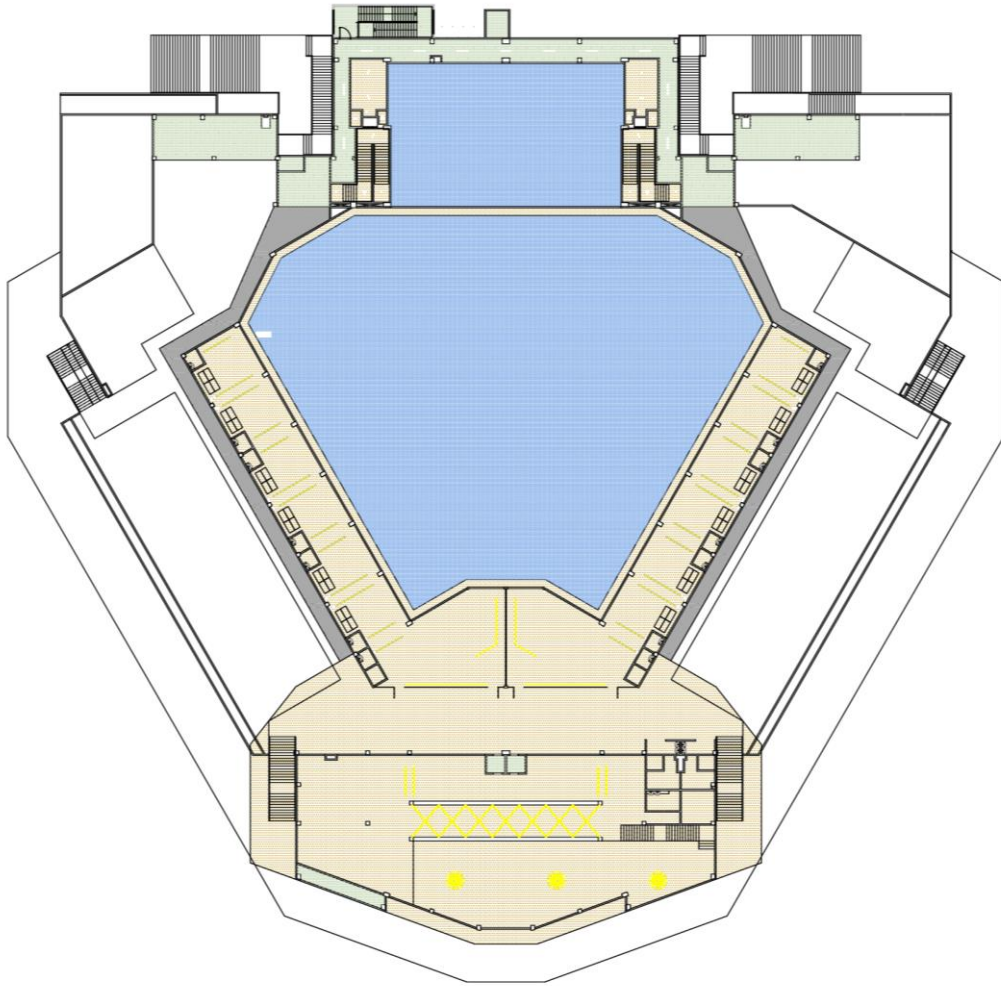
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 45 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do 1º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 46 - Projeto Arquitetônico: Planta Baixa de Forro do 2º Pavimento (sem escala)



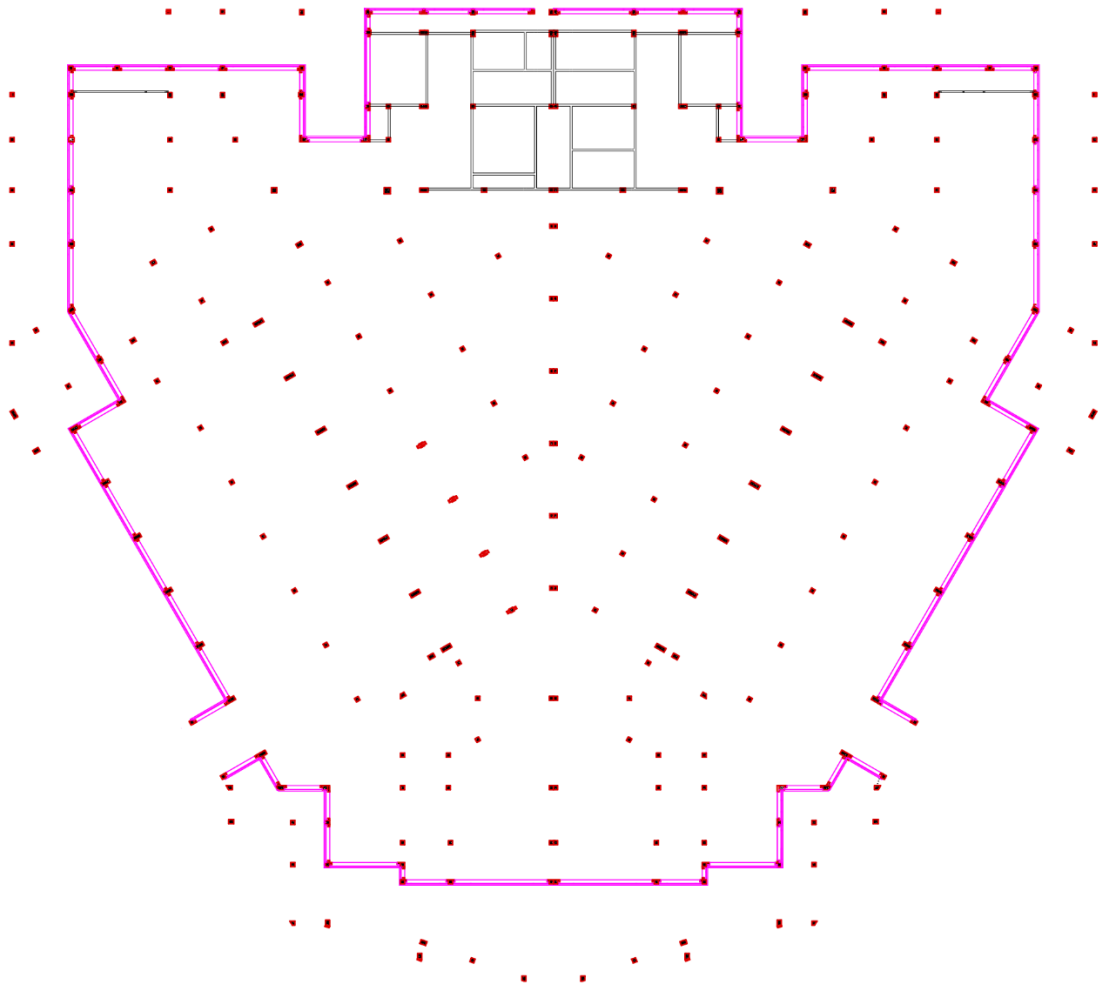
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

3.3 Caracterização do projeto estrutural

O projeto estrutural da Arena foi elaborado em concreto protendido pré-fabricado, abrangendo pilares, vigas, lajes, placas de fechamento e escadas. As placas de laje utilizadas nos pavimentos, com exceção do piso do Subsolo, são do tipo alveolar, que ajuda a reduzir o peso próprio da estrutura, e sua regularização será feita através de um capeamento de concreto armado com espessuras de 5 a 7 cm. As lajes pré-moldadas possuem 2 espessuras diferentes, 16 cm e 21 cm, e largura de placa de 1,5 m, variando em alguns pontos conforme a necessidade do projeto. Para o piso do Subsolo está previsto um acabamento em blocos intertravados de concreto para pavimentação (paver). Todos os elementos de projeto estão em concordância com as normas reguladoras.

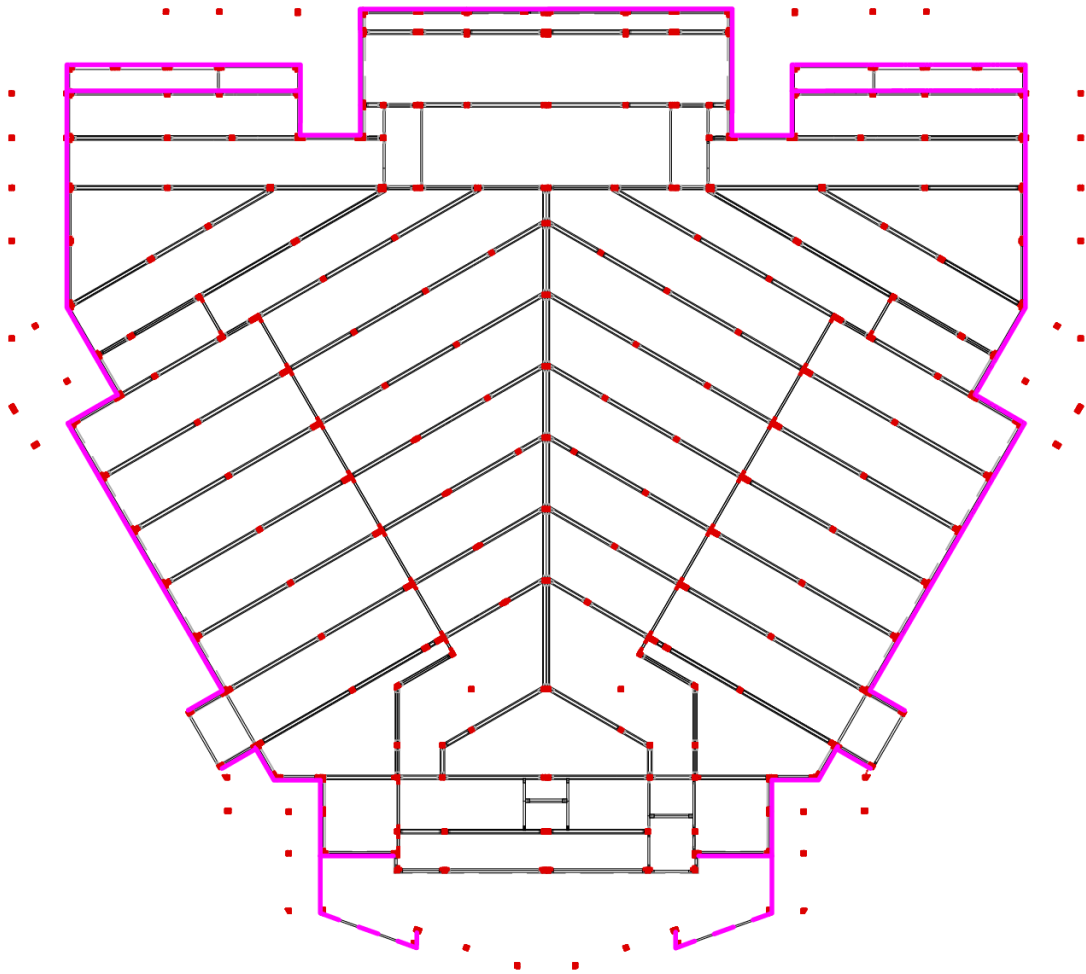
As imagens seguintes apresentam as plantas baixas dos níveis Subsolo, Térreo, 1º Pavimento, 2º Pavimento e Cobertura do 2º Pavimento do projeto estrutural do empreendimento. O projeto foi dividido em planta baixa de piso e planta baixa de teto. Para a compatibilização foi utilizada somente a planta de estrutura de teto dos pavimentos, onde os elementos foram diferenciados por cores para facilitar sua identificação. Os pilares do pavimento aparecem em vermelho, as vigas do teto aparecem em preto e as placas de concreto pré-fabricadas em foram identificadas em roxo.

Figura 47 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do Subsolo (sem escala)



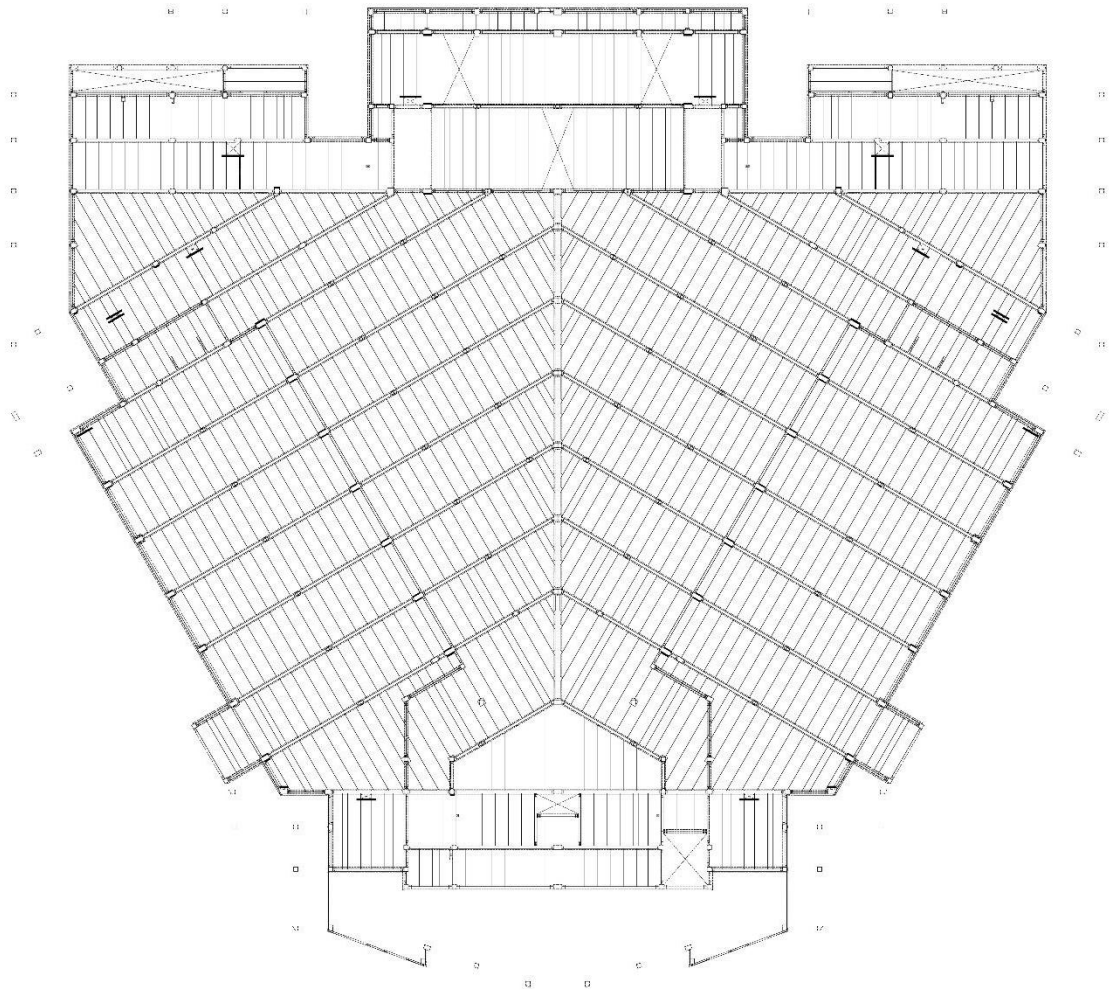
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 48 - Projeto de Estruturas: Planta do Teto do Subsolo (sem escala)



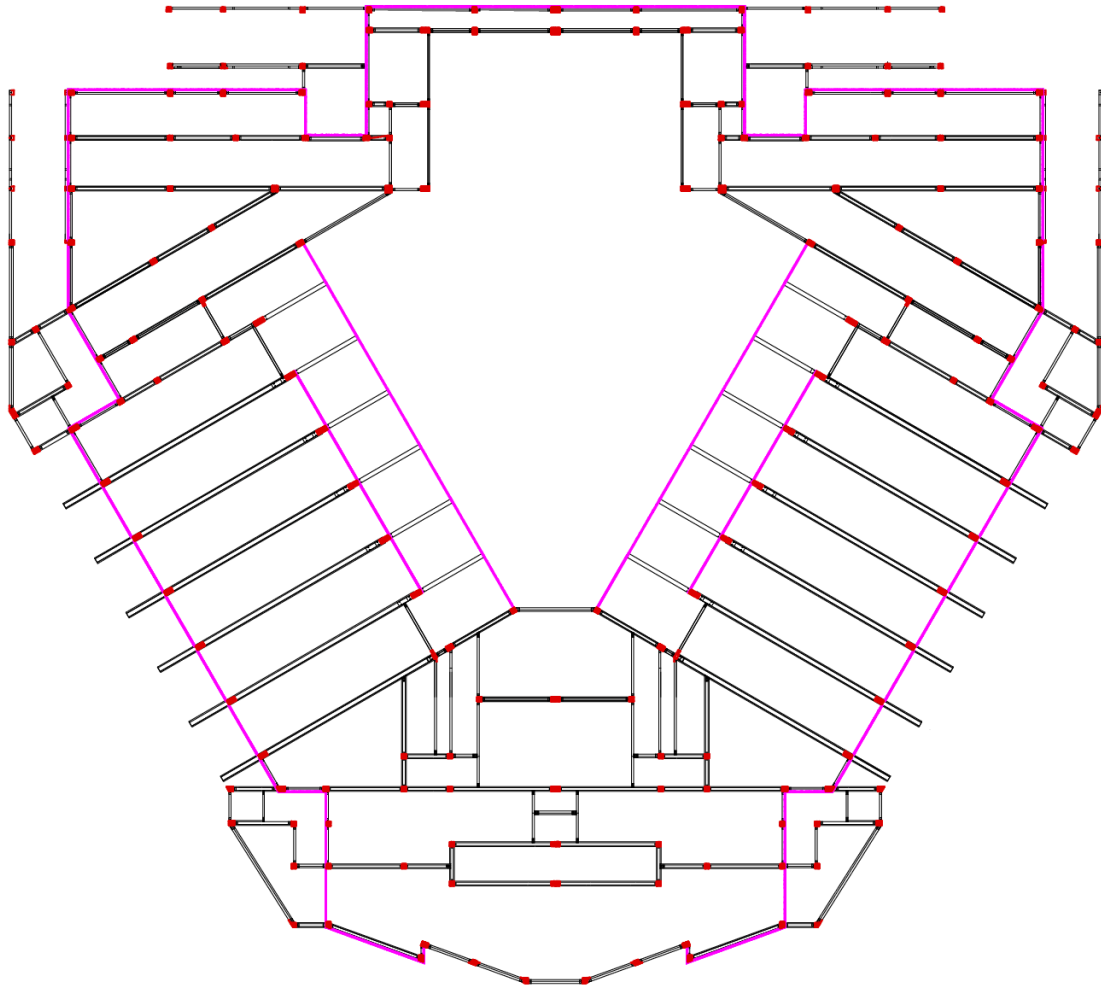
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016

Figura 49 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do Térreo (sem escala)



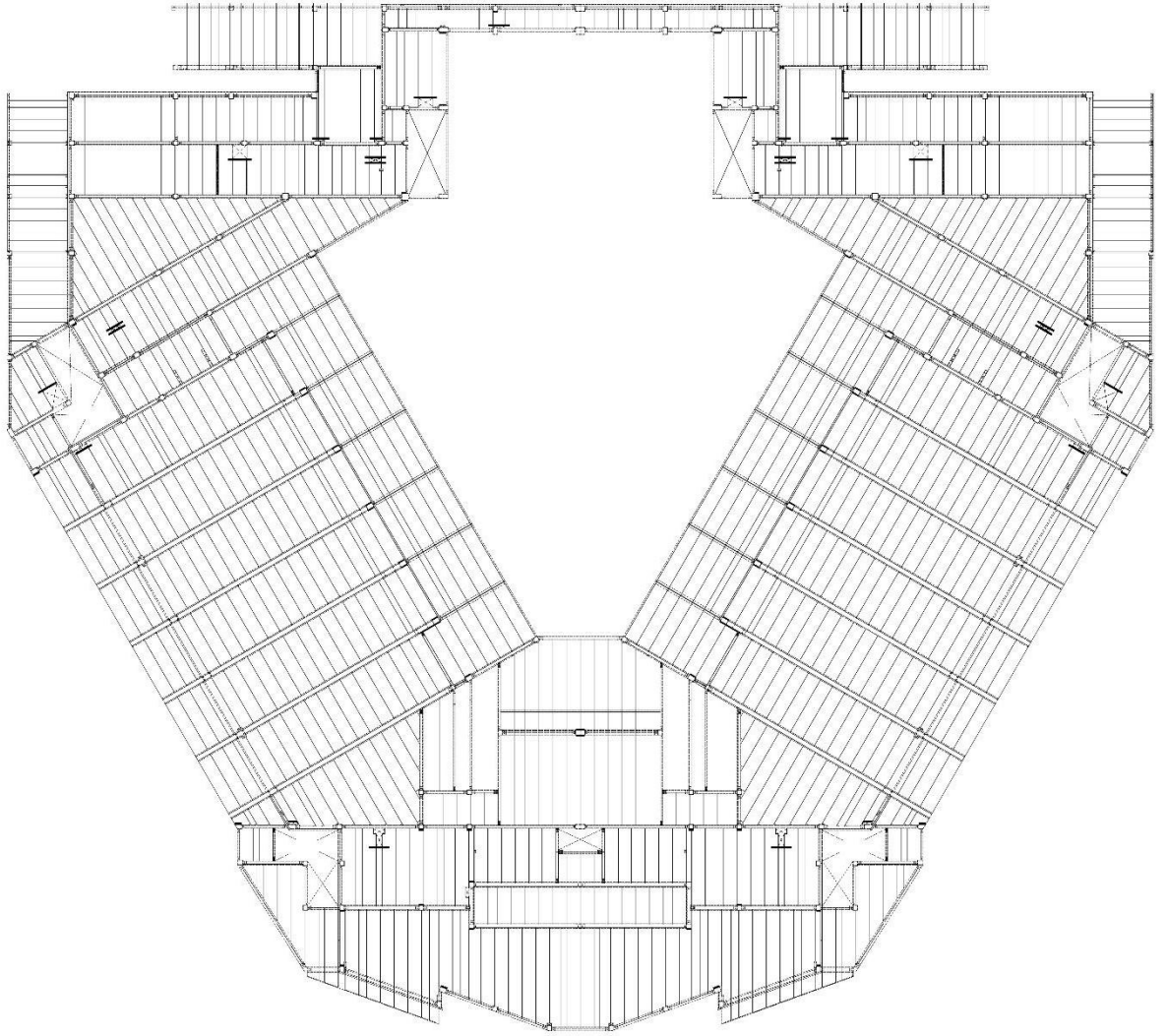
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 50 - Projeto de Estruturas: Planta de Teto do Térreo (sem escala)



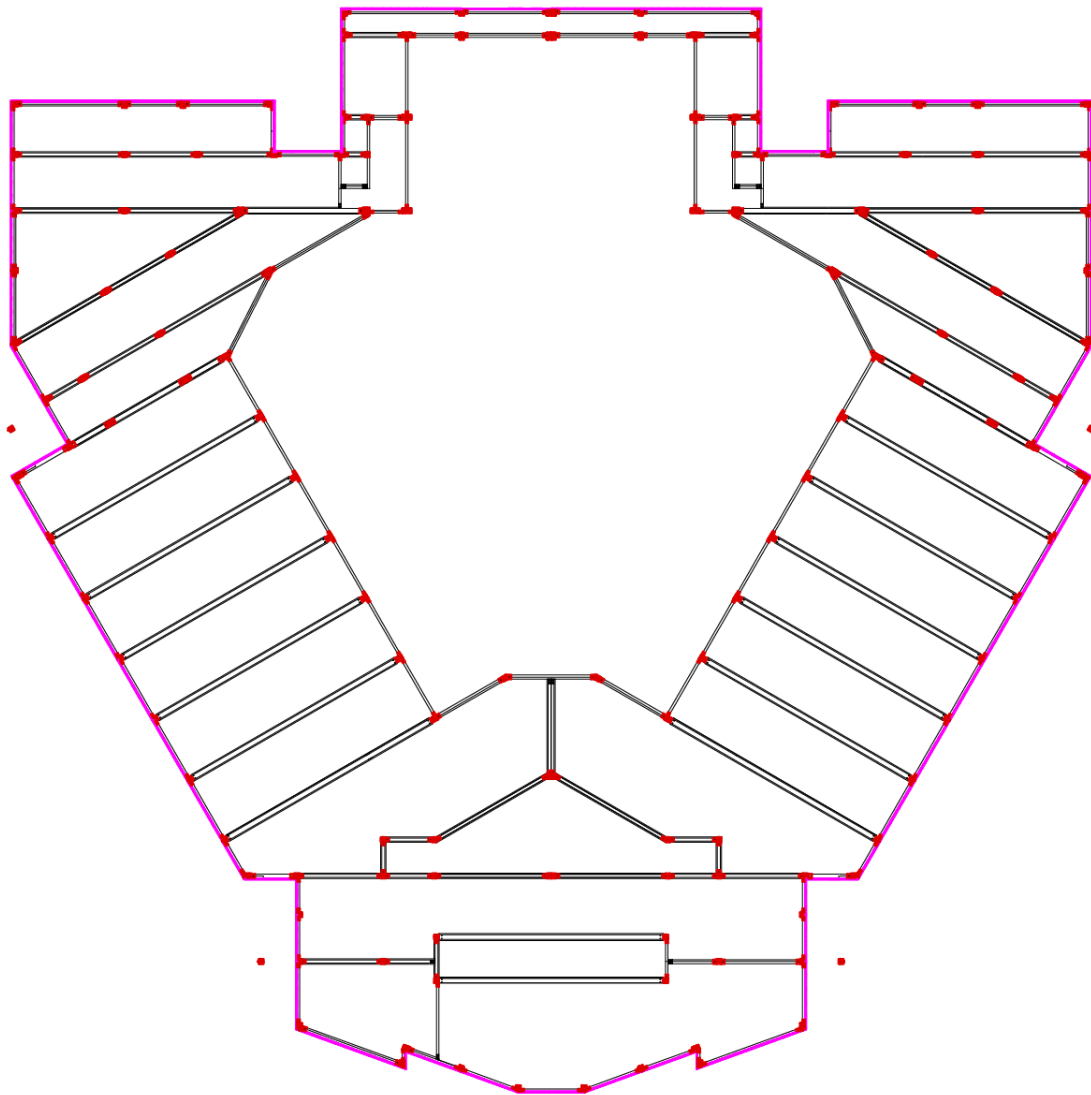
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 51 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala)



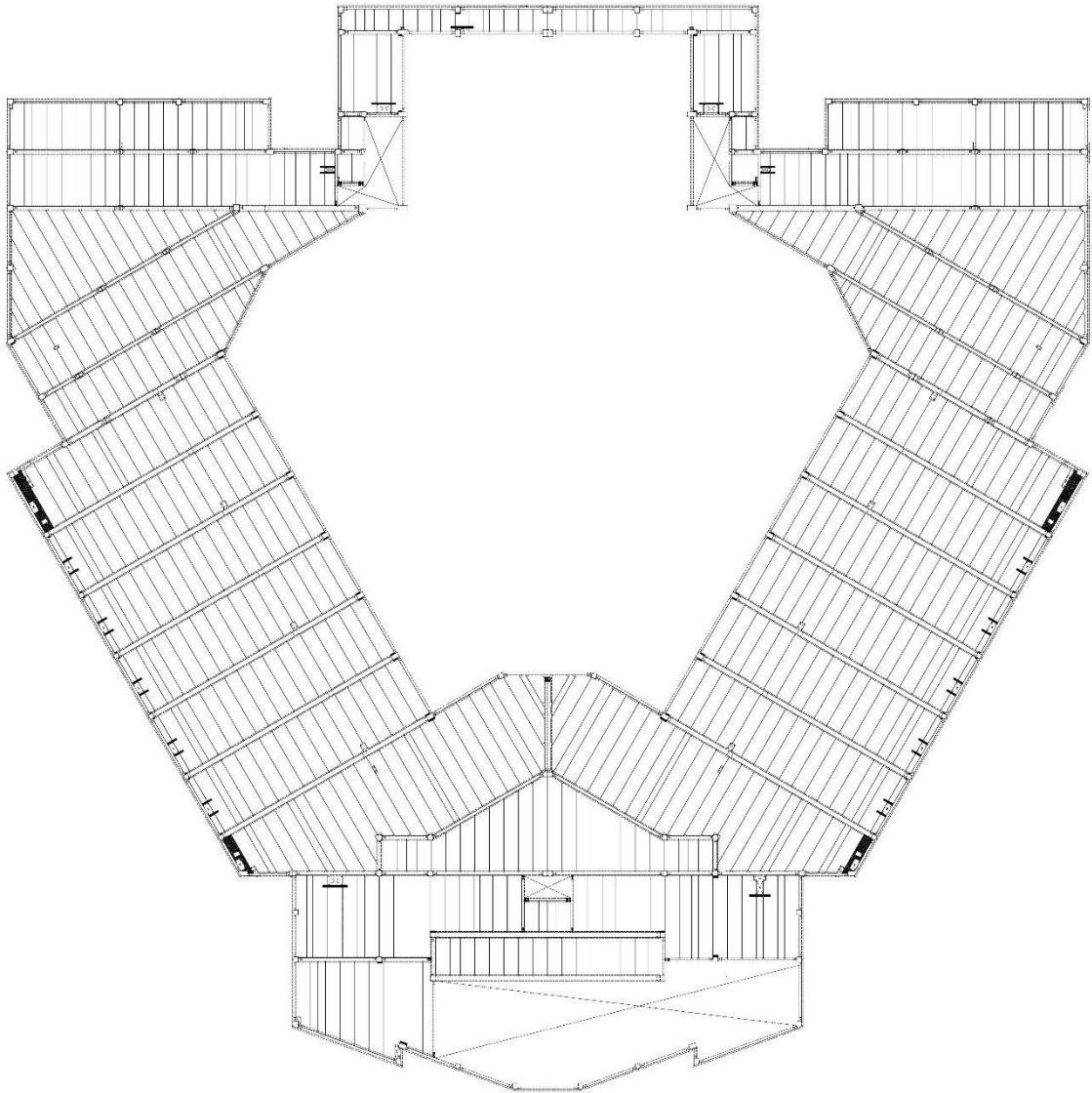
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 52 - Projeto de Estruturas: Planta de Teto do 1º Pavimento (sem escala)

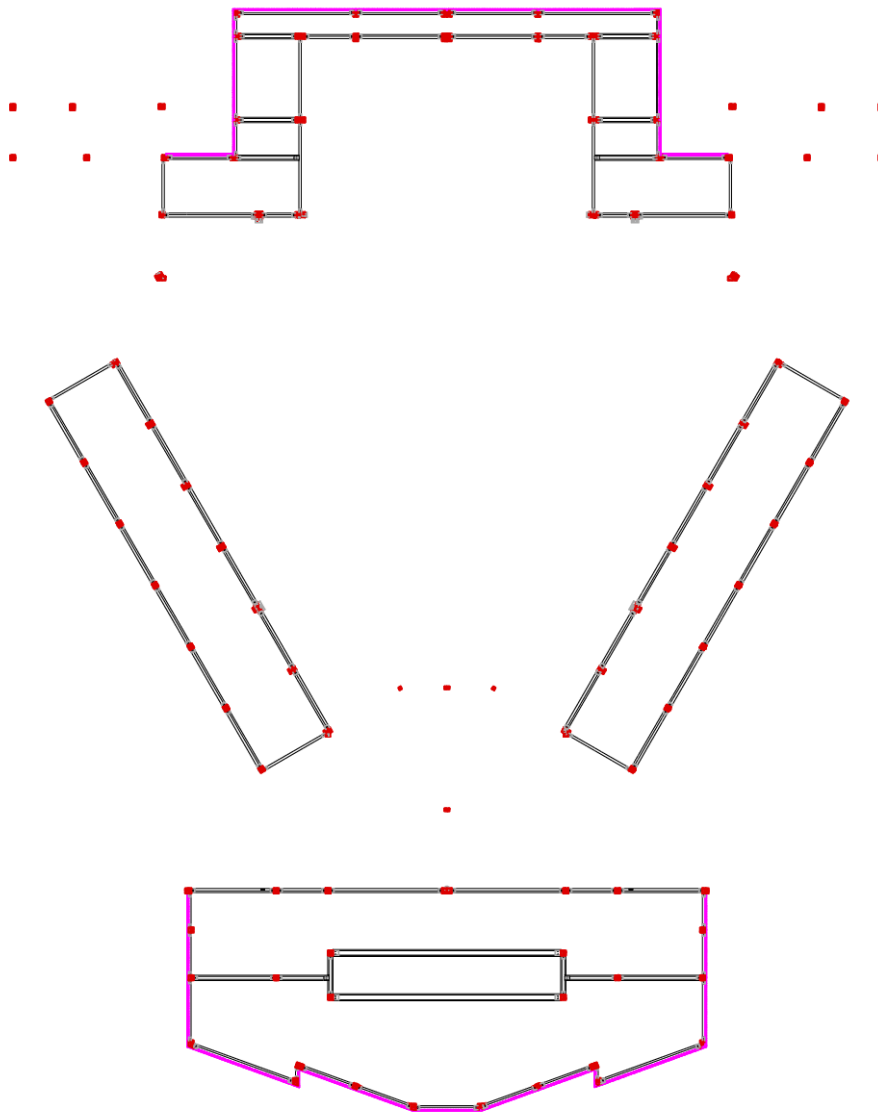


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 53 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala)

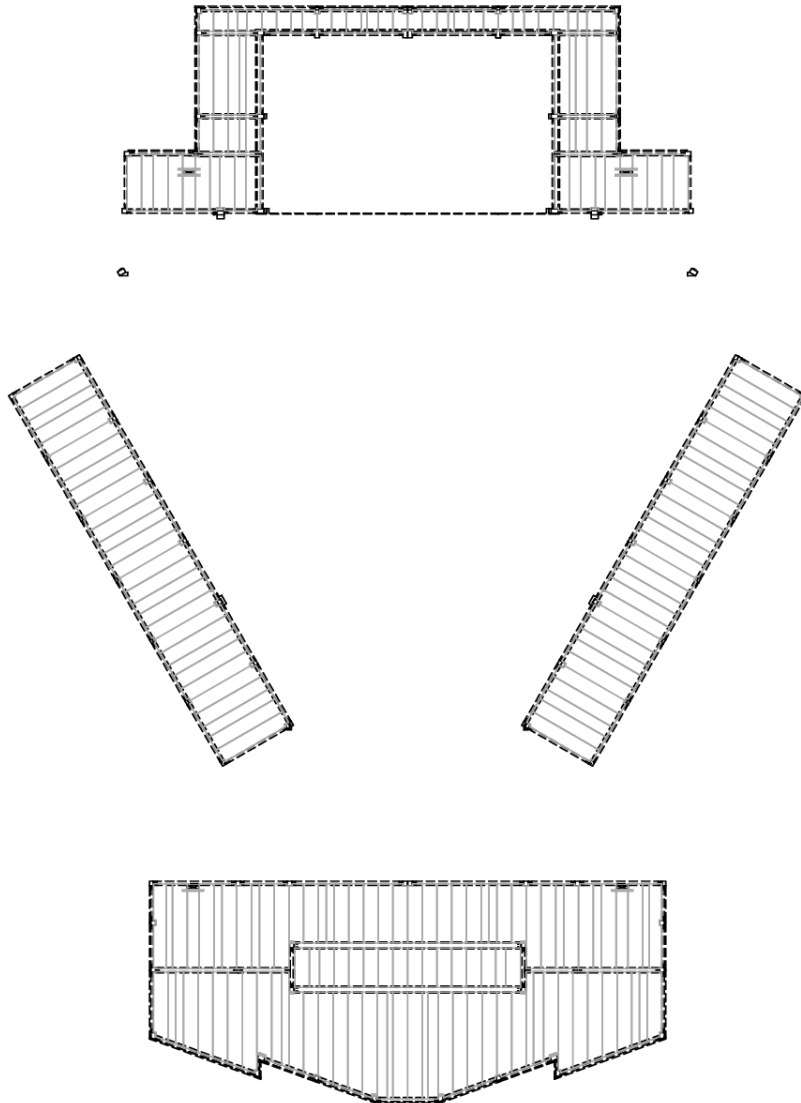


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 54 - Projeto de Estruturas: Planta de Teto do 2º Pavimento (sem escala)

Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

Figura 55 - Projeto de Estruturas: Planta Baixa da Cobertura do 2º Pavimento (sem escala)



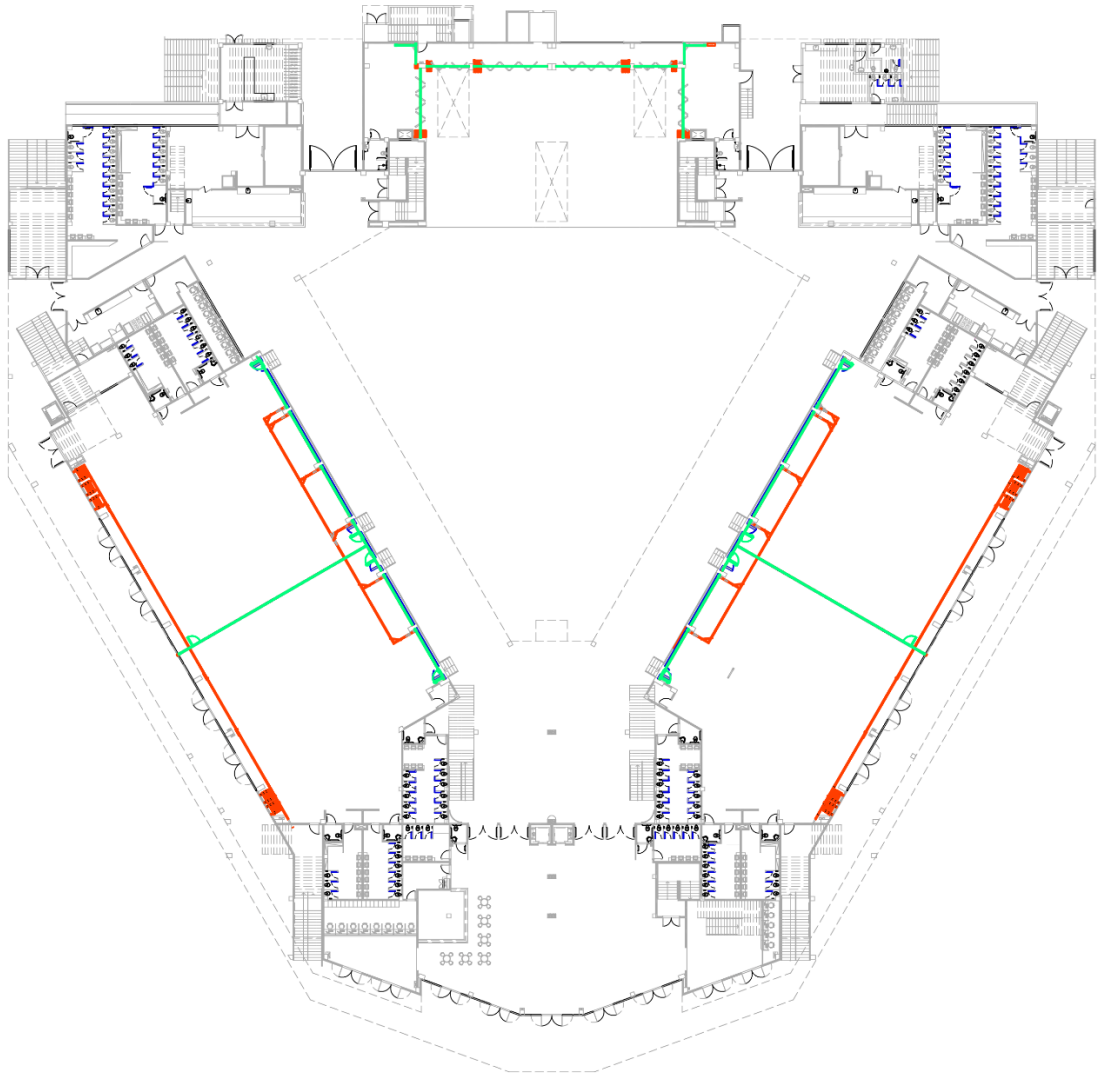
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2016.

3.4 Caracterização do projeto de paredes móveis

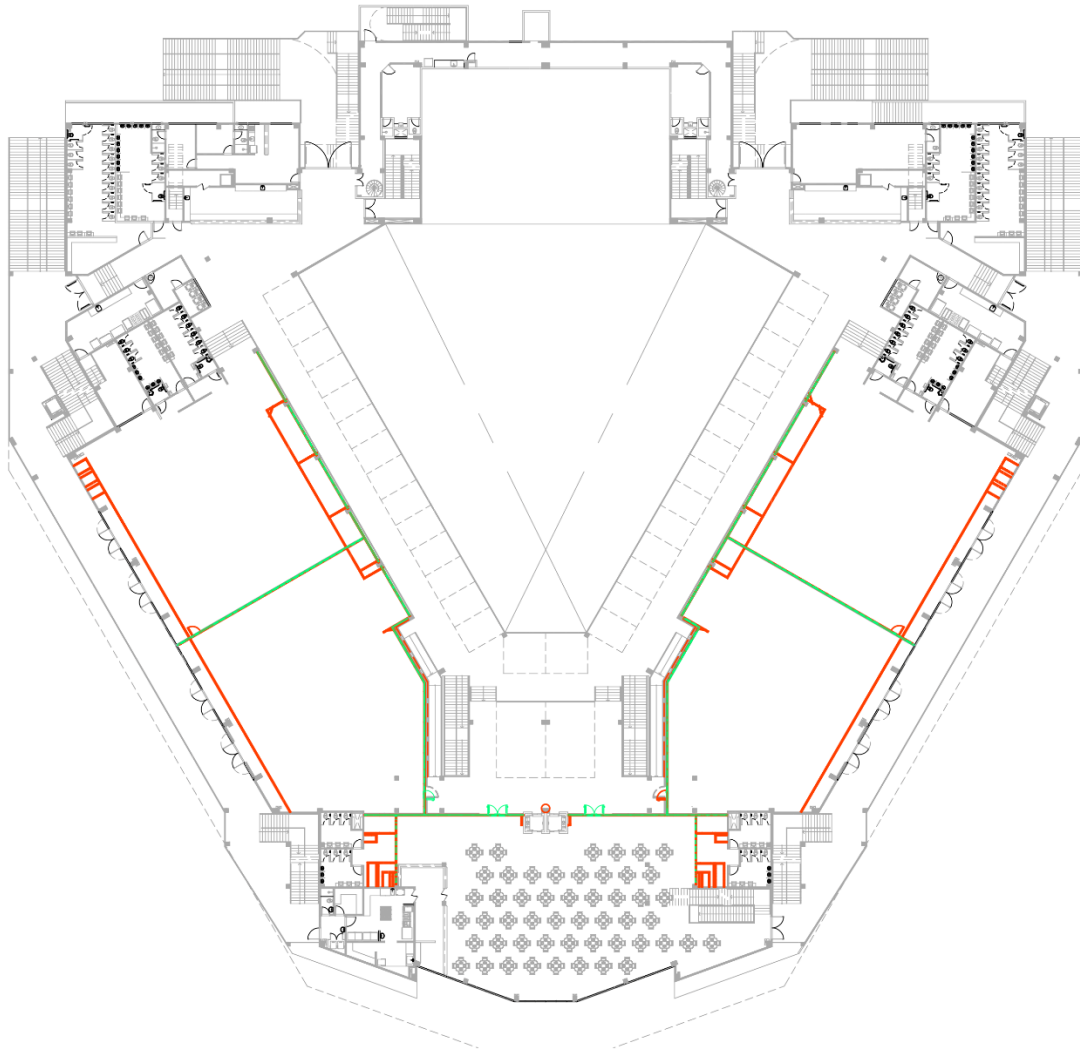
O projeto de paredes móveis foi desenvolvido para o Térreo, ilustrado na figura 56, para o 1º Pavimento, figura 57, e para o 2º Pavimento, figura 58, tendo seu esquema de cores alterado para facilitar a interpretação. As placas de divisória foram representadas na cor azul claro, em suas posições de fechamento, enquanto o sistema de trilhos e as posições de estocagem das placas foram representados em laranja. Os painéis das divisórias são todos isolantes acústicos, resistentes ao fogo e possuem um acabamento em material vinílico.

O pavimento Térreo conta com paredes móveis nas salas multiuso, permitindo que sejam utilizadas independentemente, e na região do palco, realizando o fechamento da área de backstage. No 1º Pavimento os fechamentos são feitos nas áreas das salas multiuso, assim como no Térreo, e na região do restaurante. Para o nível superior, 2º Pavimento, as divisórias foram utilizadas para a separação das áreas de camarote.

Figura 56 - Projeto de Paredes Móveis: Planta Baixa do Térreo (sem escala)

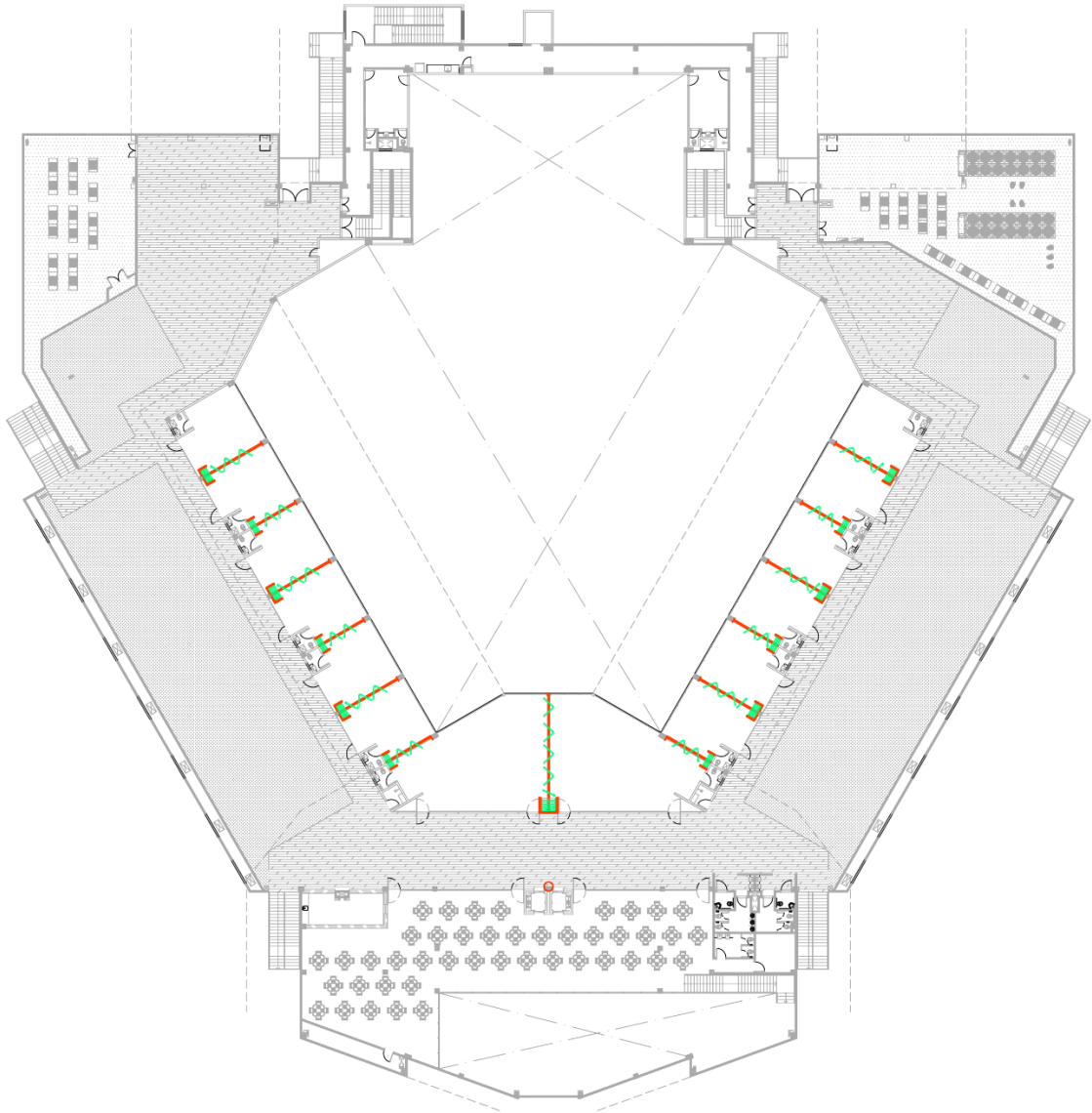


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 57 - Projeto de Paredes Móveis: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala)

Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 58 - Projeto de Paredes Móveis: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018

3.5 Caracterização do projeto de climatização

O Projeto de Climatização está dividido em dois sistemas, um responsável pela parte da refrigeração, representado em azul, e o outro responsável pela exaustão, representado em verde. O sistema de refrigeração é composto de unidades condensadoras, localizadas no 2º Pavimento, e unidades evaporadoras, que são responsáveis pela difusão do ar refrigerado pelos condensadores ao longo de toda a arena. Estão representados em azul escuro os aparelhos de ar condicionado, dutos, difusores, condensadores, chillers e fancoils. Também em azul escuro foi

representada a rede frigorígena do sistema VRF, que abastece as unidades evaporadas em todos os pavimentos.

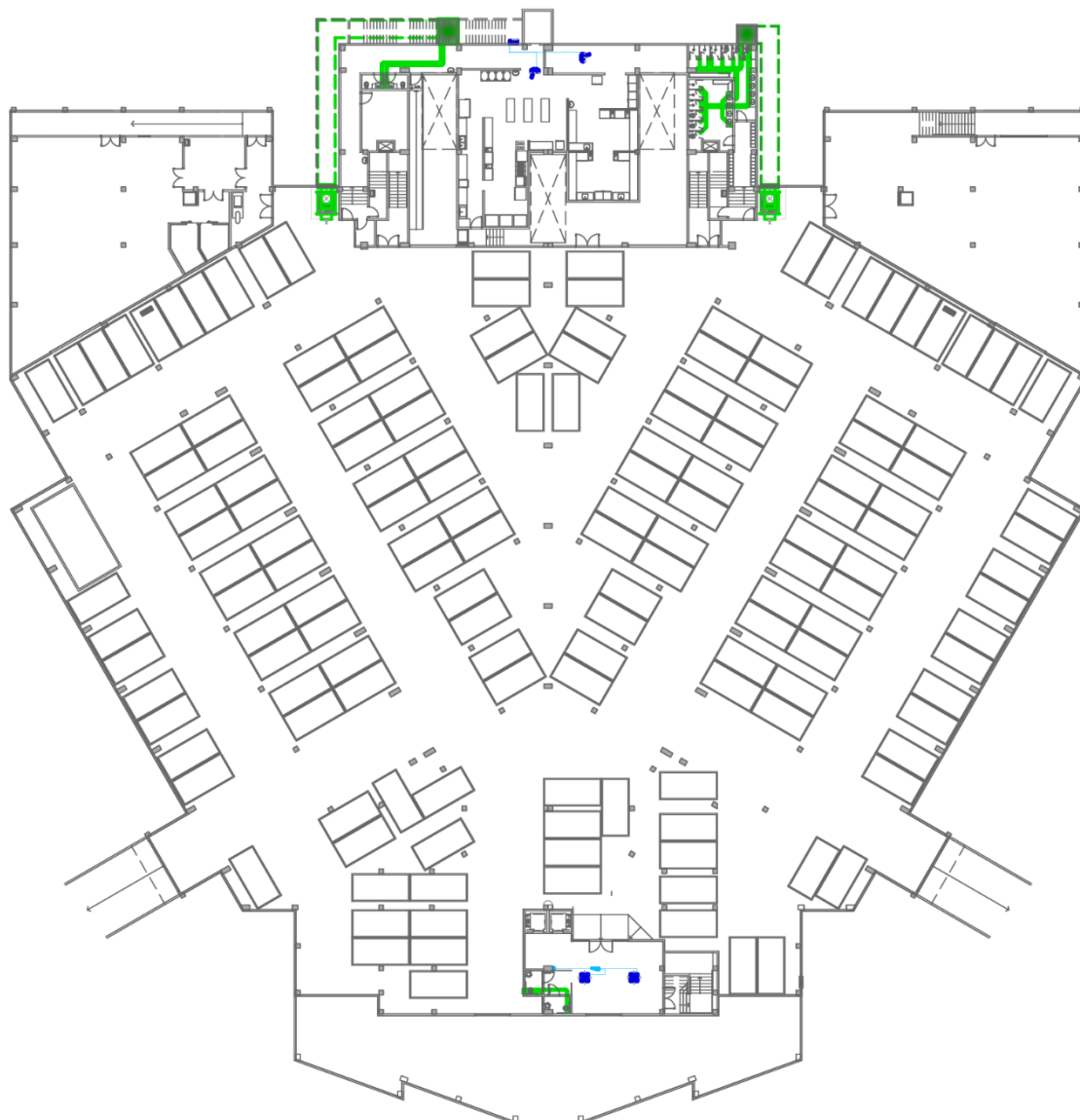
Na planta do subsolo, figura 59, o sistema de climatização apresenta dois cassetes de ar condicionado no hall de entrada, localizado na Região 1. Nos pavimentos seguintes, tanto no Térreo, figura 60, como o 1º Pavimento, figura 61, a maior parte da área de cobertura de refrigeração foi feita por unidades evaporadoras do tipo cassetes de 4 vias, localizadas no teto, e em áreas menores foram utilizadas evaporadoras de parede do tipo “high-wall”. O 1º Pavimento possui ainda dois outros tipos de refrigeração, uma para a área da pista e outra para a área do restaurante, localizada na região 1 do 1º Pavimento. A climatização do restaurante é composta por dois dutos, embutidos no forro de gesso, que são abastecidos pelas unidades condensadoras do pavimento superior. A distribuição do ar refrigerado é feita através de difusores de insuflamento, de formato quadrado, ligados por flexíveis à rede. Para a área da pista do Térreo foram previstos aparelhos do tipo “fancoil”, representados na figura 62, instalados acima do forro do 1º Pavimento nas regiões das salas multiuso, e suas aberturas para difusão e admissão de ar foram posicionadas entre o 1º Pavimento e o 2º Pavimento, voltadas para o vão central da arena. As unidades condensadoras dos fancoils também se encontram no pavimento superior, na área técnica para os aparelhos de climatização, região 5 do 2º Pavimento.

O 2º Pavimento, ilustrado na figura 63, recebeu aparelhos de ar condicionado do tipo cassete e do tipo high-wall, ambos sendo unidades evaporadoras. Para a área do mezanino, representada na região 1 do Projeto Arquitetônico do 2º Pavimento, será feita uma climatização semelhante com a do restaurante do 1º Pavimento, utilizando dutos e difusores de insuflamento embutidos no forro de gesso. Nas regiões 4 e 5 estão instaladas as unidades condensadoras do sistema VRF, que abastecem os aparelhos do Térreo e do 1º Pavimento, assim como os “chillers”, que fazem parte do sistema de fancoils da arena.

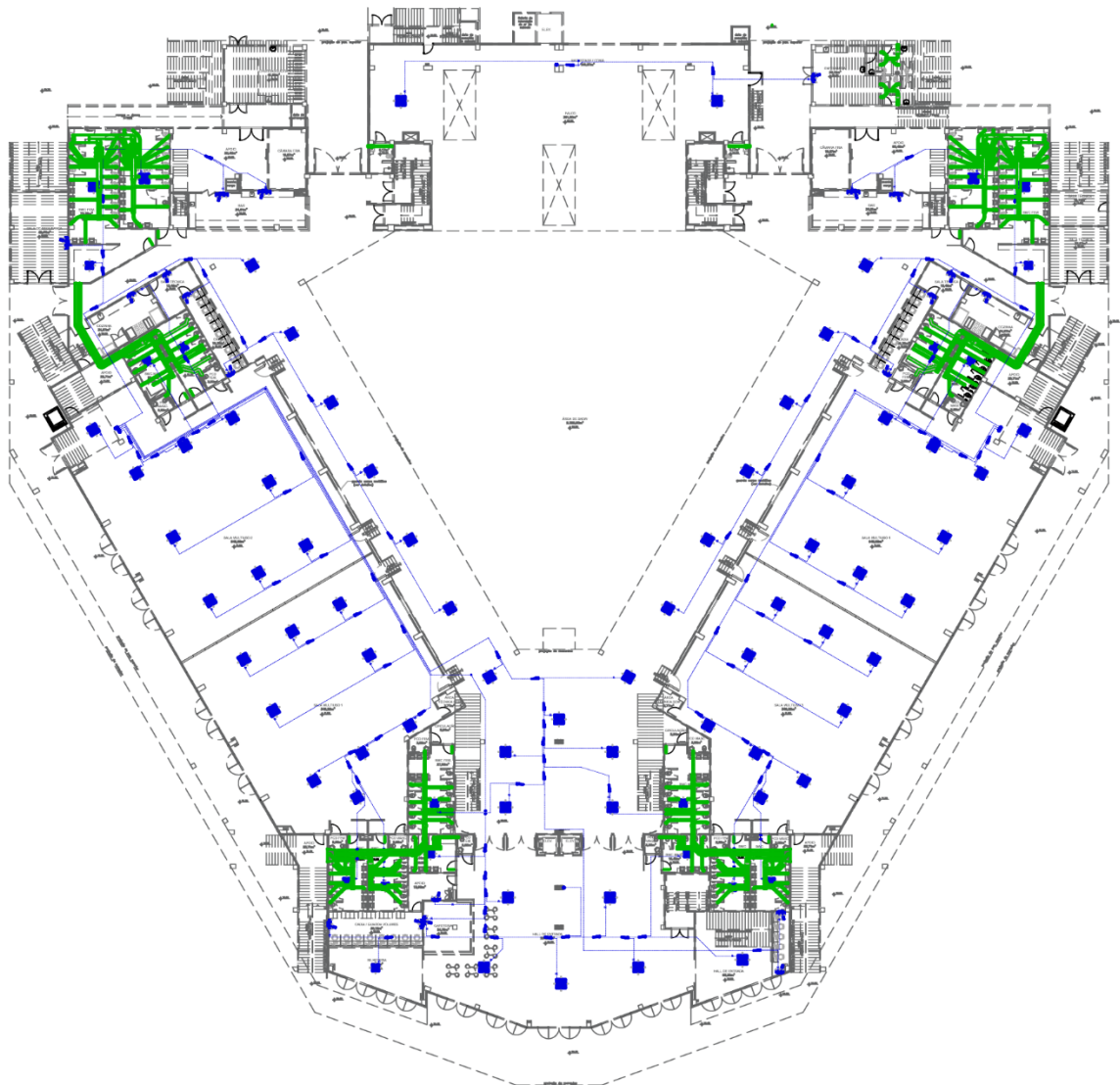
O projeto de exaustão, representado em verde, contempla todos os banheiros, de todos os pavimentos. Seu sistema envolve difusores de exaustão ligados por flexíveis, dutos metálicos de ar, ventiladores do tipo helicocentrífugo e grelhas de descarga de ar. Para a exaustão da garagem do Subsolo, figura 59, temos dois dutos de concreto armado com ventiladores do tipo siroco que descarregam o ar aspirado para fora do edifício.

A seguir estão representadas as plantas dos quatro pavimentos em estudo, com os sistemas de refrigeração e exaustão diferenciados por cores para facilitar a interpretação.

Figura 59 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do Subsolo (sem escala)

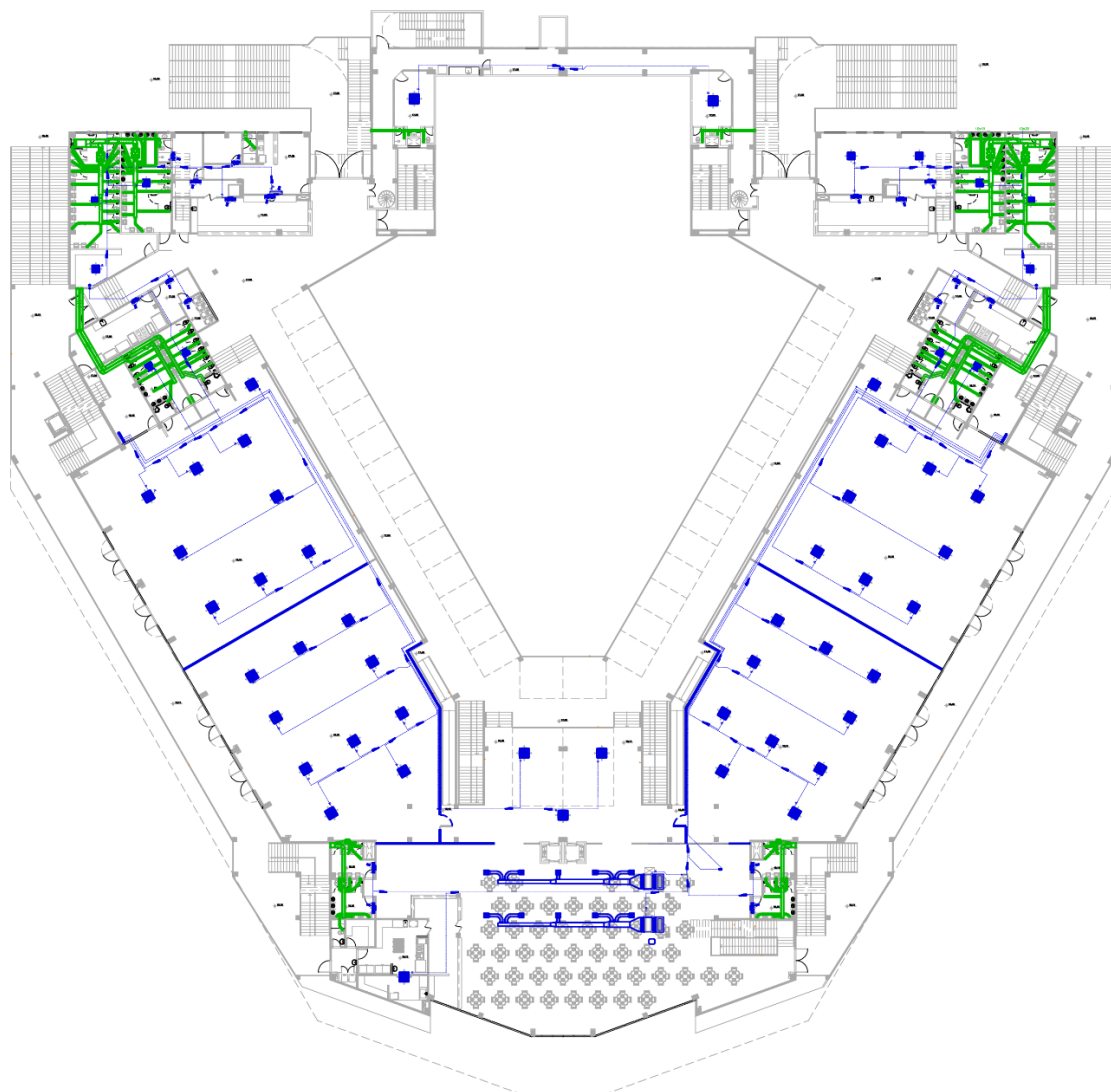


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

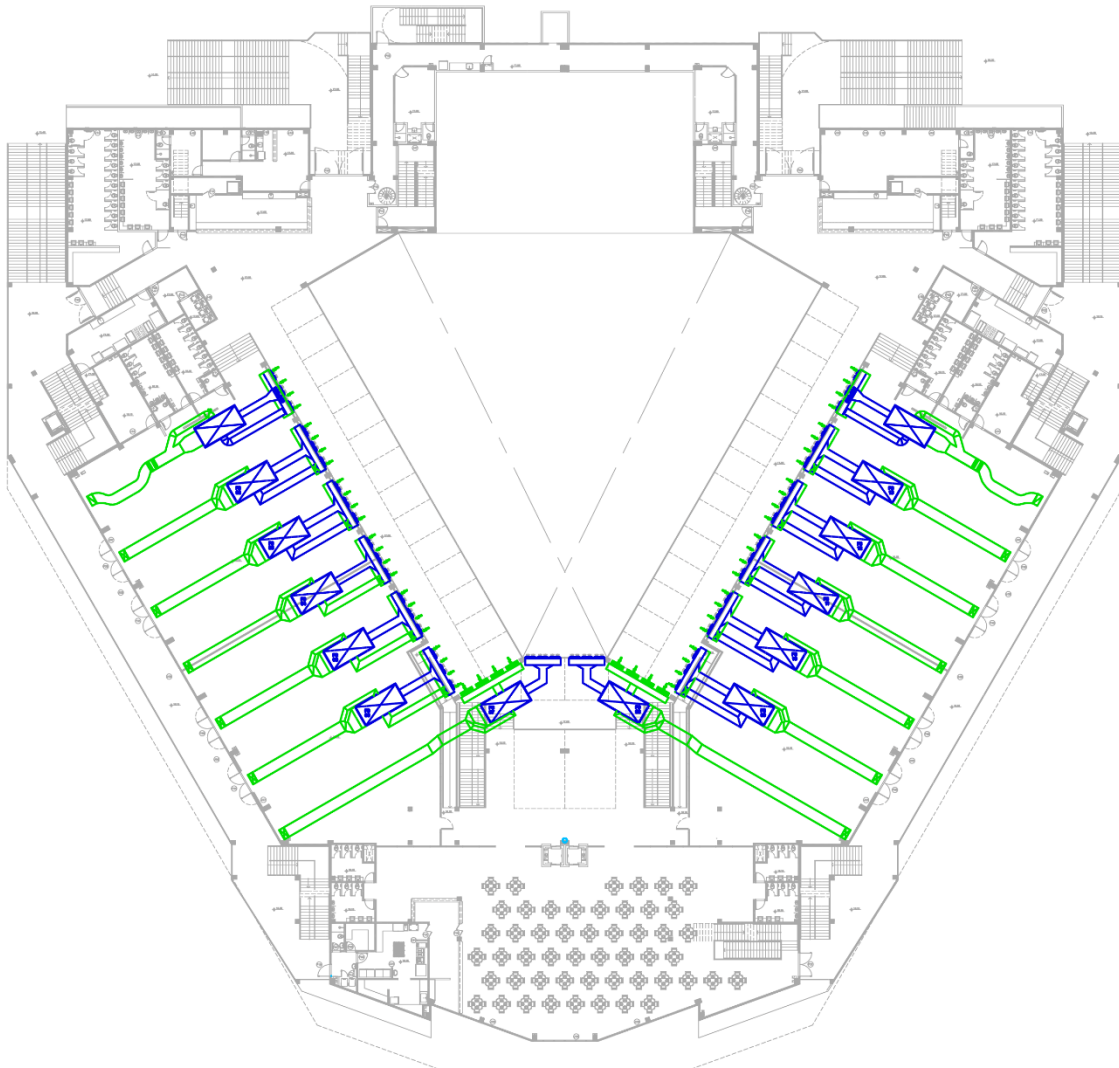
Figura 60 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do T erreo (sem escala)

Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 61 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do 1º Pavimento (sem escala)

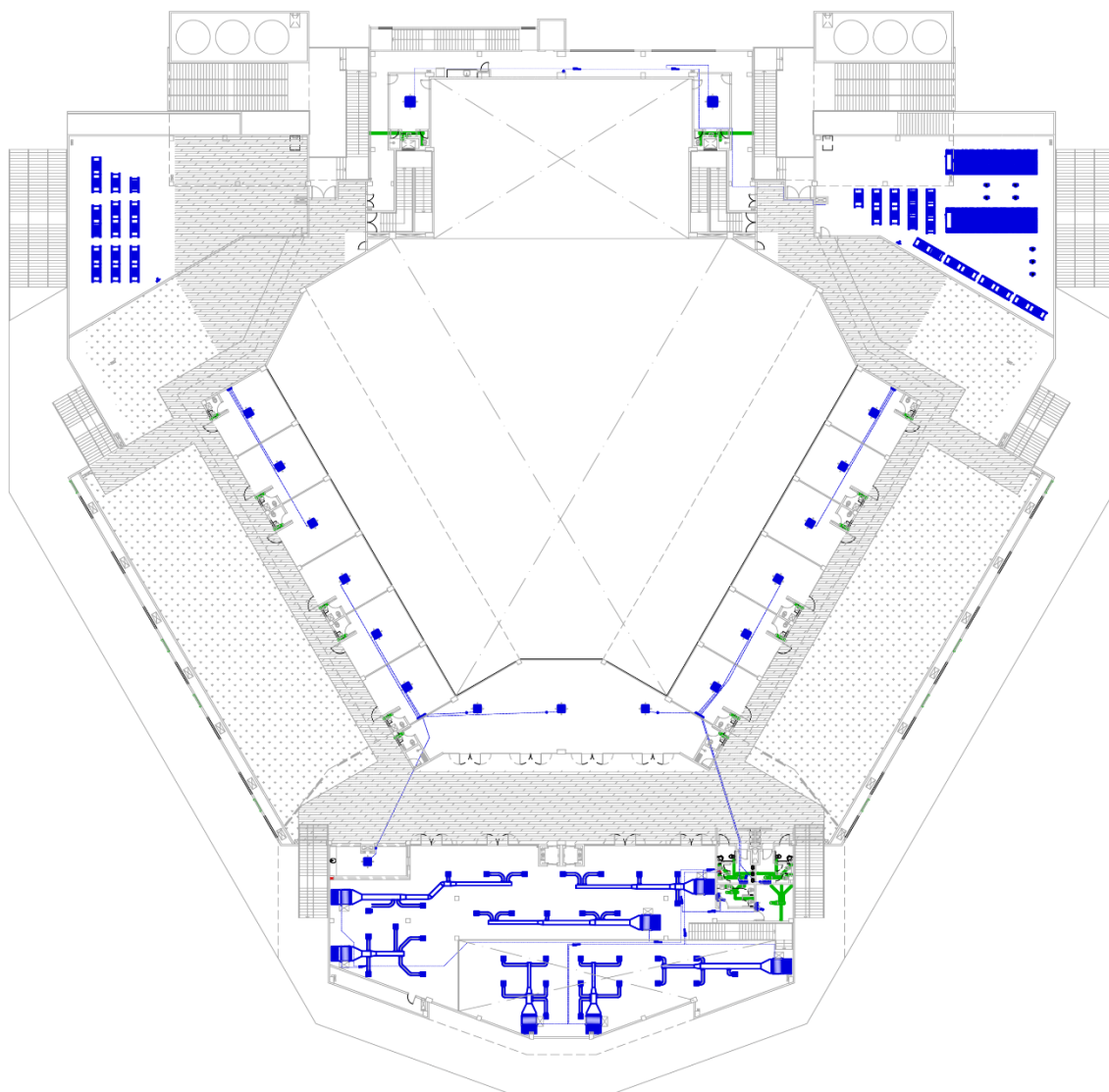


Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 62 - Projeto de Climatização: Planta Baixa dos Fancoils do 1º Pavimento (sem escala)

Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

Figura 63 - Projeto de Climatização: Planta Baixa do 2º Pavimento (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2017.

3.6 Verificação das incompatibilidades

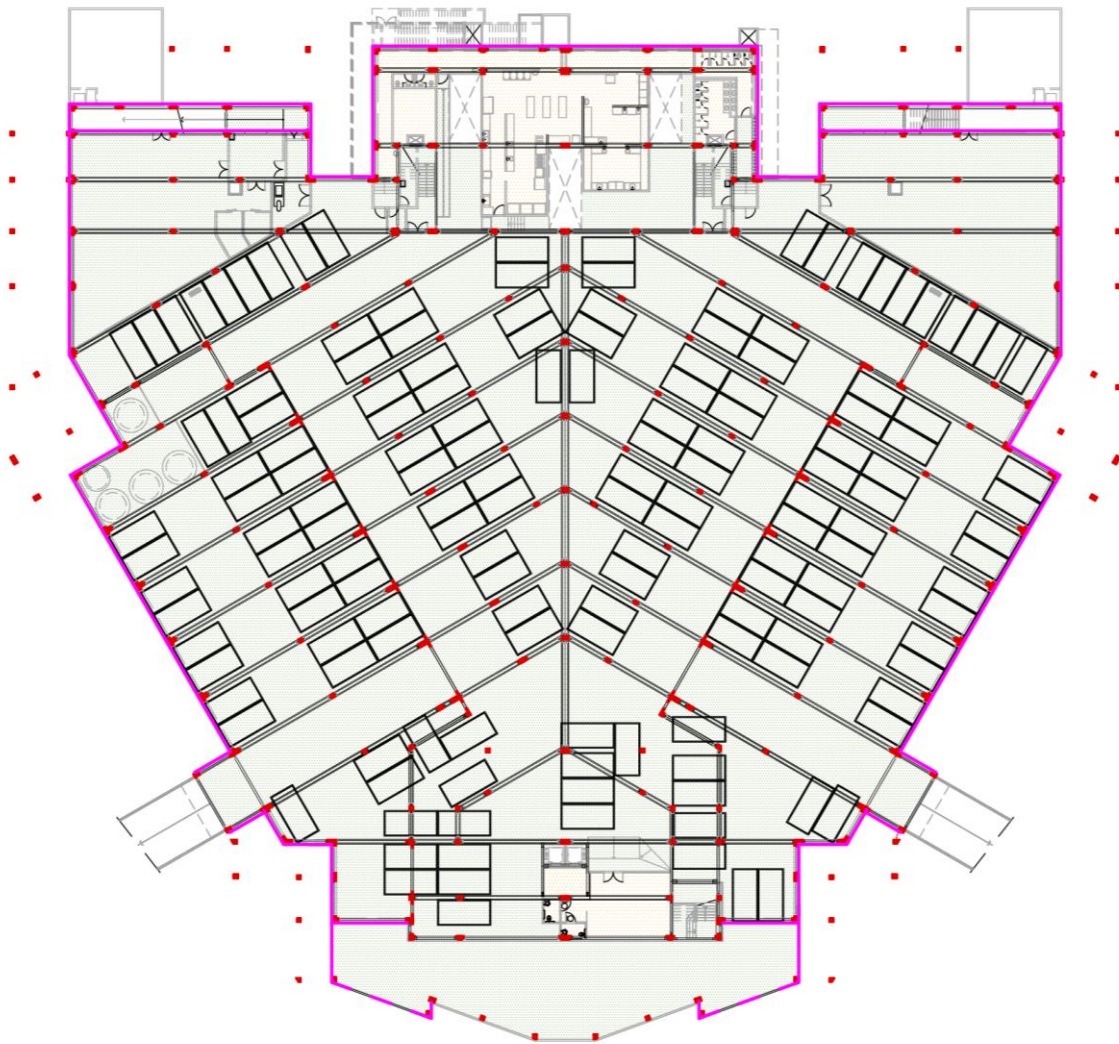
Nesta etapa serão analisados os projetos de arquitetura, estrutura, paredes móveis e climatização. Através do software AutoCAD foi possível realizar as sobreposições 2D dos diferentes desenhos e apontar as incompatibilidades encontradas entre eles. Foi retirado o excesso de informação das plantas, suas escalas foram ajustadas e seus desenhos alinhados através de um ponto comum.

3.6.1 Análise entre os projetos arquitetônico e estrutural

Para a verificação dos conflitos foram utilizadas as plantas de todos os pavimentos dos projetos arquitetônico, que também inclui a planta baixa de forro, e estrutural. Com os projetos alinhados e as escalas equalizados foi possível analisar os possíveis conflitos ou divergências entre os sistemas. Para melhorar a visualização, as plantas serão verificadas pelas regiões apresentadas anteriormente de cada pavimento.

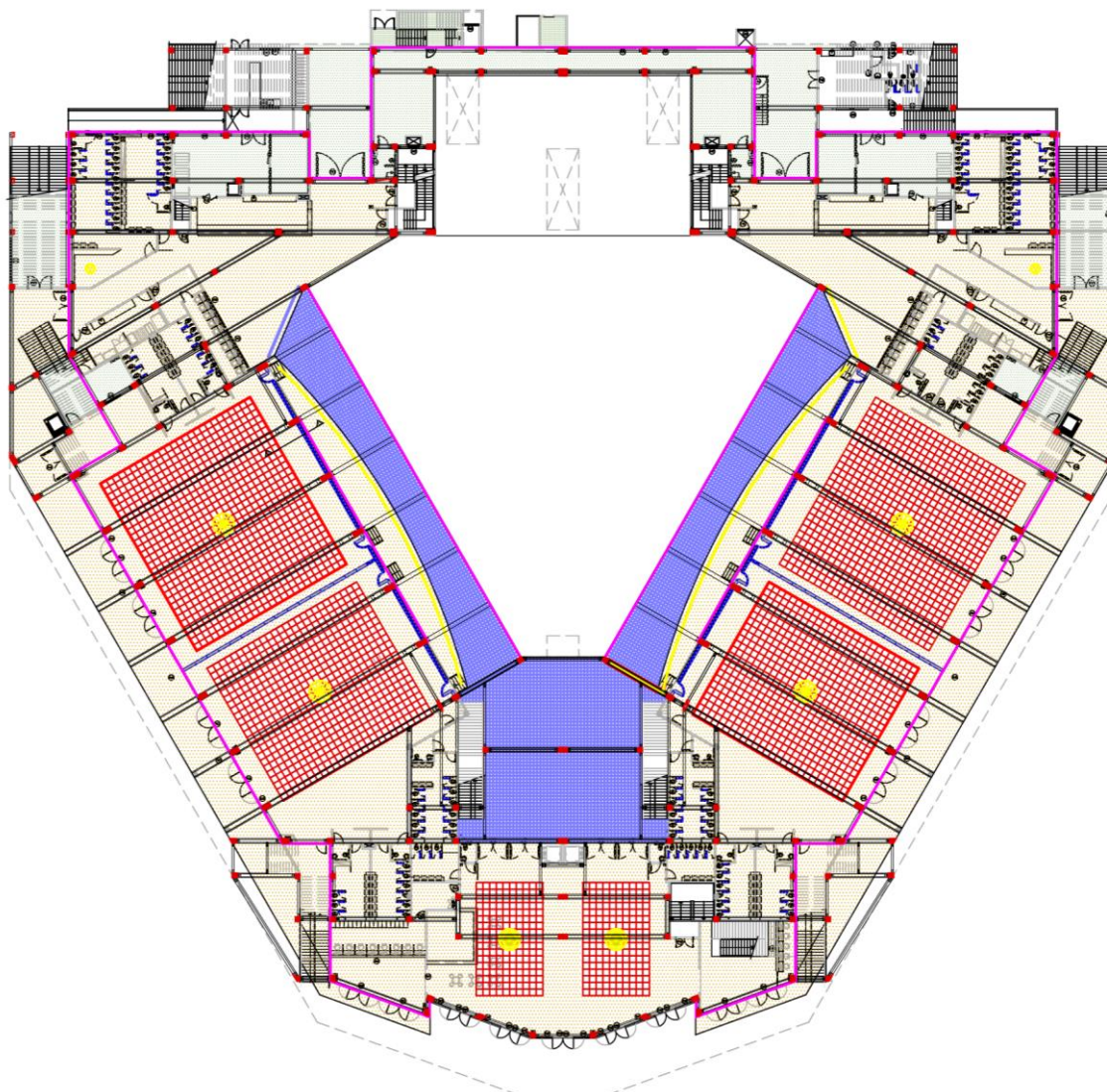
3.6.1.1 Sobreposições

Figura 64 - Sobreposições do Subsolo: Arquitetônico x Estrutural (sem escala)

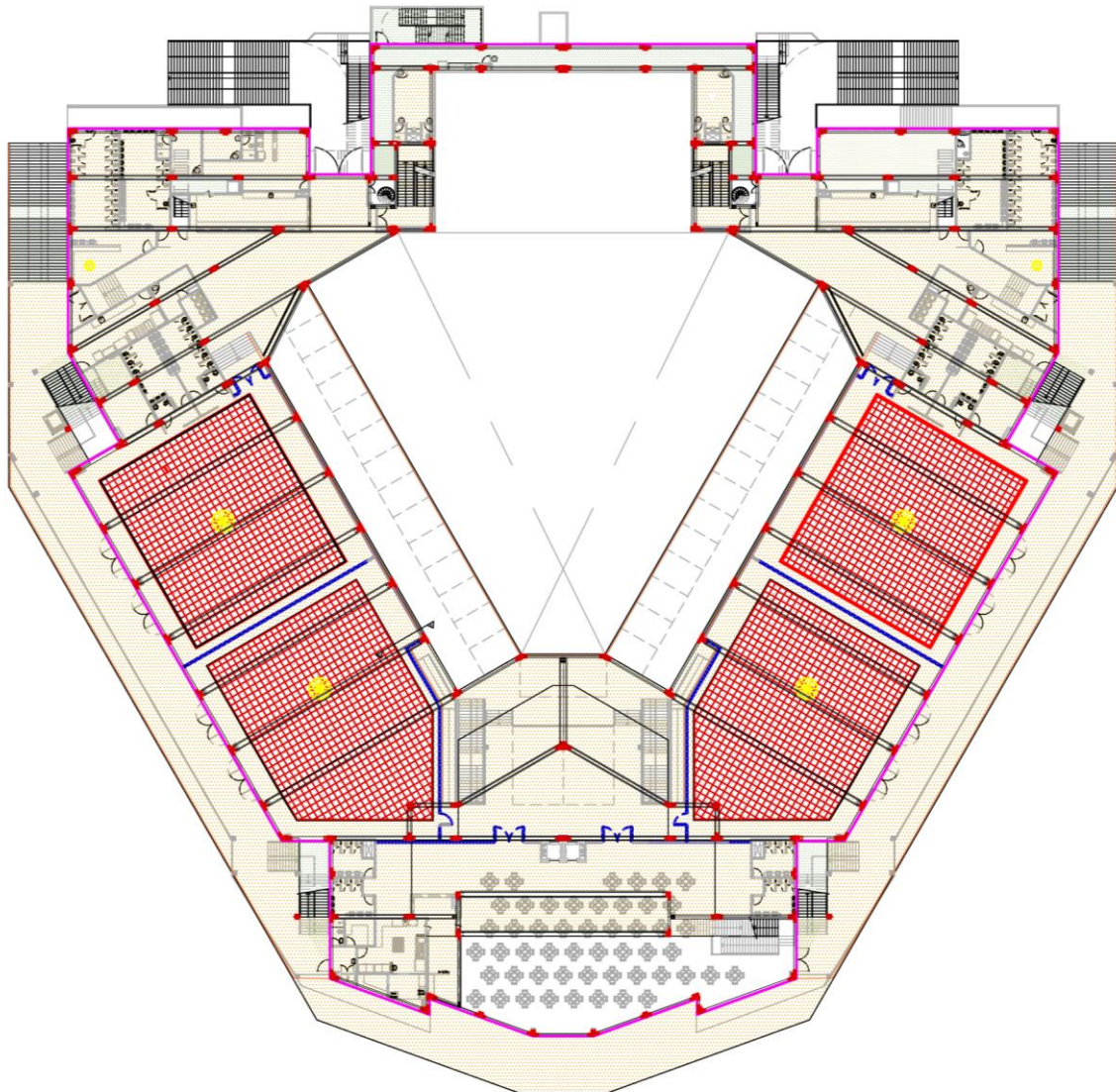


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 65 - Sobreposições do Térreo: Arquitetônico x Estrutural (sem escala)

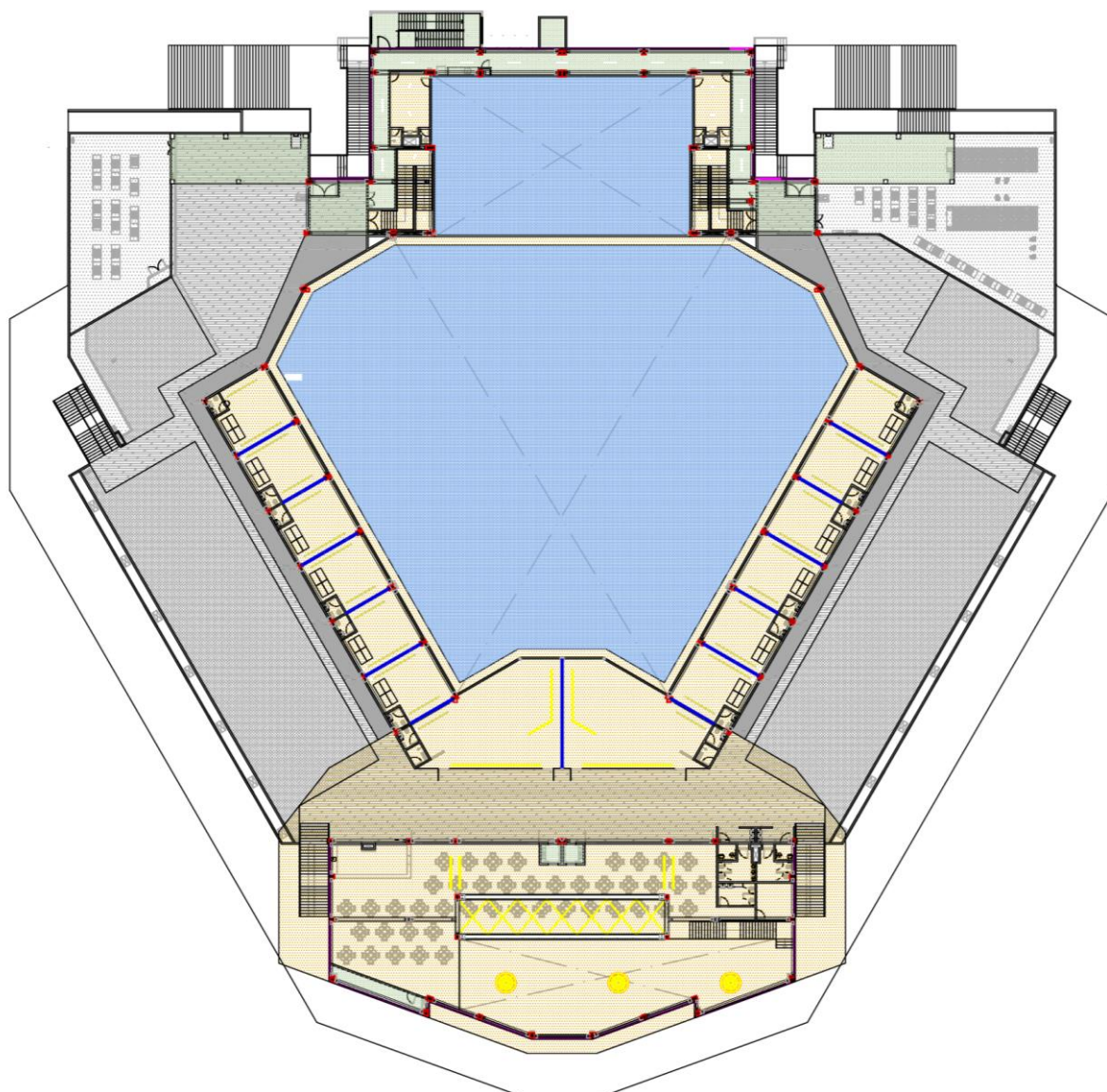


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 66 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural (sem escala)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 67 - Sobreposições do 2º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural (sem escala)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.6.1.2 Detalhes ampliados

Como os projetos estrutural e arquitetônicos são mais antigos, já havia sido feita uma compatibilização entre eles. Desta forma, os conflitos entre as plantas já foram alterados, onde a arquitetura adaptou-se conforme a necessidade imposta pelo projeto estrutural. Estas alterações prévias evitam que ocorram retrabalhos e acréscimos de custo.

3.6.1.3 Análise dos conflitos

Não foram encontrados conflitos entre os projetos arquitetônico e estrutural. Isso se deve ao motivo de o projeto arquitetônico utilizado já estar compatibilizado com o sistema de estruturas.

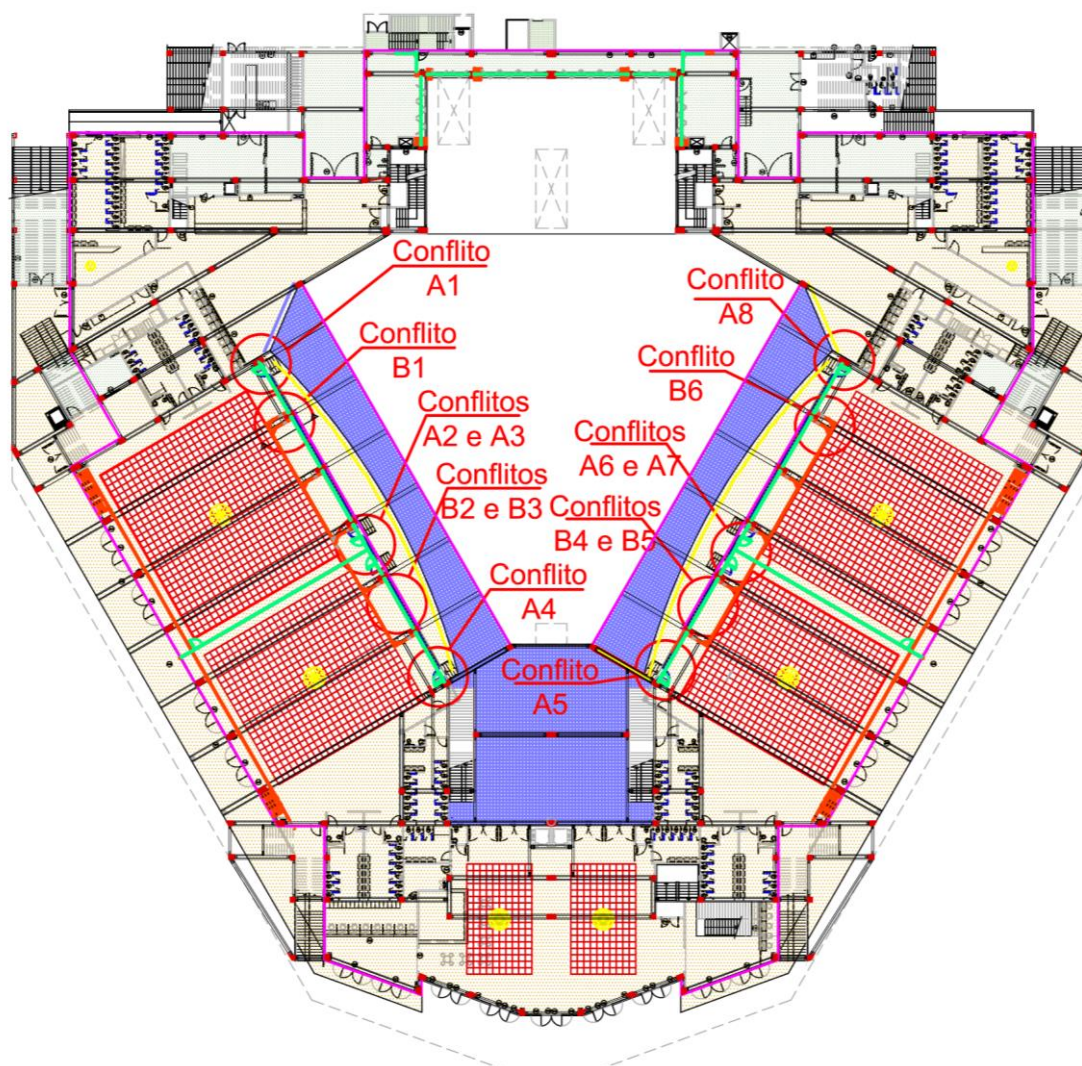
3.6.2 Análise entre os projetos arquitetônico, estrutural e de paredes móveis

Após a verificação entre o arquitetônico e o estrutural, será analisado o projeto de paredes móveis do Térreo, 1º Pavimento e 2º Pavimento. O Subsolo não será analisado pois não foi previsto este tipo de fechamento em sua arquitetura. Para ajudar na sobreposição, o sistema de divisórias móveis do projeto arquitetônico está representado na cor azul, enquanto no projeto de paredes móveis os trilhos aparecem em laranja e as placas em verde.

3.6.2.1 Sobreposições

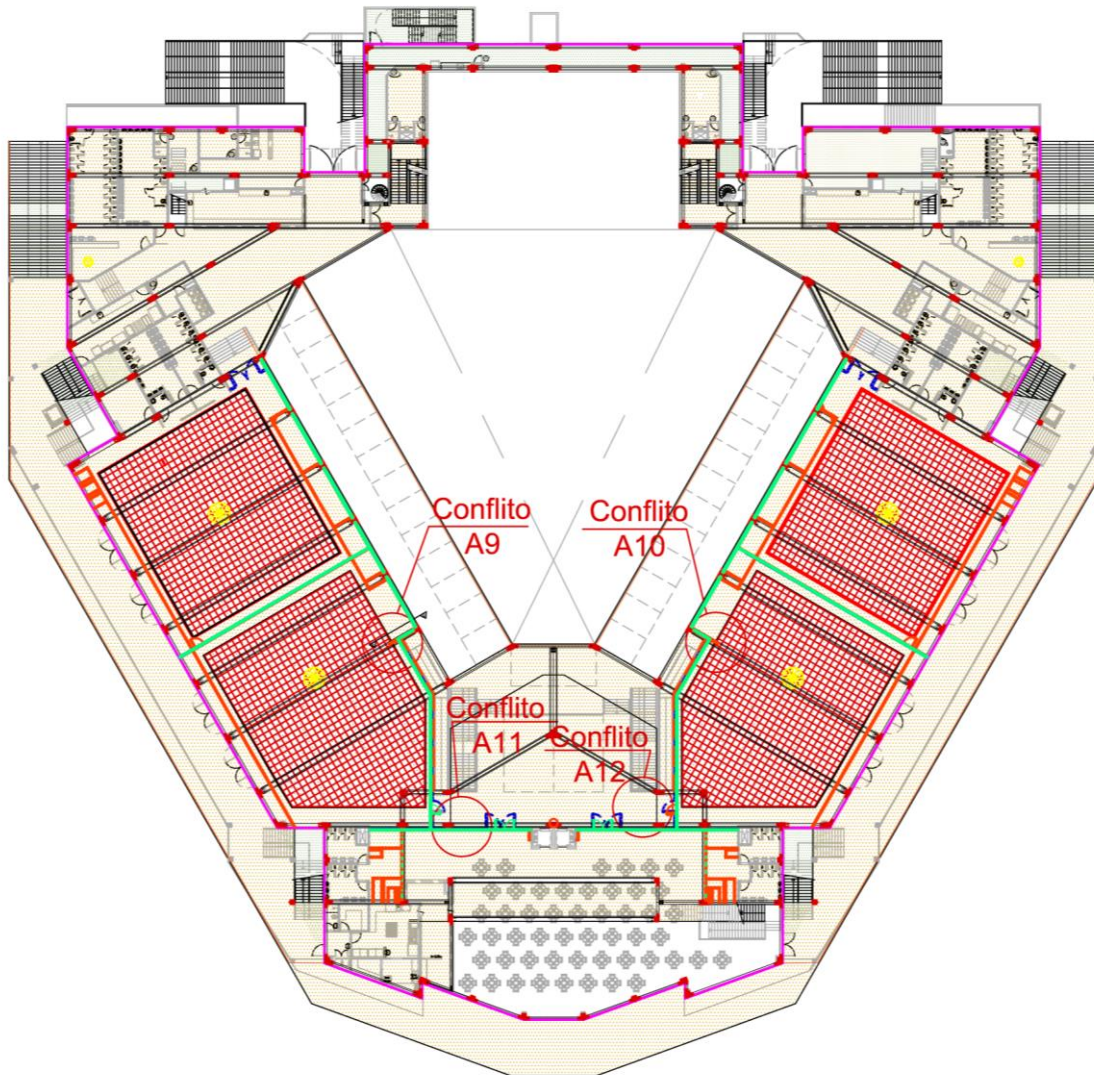
A figura 68 apresenta a planta de sobreposição do Térreo, onde estão destacados os detalhes dos conflitos encontrados entre os sistemas. Na figura 69 está representado o 1º Pavimento e na figura 70 o 2º Pavimento.

Figura 68 - Sobreposições do Térreo: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis (sem escala)



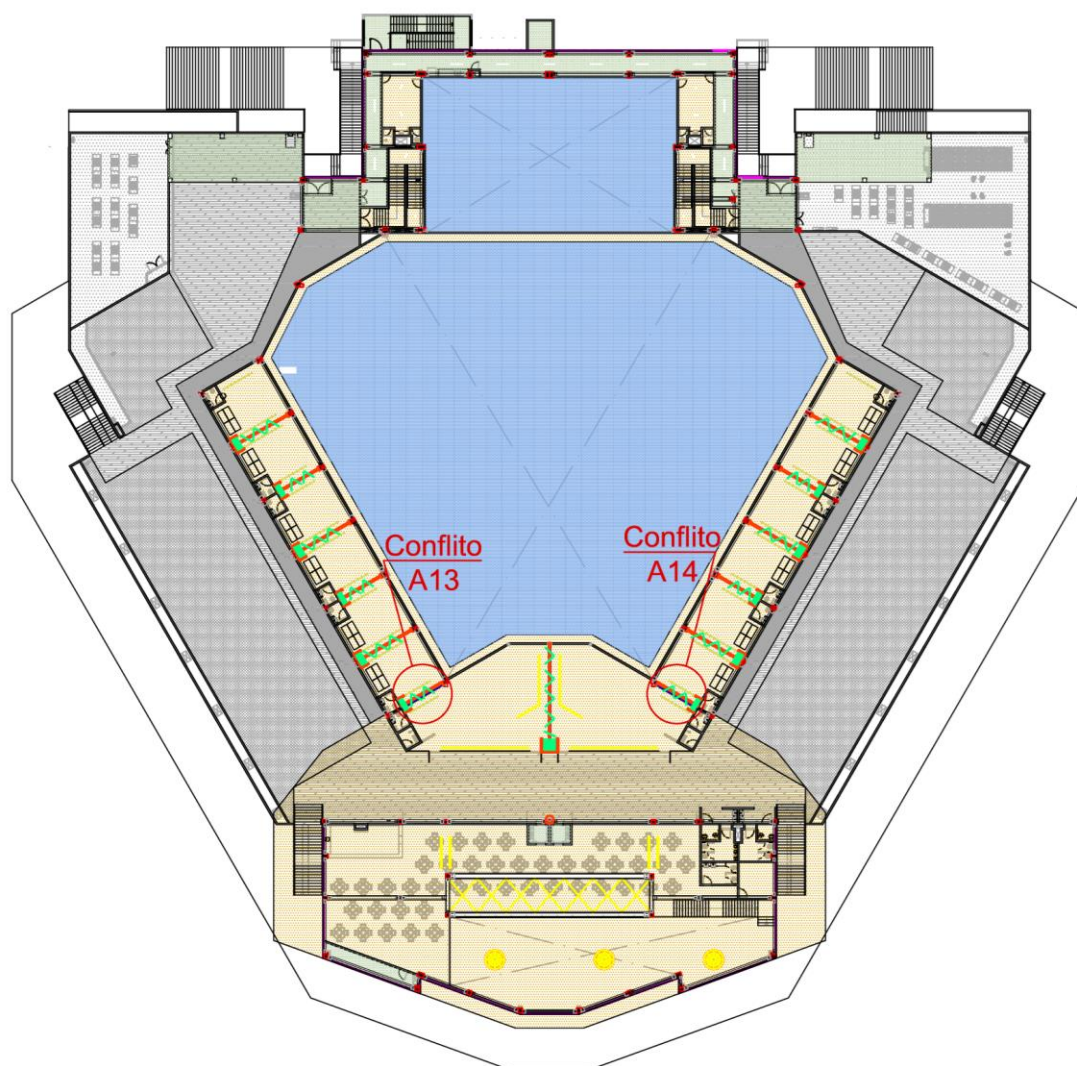
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 69 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis (sem escala)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 70 - Sobreposições do 2º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis (sem escala)

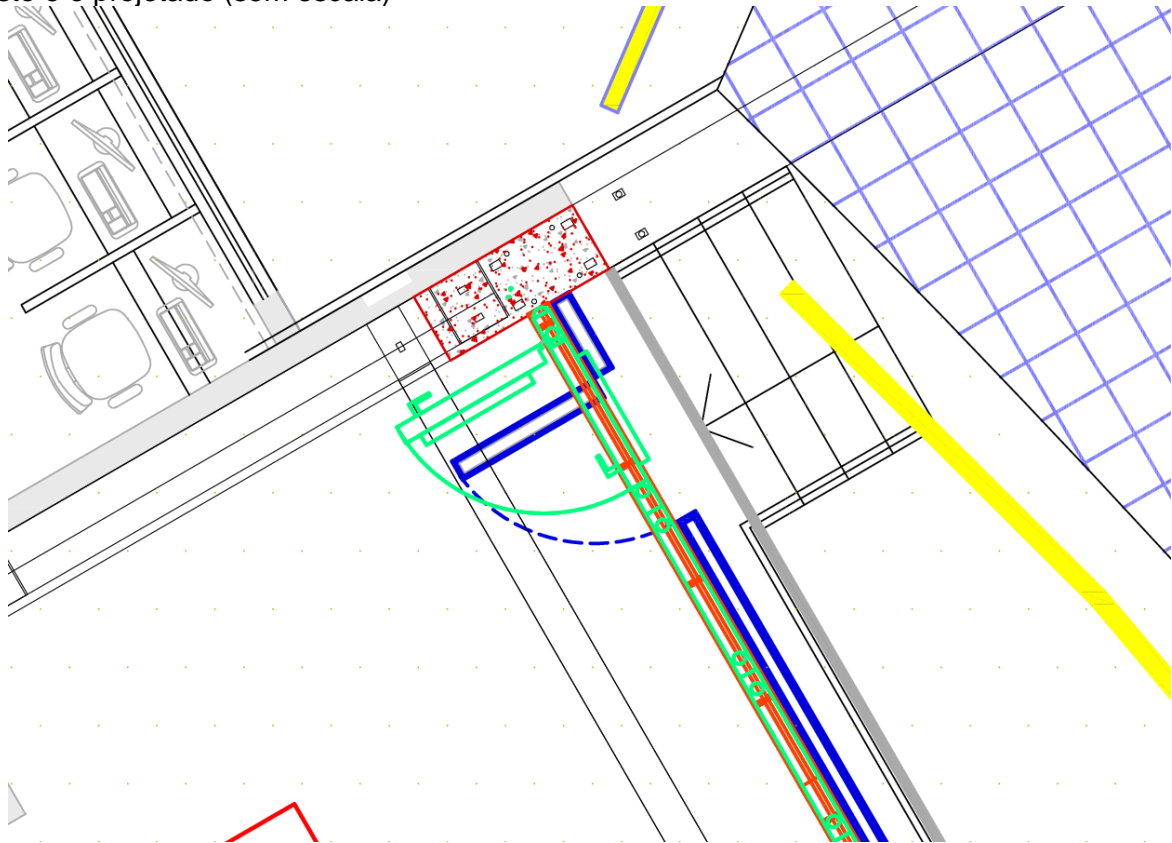


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.6.2.2 Detalhes ampliados e análise dos conflitos

A figura 71, conflito A1, apresenta um desalinhamento entre o projeto de paredes móveis e o projeto arquitetônico nas salas multiuso do pavimento Térreo. Percebe-se que as placas dos dois projetos não possuem o mesmo alinhamento de eixo, além de possuírem dimensões de porta divergentes. Para resolver este problema, devido a maior dificuldade em se alterar as medidas da placa fabricada, foi optado por manter-se as dimensões e alinhamentos do projeto de paredes móveis. Este problema se repetiu em: conflito A2, conflito A3, conflito A4, conflito A5, conflito A6, conflito A7 e conflito A8.

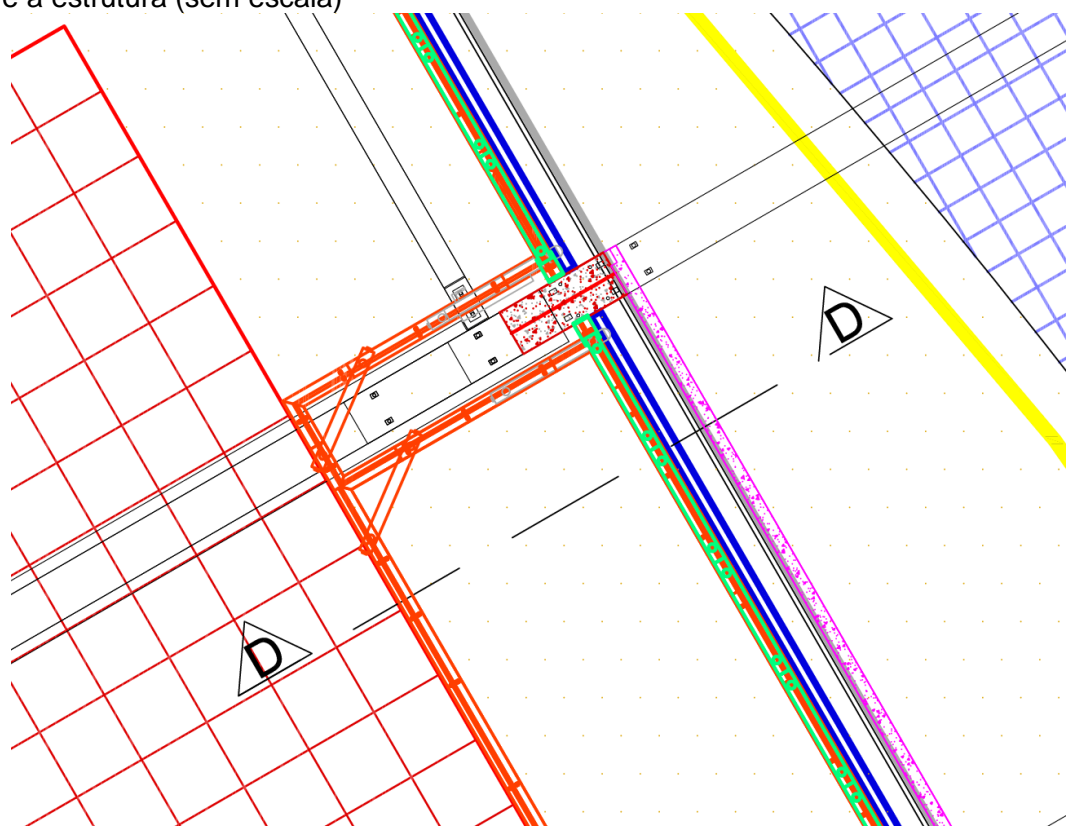
Figura 71 – Conflito A1: Incompatibilidade no Térreo entre o sistema de paredes móveis previsto e o projetado (sem escala)



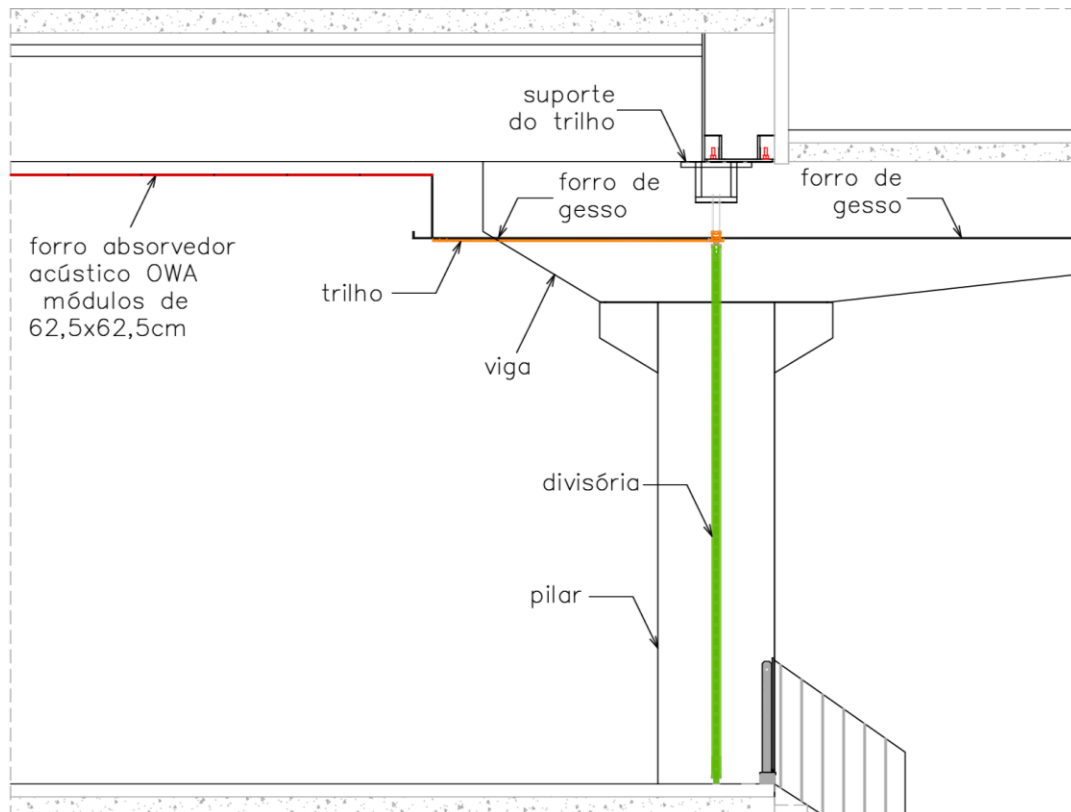
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

A figura 72 apresenta o conflito B1 entre o projeto de paredes móveis e o projeto estrutural, localizado na sala multiuso do Térreo. Nessa situação, o trilho das divisórias está contornando o console da viga, porém, devido ao raio de giro das placas (que estão suspensas nos trilhos por dois pontos de apoio) quando é feita sua movimentação para contornar o console da viga ocorre um choque entre a divisória e o elemento estrutural. Este problema se repete nos seguintes conflitos: B2, B3, B4, B5,. A figura 73 apresenta um corte da região destacada. Para resolver este problema, a posição dos trilhos (apenas aqueles que contornavam o console e eram paralelos à face maior do pilar) foi alterada, de forma que o afastamento destes trilhos fosse suficiente para permitir a manobra por completo. A figura 74 ilustra uma foto do Conflito B1 após a compatibilização.

Figura 72 – Conflito B1: Incompatibilidade no Térreo entre o forro, o sistema de paredes móveis e a estrutura (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 73 – Corte DD (sem escala)

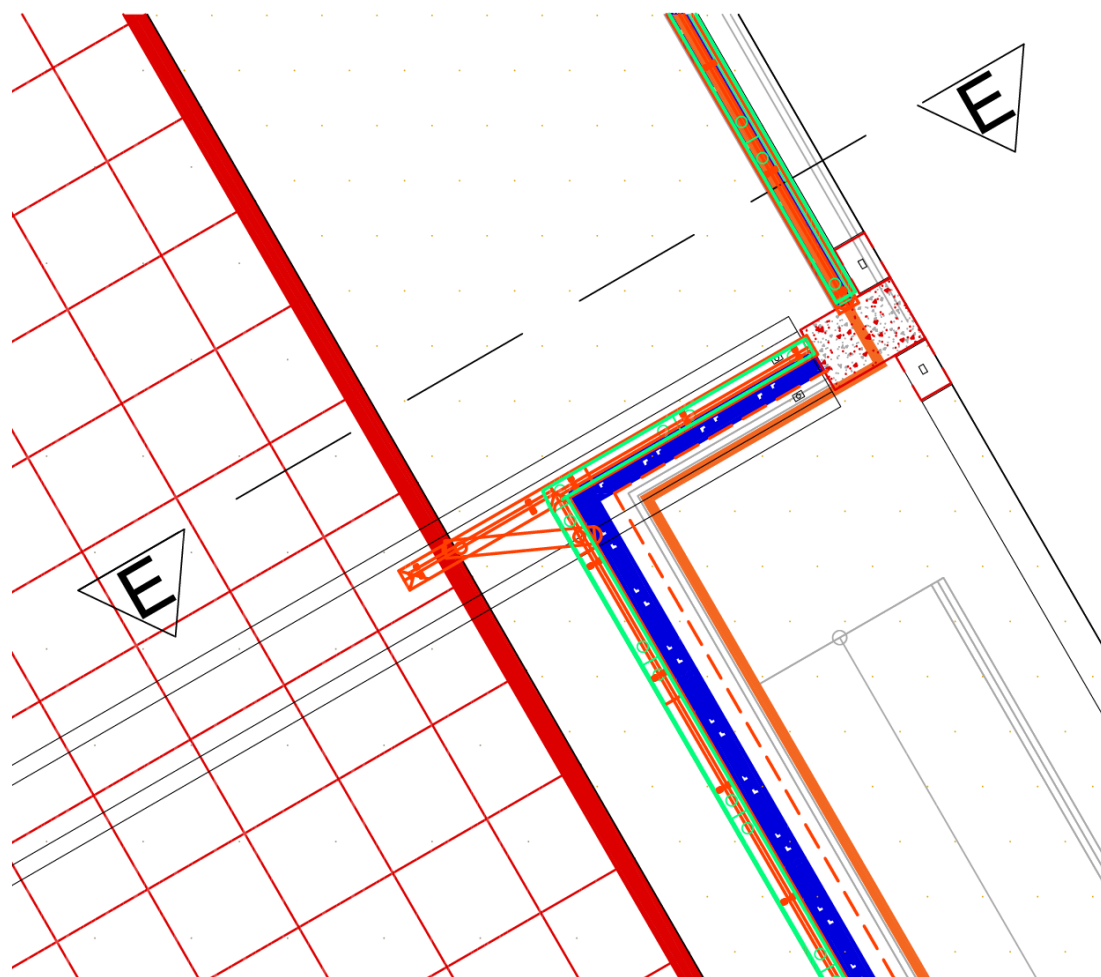
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 74 – Foto do Conflito B1 após a compatibilização (sem escala)

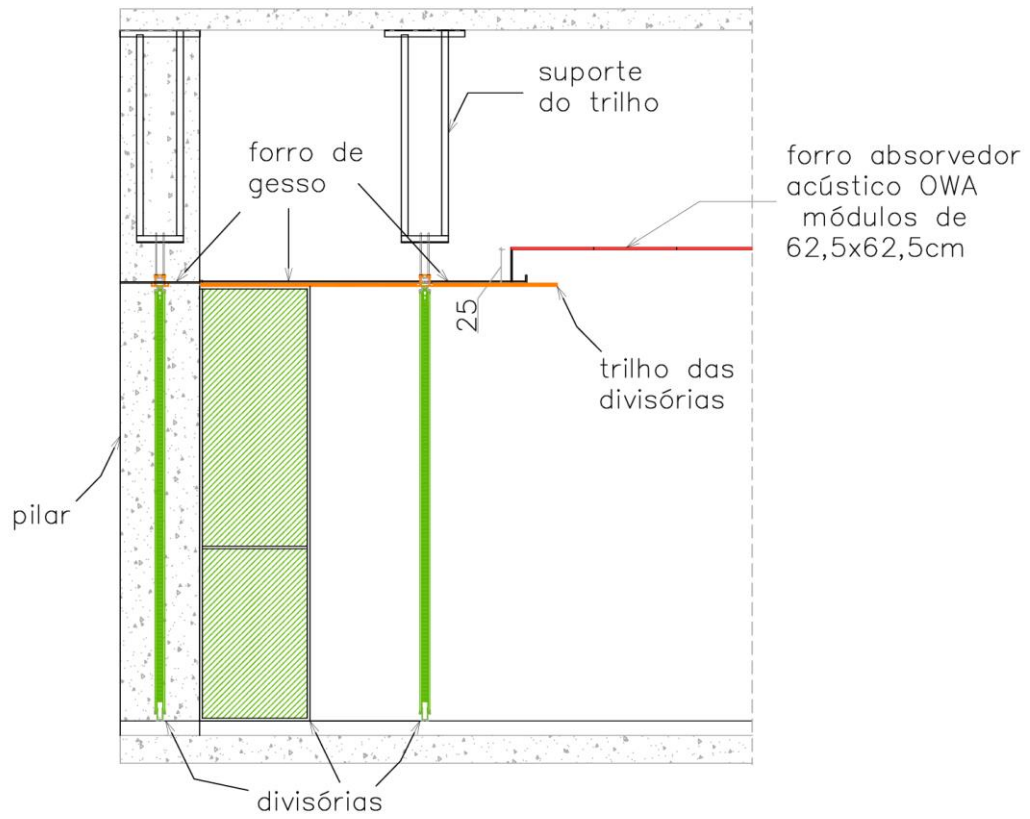
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Na figura 75, 1º Pavimento, está representado o conflito A9 entre o trilho do sistema de divisórias (que deveria estar todo posicionado dentro do forro de gesso) e o forro modular, que possui um desnível em relação a parte de gesso, impossibilitando a instalação do trilho naquela posição. Esta incompatibilidade se repete no conflito A10 da figura 69. Para resolver este problema, a largura do forro de gesso precisou ser alterada, de forma que todo o trilho ficasse posicionado dentro do gesso, o que causou uma redução na área do forro modular mineral das salas multiuso do 1º pavimento. A figura 76 ilustra um corte do desnível entre os dois forros e a figura 77 apresenta uma foto dos elementos conflitantes após a compatibilização dos projetos.

Figura 75 - Conflito A9: Incompatibilidade no 1º Pavimento entre o forro e o sistema de paredes móveis (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 76 – Corte EE (sem escala)

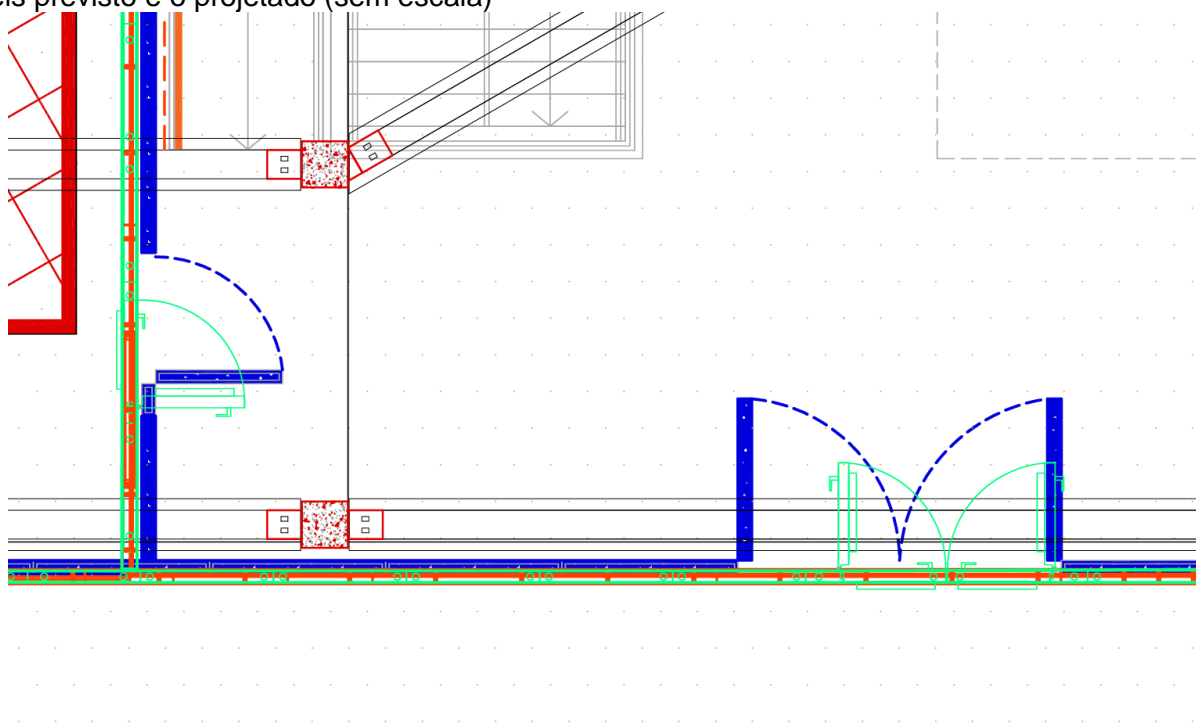
Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018

Figura 77 - Foto do conflito A9 após a compatibilização (sem escala)

Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Na figura 78, está ilustrado um desalinhamento entre as placas do sistema de paredes móveis e as placas previstas no projeto arquitetônico, no 1º Pavimento. Existe também uma diferença entre as dimensões das portas das divisórias apresentadas pelos dois projetos, com esse conflito se repetindo no conflito A12, identificado na figura 69. Para resolver este problema, optou-se por manter as dimensões de portas do projeto de paredes móveis. Como as placas possuem uma largura padrão, uma porta nas dimensões previstas pelo projeto arquitetônico demandaria custos elevados, o que levou à escolha da opção menos onerosa financeiramente.

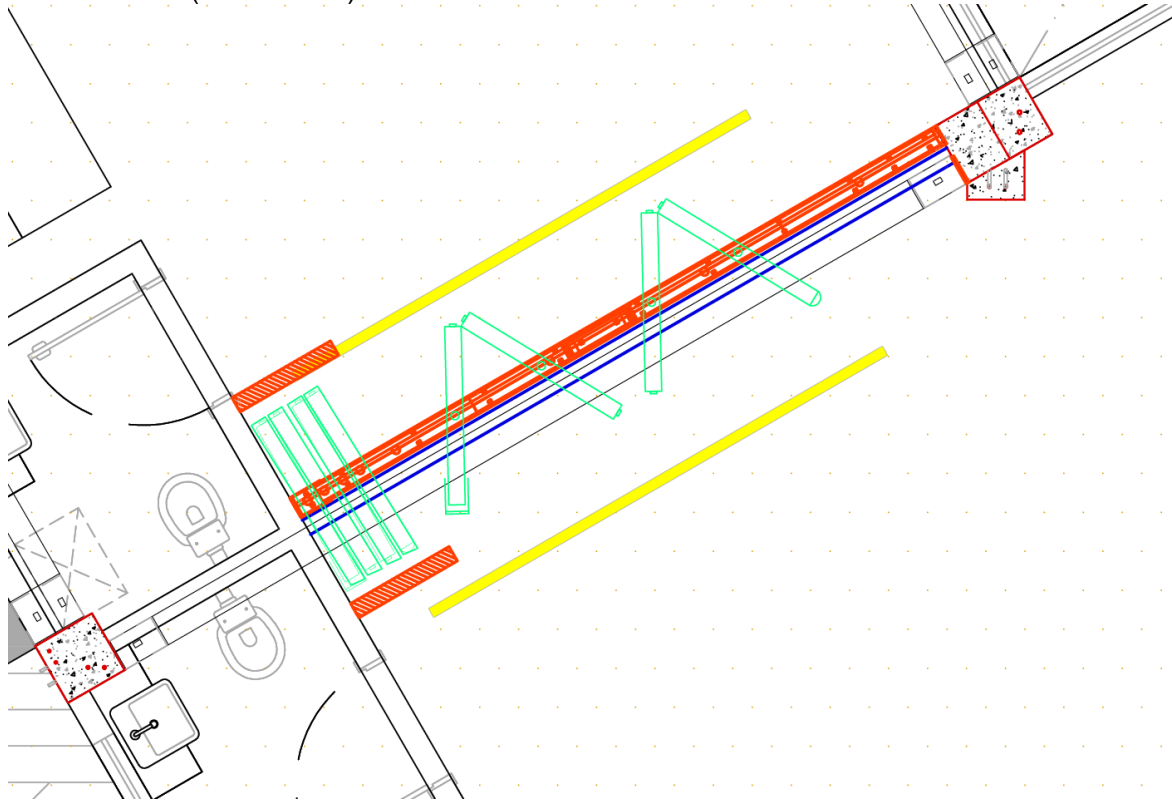
Figura 78 – Conflito A11: Incompatibilidade no 1º Pavimento entre o sistema de paredes móveis previsto e o projetado (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

A figura 79 apresenta um desalinhamento entre o sistema de divisórias e o projeto arquitetônico, no 2º Pavimento, o que também causou na sobreposição da fita de LED pelo elemento da área de estoque de divisórias. Assim como em outros casos, existe um desalinhamento entre as paredes móveis previstas pela arquitetura e as projetadas pela empresa especializada. A incompatibilidade representada na figura 79 também se repete no conflito A14 da figura 70. A solução encontrada para este problema foi manter o alinhamento das divisórias na posição prevista pelo projeto arquitetônico, mantendo-se as dimensões do projeto de divisórias. A figura 80 apresenta uma foto da posição final das divisórias após a instalação.

Figura 79 – Conflito A13: Incompatibilidade no 2º Pavimento entre a arquitetura e o sistema de paredes móveis (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 80 – Foto do conflito A13 após a compatibilização (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

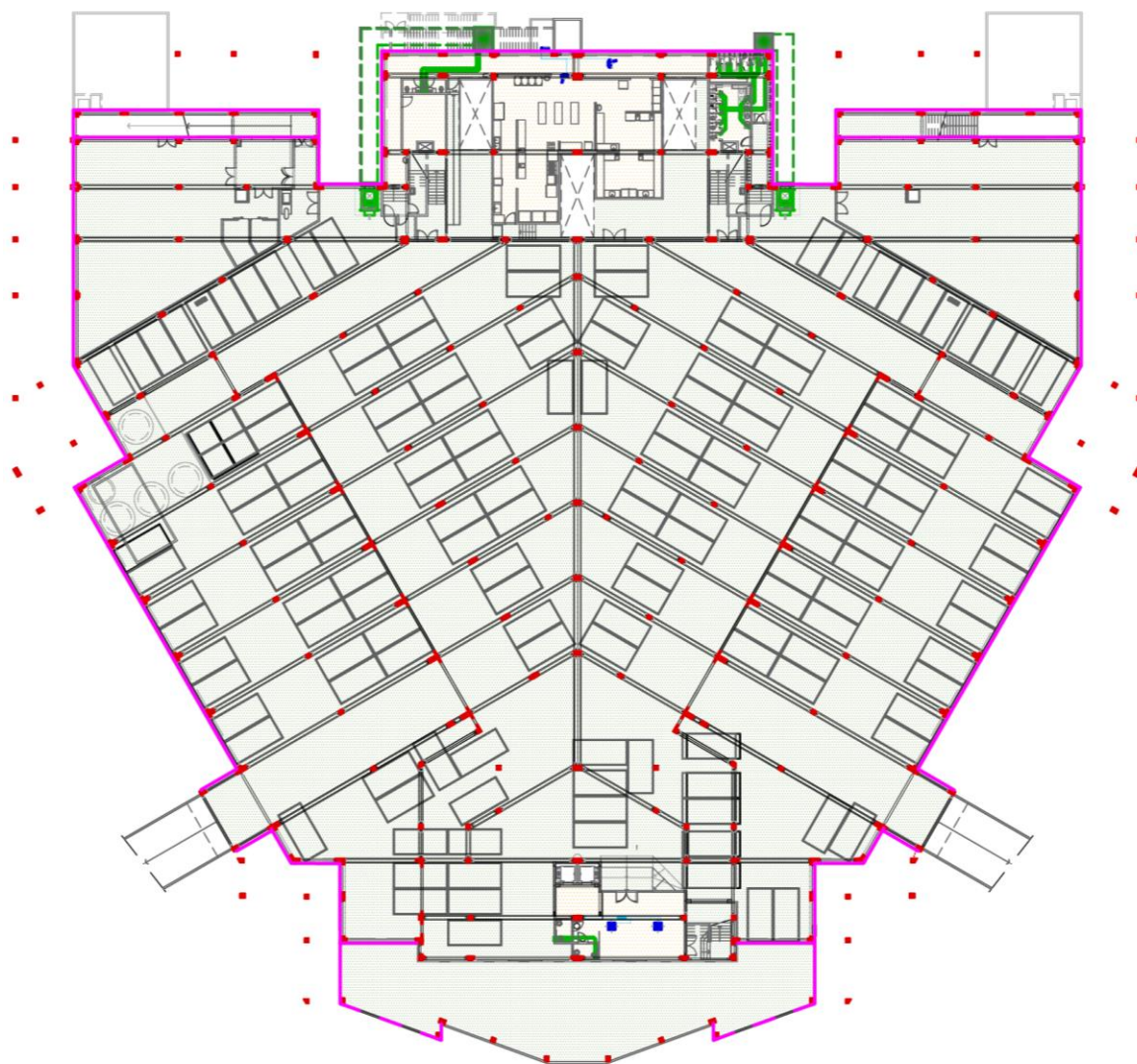
3.6.3 Análise entre os projetos arquitetônico, estrutural, de paredes móveis e de climatização.

Esta análise contempla todos os sistemas abordados dentro deste trabalho de compatibilização, onde cada um destes projetos foi elaborado por uma empresa diferente. Para ajudar na visualização, o projeto de climatização apresenta diferentes cores para seus componentes, representando o sistema de refrigeração em azul e o sistema de exaustão em verde. Da compatibilização anterior temos o sistema arquitetônico com os lustres e fitas de LED aparecendo em amarelo e o sistema de paredes móveis com os trilhos representados em laranja e as placas de fechamento em verde.

3.6.3.1 Sobreposições

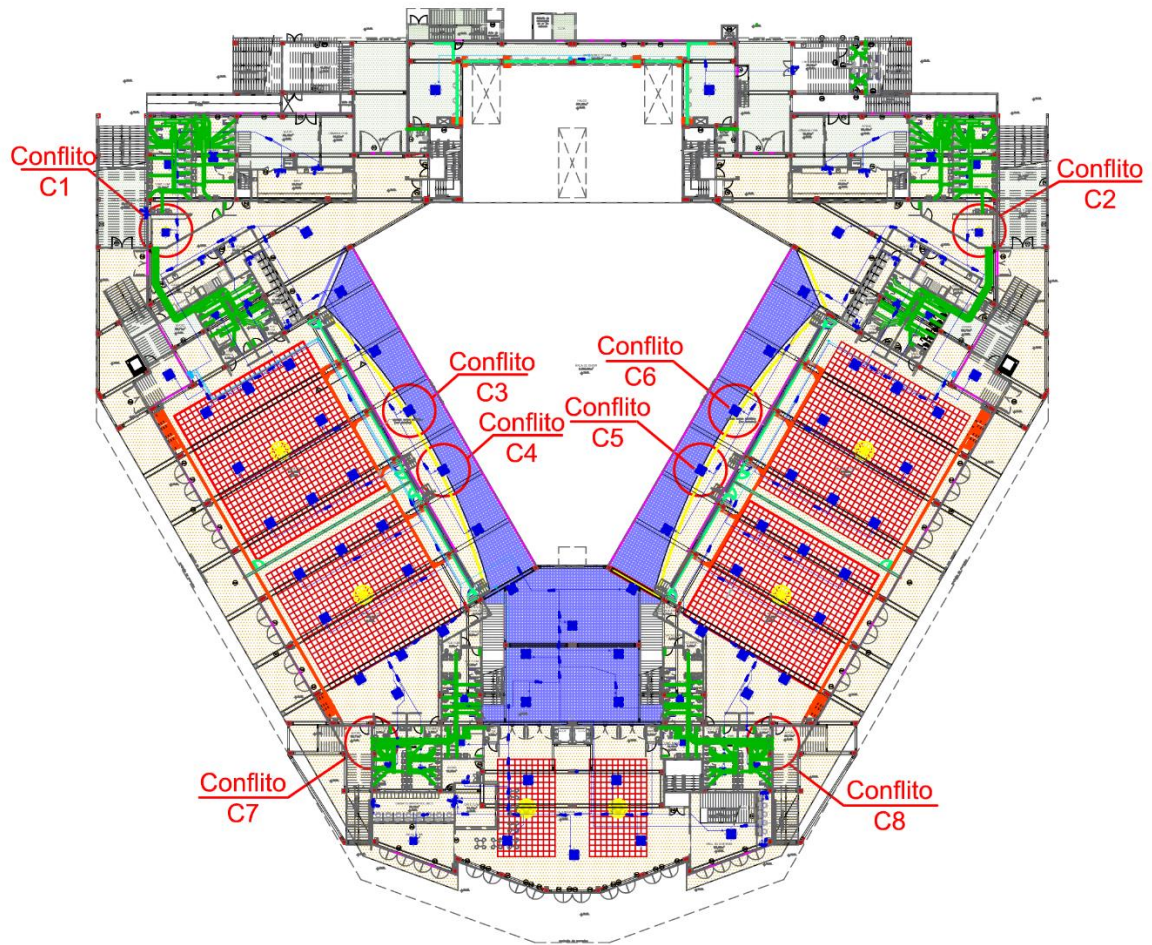
A seguir estão representadas as sobreposições dos projetos arquitetônicos (incluindo o projeto de forro), estrutural, de paredes móveis e de climatização dos níveis: Subsolo, na figura 81, Térreo, na figura 82, 1º Pavimento, na figura 83 e 2º Pavimento, na figura 84. Todas as plantas foram alinhadas pelo mesmo ponto comum, os pilares PP175 e PP176.

Figura 81 - Sobreposições do Subsolo: Arquitetônico x Estrutural x Climatização (sem escala)



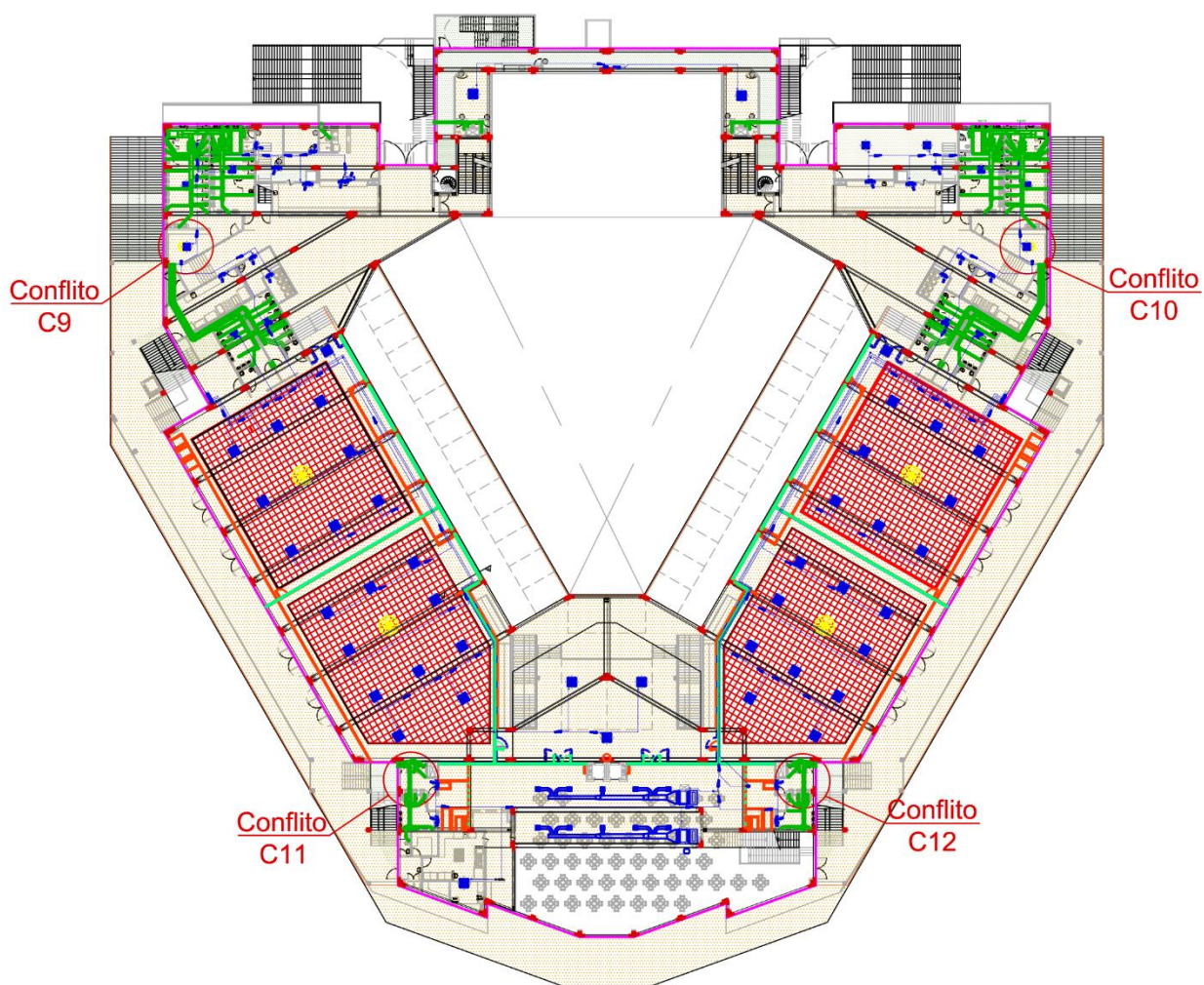
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 82 - Sobreposições do Térreo: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (sem escala)



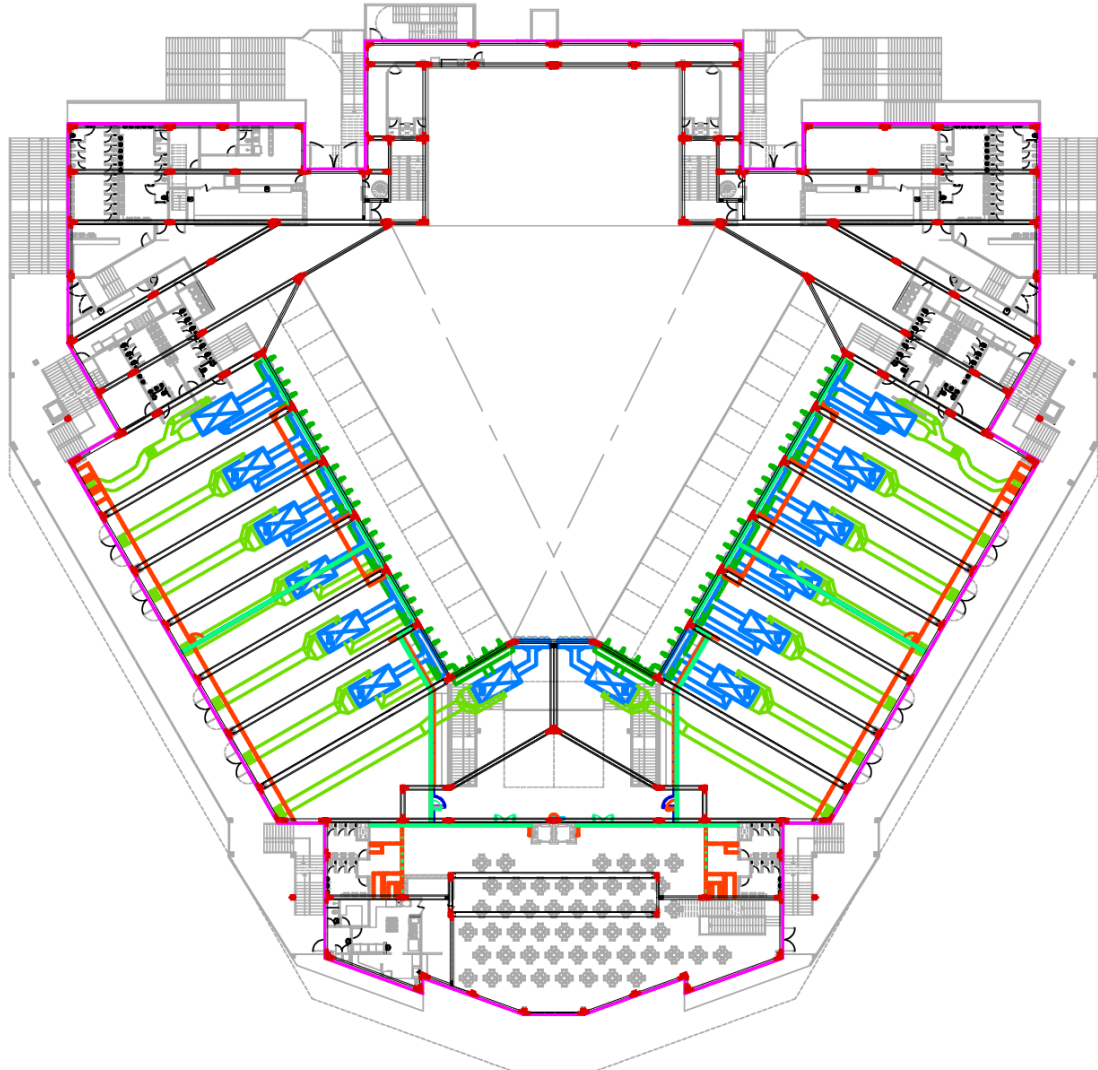
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 83 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (sem escala)



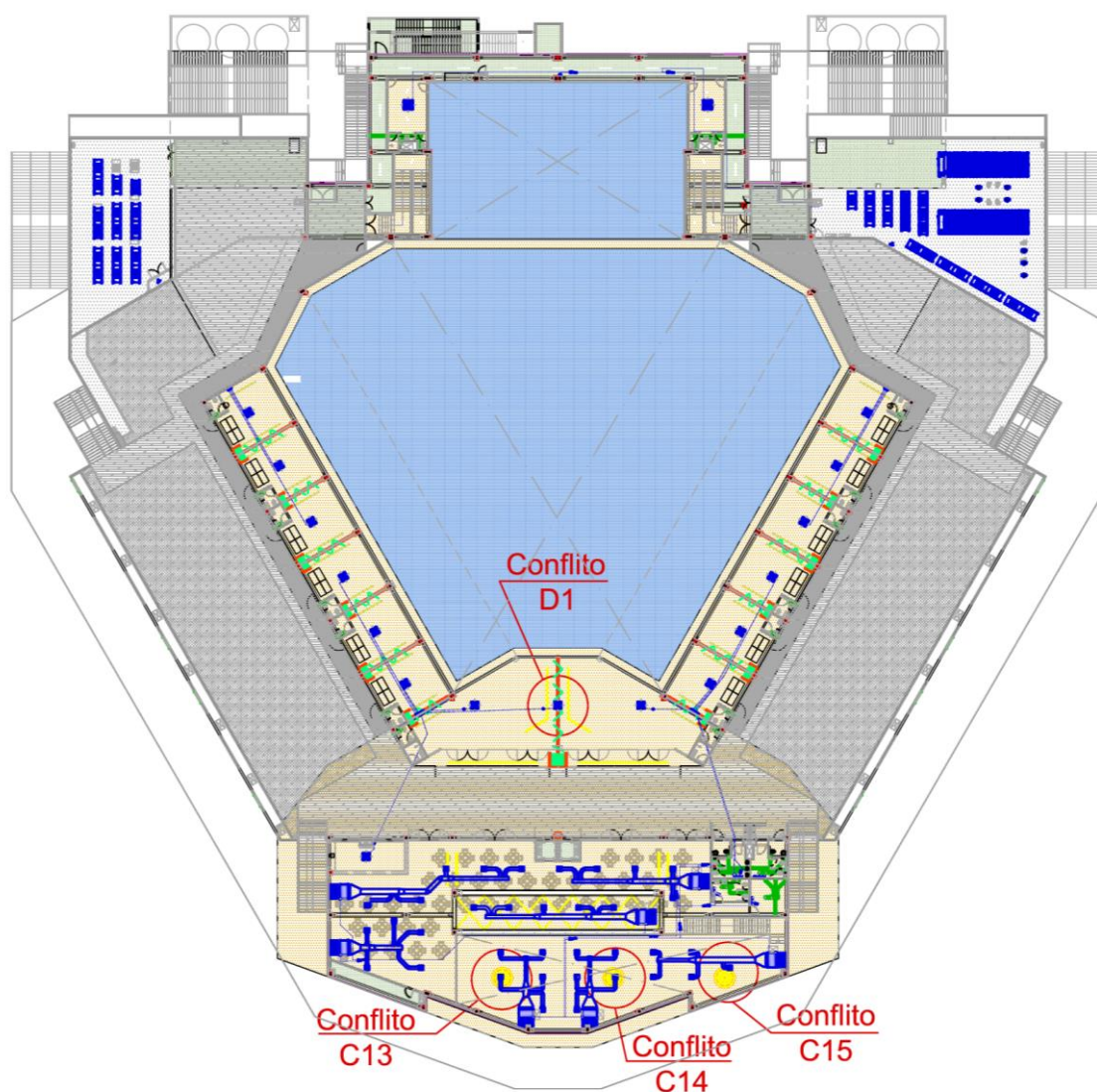
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 84 - Sobreposições do 1º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (Fancoils) (sem escala)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 85 - Sobreposições do 2º Pavimento: Arquitetônico x Estrutural x Paredes Móveis x Climatização (sem escala)



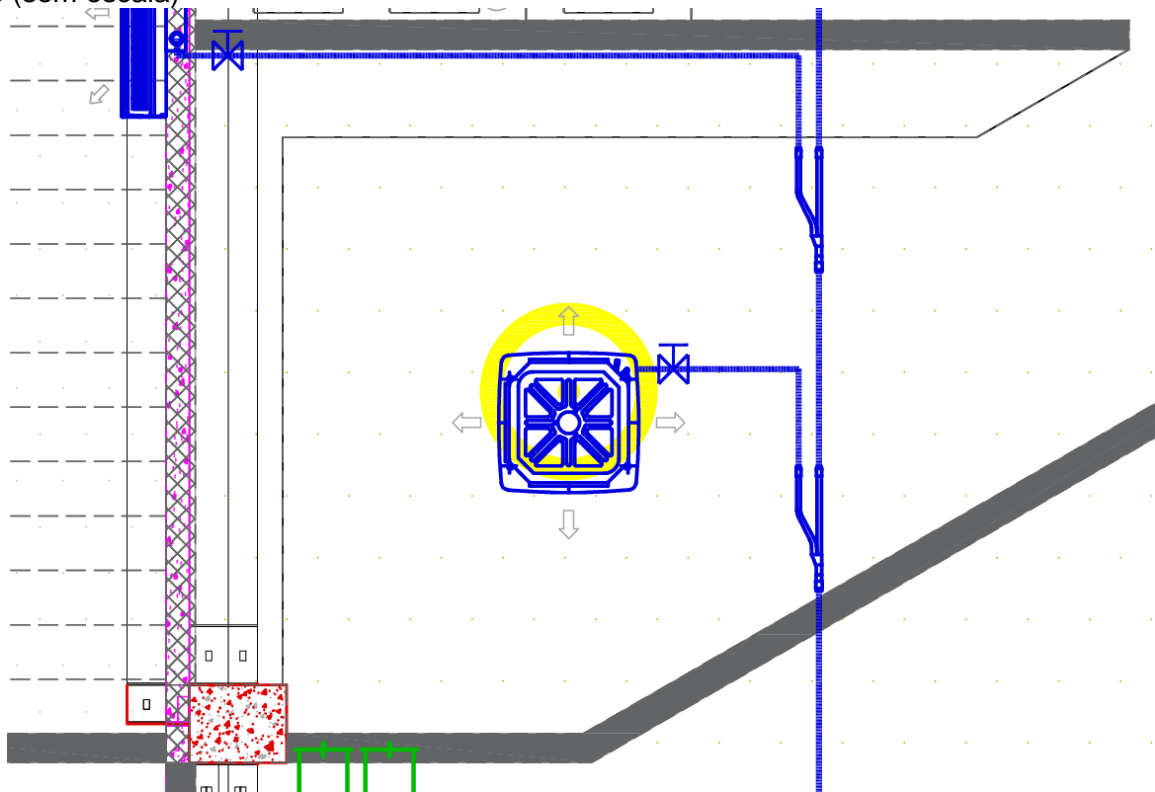
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.6.3.2 Detalhes ampliados e análise dos conflitos

Serão apresentados nas imagens seguintes os detalhes ampliados dos conflitos geométricos encontrados entre as plantas baixas analisadas. Durante a compatibilização foram encontrados conflitos envolvendo os elementos “cassete de A.C.” e “grelha de insuflamento”, pertencentes ao sistema de climatização, os elementos “forro de gesso”, “forro modular”, “lustre” e “fita de LED”, pertencentes ao projeto arquitetônico e à planta de forro, e o elemento “trilho” do sistema de divisórias.

A figura 86 ilustra o conflito C1 encontrado na Região 4 do Térreo, onde o lustre do banheiro feminino e o cassete de ar condicionado estão ocupando a mesma posição. Para solucionar este problema foi optado por manter a posição do aparelho frigorígeno, já que sua alteração poderia comprometer as zonas de refrigeração do banheiro, e deslocar o lustre para uma posição adjacente ao cassete. A Figura 87 apresenta uma foto da nova disposição dos elementos. Esta mesma incompatibilidade ocorreu no conflito C2 do Térreo, apresentado na figura 82, e nos conflitos C9 e C10 do 1º Pavimento, destacados na figura 83.

Figura 86 – Conflito C1: Incompatibilidade no Térreo entre o cassete de ar condicionado e o lustre (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

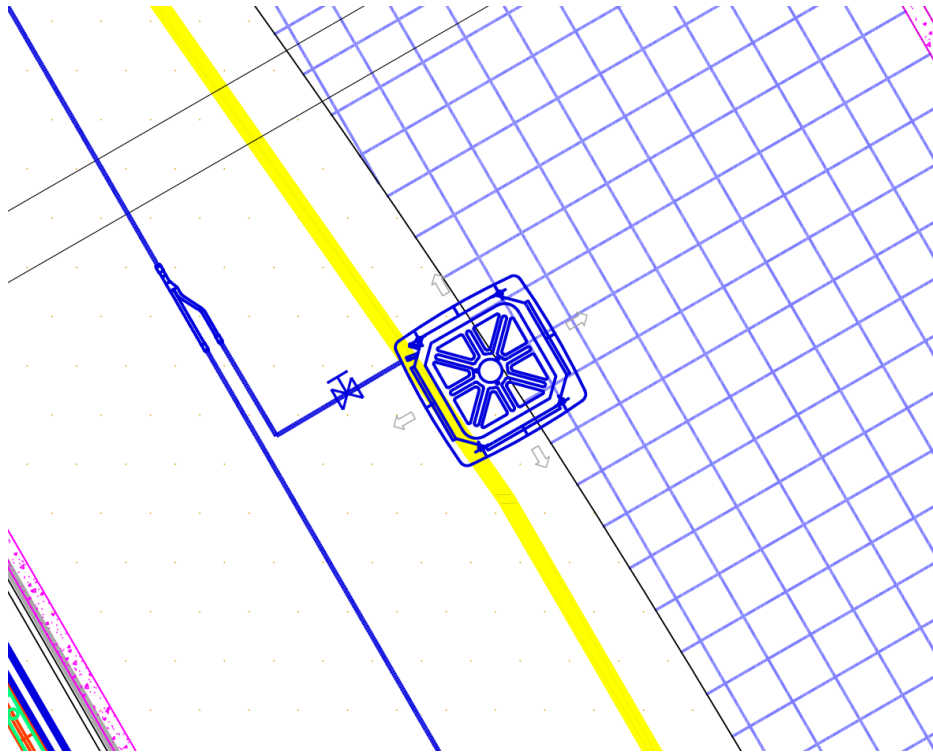
Figura 87 – Foto do conflito C1 após a compatibilização (sem escala)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

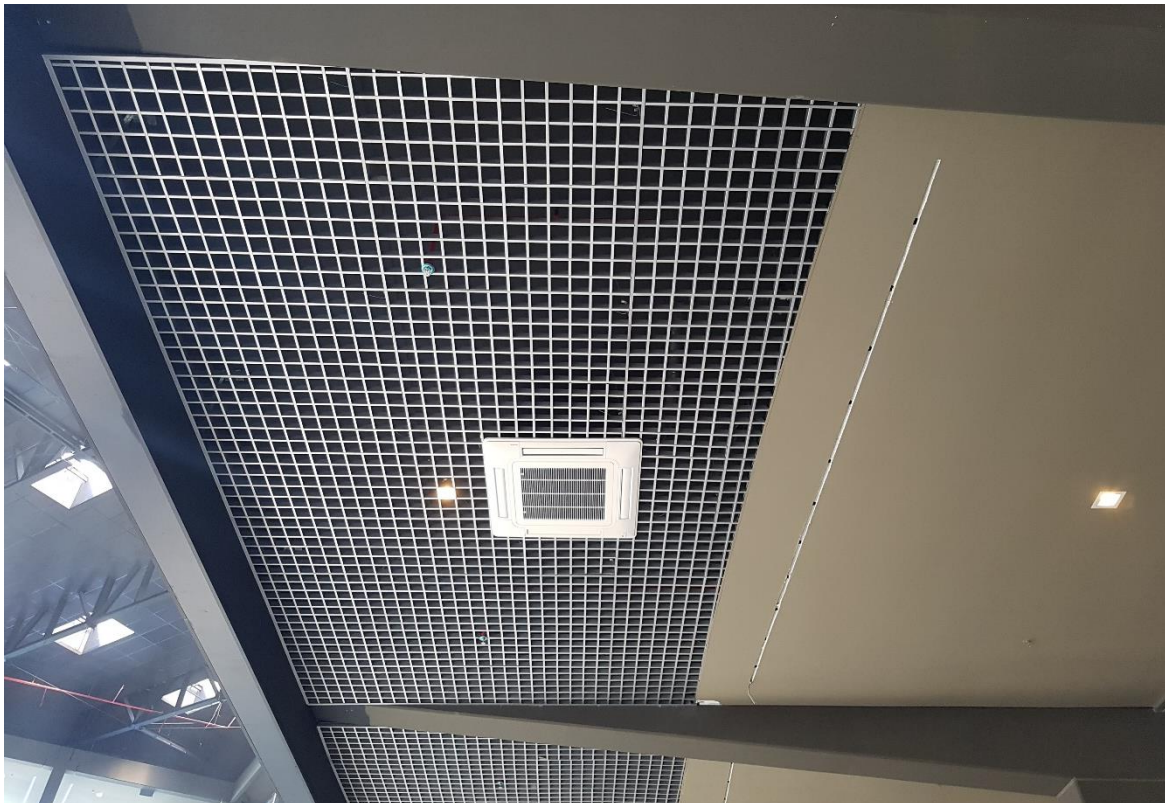
Na figura 88, conflito C3, está ilustrado o choque entre o cassete de A.C. e três outros elementos da planta baixa de forro, a iluminação de LED, o forro de gesso e o forro modular metálico. Percebe-se pela sobreposição dos projetos que o cassete de ar condicionado acabou sendo posicionado em conflito com a fita de LED prevista pelo arquiteto. Além disso, a máquina frigorígena deveria ficar localizada totalmente dentro de um só forro, e não na divisão entre os dois elementos revestimento. Esta incompatibilidade também ocorreu em outras três situações: conflito C4, conflito C5 e conflito C6. Podem ser encontradas na planta de sobreposição do Térreo, figura 82. Para resolver este conflito, os cassetes de ar condicionado foram reposicionados, desta vez totalmente dentro do forro modular metálico. A figura 89 apresenta uma foto da nova posição do aparelho de refrigeração destacado no conflito C3.

Figura 88 – Conflito C3: Incompatibilidade no Térreo do cassete de ar condicionado com a iluminação em LED e o forro (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018

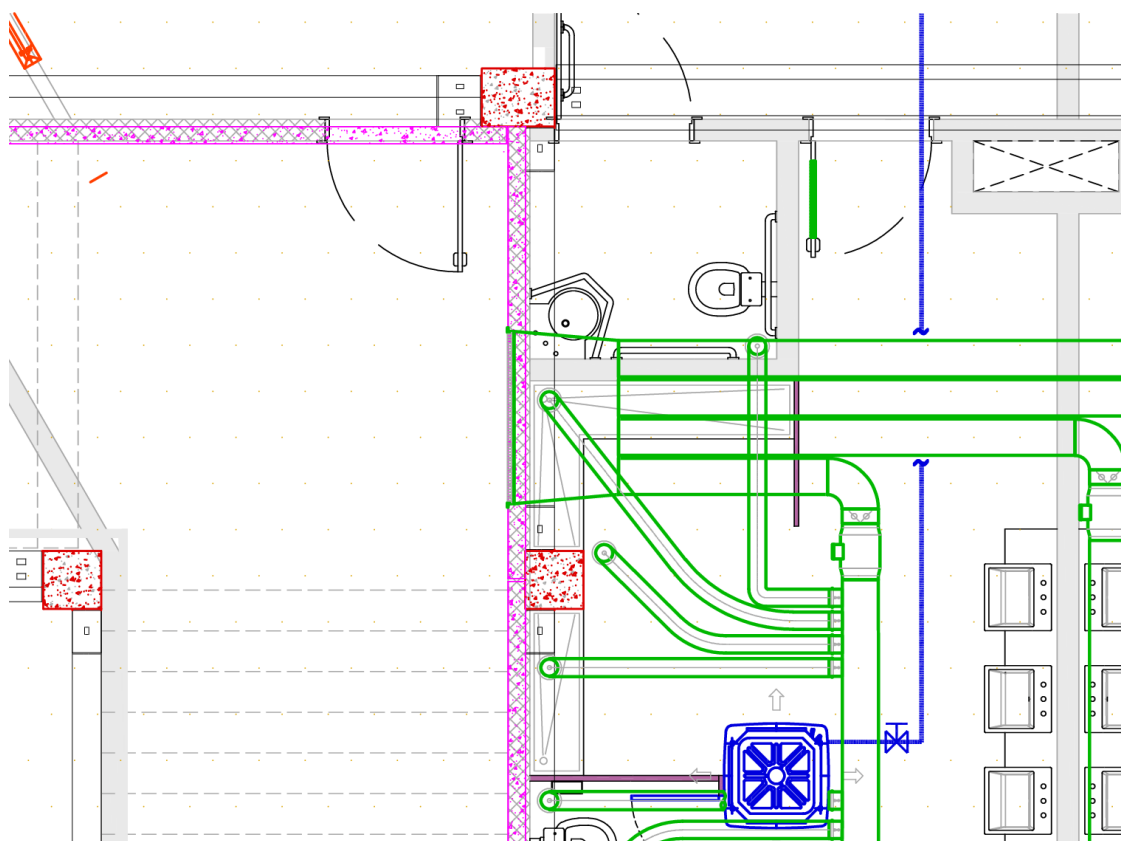
Figura 89 – Foto do conflito C3 após a compatibilização (sem escala)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Ainda no Térreo, a figura 90 apresenta um conflito entre o sistema de exaustão do banheiro e o projeto arquitetônico. Percebe-se que a grelha do kit de exaustão do sistema não está descarregando o ar em um ambiente aberto, e sim em uma área de apoio da sala multiuso da região 2 do Térreo. Esta incompatibilidade também ocorre no conflito C8, ilustrado na figura 82. Como a grelha encontra-se posicionada distante do piso, a solução encontrada foi estender o duto metálico de exaustão através da sala de apoio, posicionando a grelha de descarga de ar na alvenaria externa dessa sala.

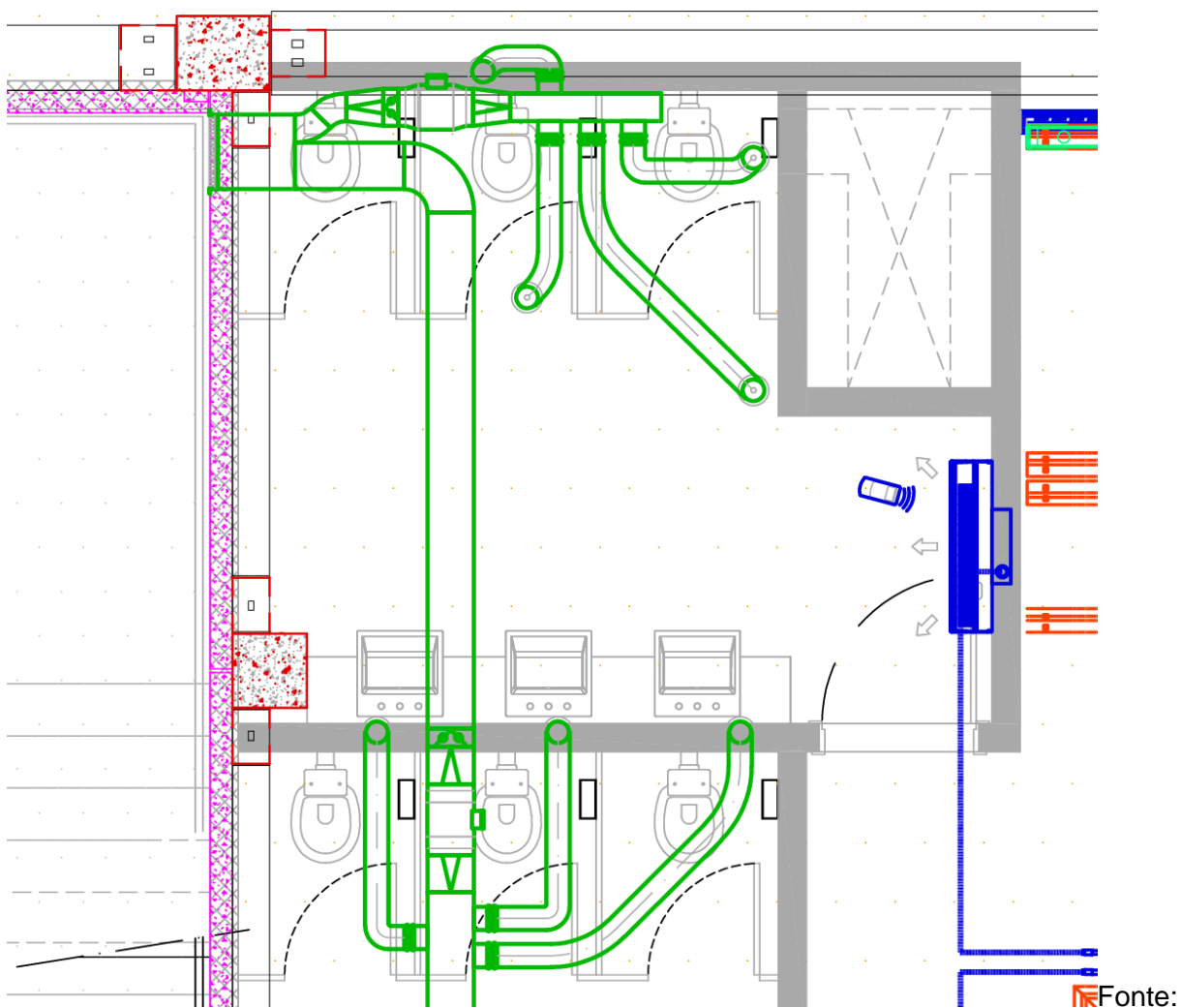
Figura 90 – Conflito C7: Incompatibilidade no Térreo entre o sistema de exaustão do BWC e a arquitetura (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Na figura 91, agora no 1º Pavimento, está ilustrado o conflito C11 entre a alvenaria e os difusores de exaustão dos banheiros. Devido a uma alteração na posição da parede do projeto arquitetônico, que não foi considerada pela empresa responsável pelo projeto de climatização, os difusores de exaustão do banheiro acabaram ficando posicionados em coincidentes com os blocos de fechamento. Este problema se repete no conflito C12 da planta de sobreposição do 1º Pavimento, apresentada na figura 83. Para resolver esta situação, os elementos conflitantes do sistema de exaustão foram reposicionados, respeitando os novos limites da alvenaria.

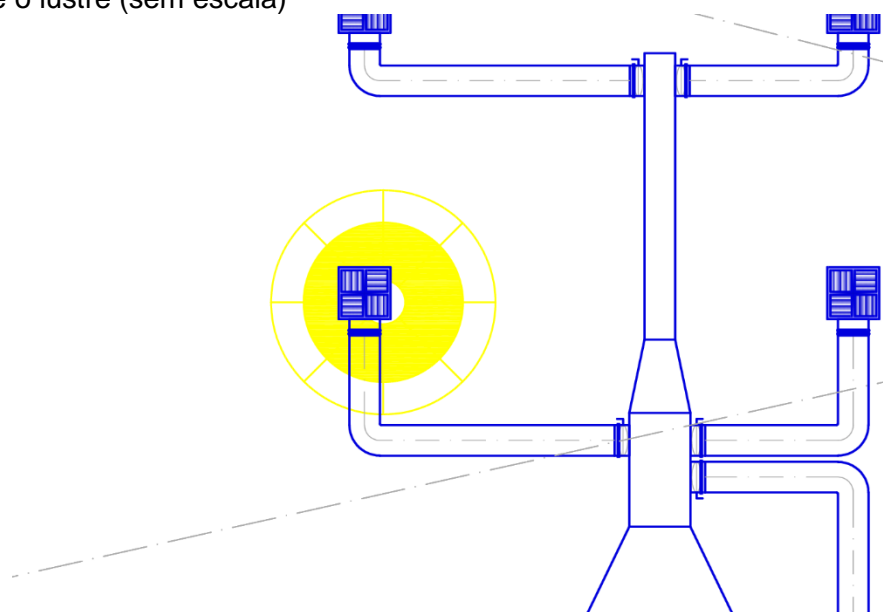
Figura 91 – Conflito C11: Incompatibilidade no 1º Pavimento entre os difusores de exaustão do BWC e a alvenaria (sem escala)



Adaptado do projeto da empresa, 2018.

No 2º Pavimento, o primeiro conflito apresentado será entre o lustre do projeto arquitetônico e o difusor de insuflamento do sistema de climatização, figura 92. O choque de posição entre o elemento frigorígeno e o lustre se repete nos conflitos C14 e C15, que foram destacados na figura 85. A solução encontrada para a incompatibilidade foi o deslocamento dos difusores de refrigeração conflitantes para uma posição adjacente aos lustres, o que causou o reposicionamento também de outros difusores, a fim de que se mantivesse uma harmonia entre suas posições.

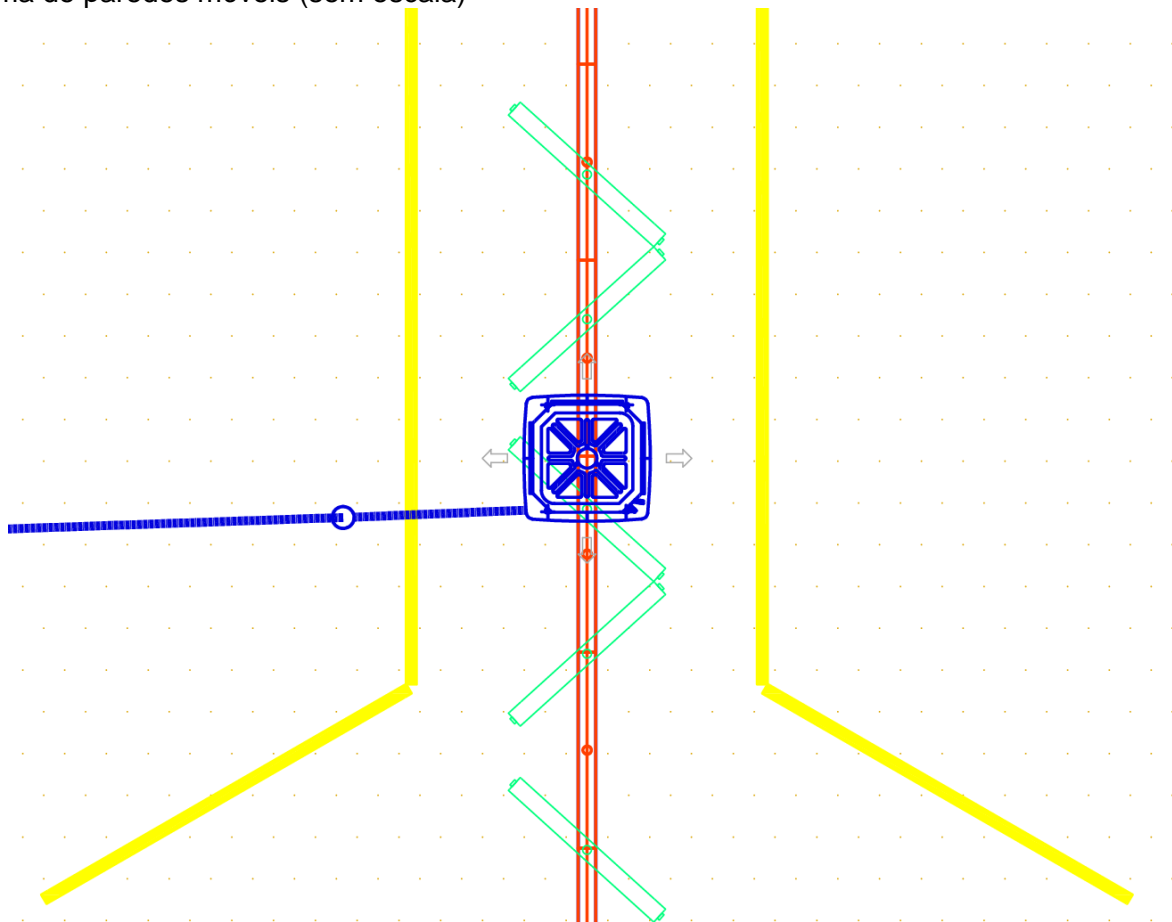
Figura 92 – Conflito C13: Incompatibilidade no 2º Pavimento entre a grelha difusora do ar condicionado e o lustre (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

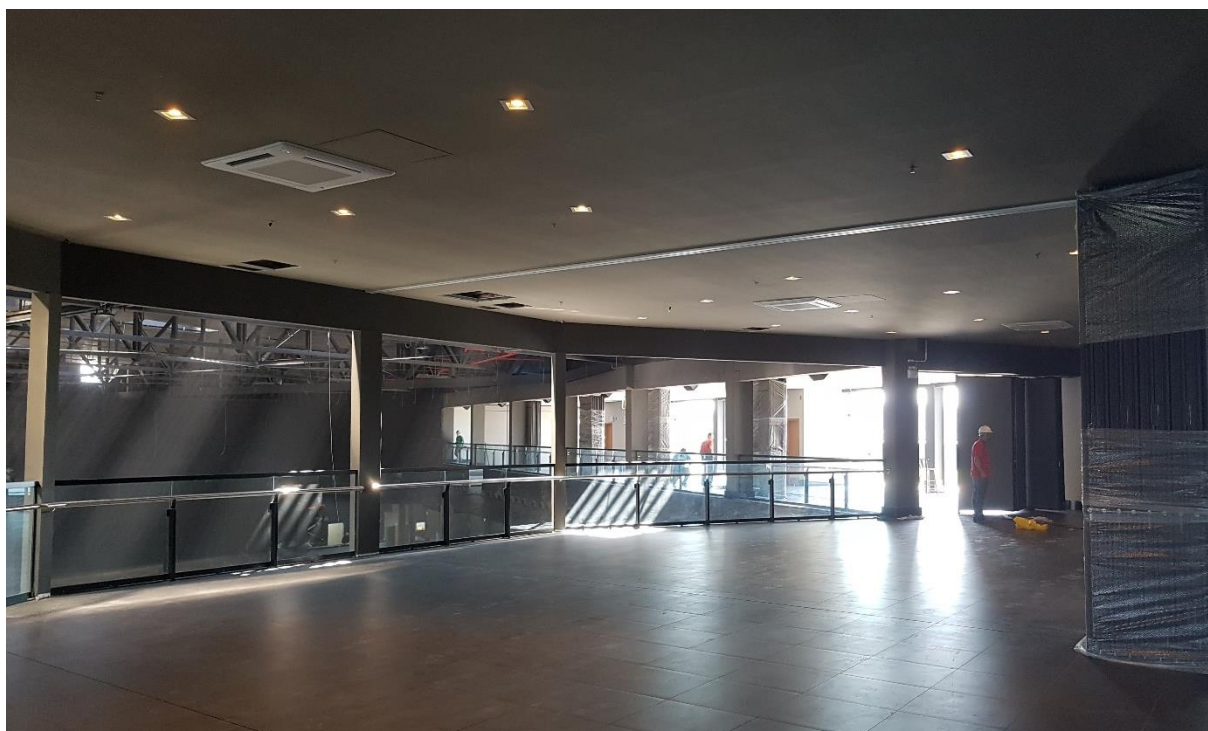
A figura 93 ilustra uma interferência entre o cassete de A.C. e o sistema de divisórias. Na região dos camarotes centrais do 2º Pavimento estava previsto três aparelhos frigorígenos, porém não havia sido considerado o projeto de paredes móveis, o que ocasionou no conflito. Para resolver este problema, em acordo com a empresa responsável pela climatização, acrescentou-se um cassete de ar condicionado e ambos foram reposicionados (tanto o central como o novo), ficando cada camarote central com dois aparelhos de refrigeração. A figura 94 apresenta uma foto do conflito após a compatibilização dos projetos.

Figura 93 – Conflito D1: Incompatibilidade no 2º Pavimento entre o cassete de A.C. e o sistema de paredes móveis (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

Figura 94 – Foto do conflito D1 após a compatibilização (sem escala)



Fonte: Adaptado do projeto da empresa, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Análise dos Resultados

Após a análise das plantas de sobreposição dos projetos envolvidos na compatibilização foi possível encontrar diversos conflitos entre os sistemas. Apenas o Subsolo não apresentou inconformidades entre as plantas analisadas. Foram ilustrados os diversos tipos de conflitos encontrados em cada pavimento, totalizando 38 incompatibilidades entre os projetos. A Quadro 1 apresenta o número de conflitos encontrados durante a compatibilização para cada pavimento.

Quadro 1 - Número de Conflitos Identificados

	Subsolo	Térreo	1º Pavimento	2º Pavimento	TOTAL
Arquitetônico X Estrutural	0	0	0	0	0
Arquitetônico X Paredes Móveis	0	8	4	2	14
Arquitetônico X Climatização	0	2	2	0	4
Forro X Paredes Móveis	0	0	2	0	2
Forro X Climatização	0	6	2	3	11
Paredes Móveis X Estrutural	0	6	0	0	6
Paredes Móveis X Climatização	0	0	0	1	1
TOTAL	0	22	10	6	38

Fonte: Autor, 2018.

Do total de 38 conflitos, 14 deles ocorreram entre o projeto arquitetônico e o de paredes móveis, sendo todos eles causados por desalinhamento entre as placas previstas no desenho arquitetônico e as projetadas pela empresa especializada. Nestes casos, foi mantida a posição estabelecida pelo projeto de divisórias móveis. O projeto de arquitetura também apresentou conflito com o de climatização. Foram duas interferências no Térreo e duas no 1º Pavimento, todas envolvendo o sistema de exaustão dos banheiros. Para o problema encontrado no Térreo, a solução foi prolongar o duto de descarga de ar até a parede externa do depósito. No 1º Pavimento, a solução foi deslocar os difusores de ar para uma posição não conflitante com a alvenaria.

Entre as plantas de arquitetura de forro e de paredes móveis foram identificadas apenas duas incompatibilidades, no 1º Pavimento, entre o trilho do sistema de placas móveis e o forro de gesso. Nestes casos, foi optado pela alteração do limite do forro de gesso, para que o trilho ficasse totalmente posicionado dentro de sua área. Outros conflitos identificados com o projeto de forro envolveram o projeto de climatização. Foram 11 interferências entre as plantas, sendo 4 conflitos entre a posição do cassete de ar e do forro, 4 entre o cassete de ar e o lustre e 3 entre os difusores do sistema de climatização “dutado” e os lustres. Nos casos envolvendo a posição do cassete com o forro, a solução adotada foi deslocar as máquinas de climatização daquela área, de forma que não ocorresse conflito com a transição entre forro de gesso e modular metálico. Para os casos do lustre com o cassete de ar, optou-se pelo deslocamento do lustre para uma posição adjacente ao aparelho frigorífero. Os outros 3 conflitos envolvendo o lustre e os equipamentos de climatização foram solucionados através da realocação das bocas de difusão de ar.

O projeto de paredes móveis foi o único que apresentou incompatibilidades com o projeto estrutural. Foram destacadas 6 interferências entre os dois sistemas, todas elas ocorridas devido ao raio de giro das placas móveis que, quando há uma troca de direção nos trilhos de 90°, se chocam com o console da viga em balanço, impedindo que o movimento seja completado. Por último, temos um conflito entre o projeto de paredes móveis e o de climatização, onde um cassete de A.C. aparece na mesma posição que a divisória entre os camarotes centrais do 2º Pavimento. Para resolver isso, optou-se pelo deslocamento do aparelho de climatização e a inclusão de um cassete, de forma que cada máquina ficou posicionada em um camarote.

Uma incompatibilidade que não pode ser prevista ocorreu entre o sistema de paredes móveis, a planta baixa de forro e o sistema de fancoils da climatização. Nessa situação, o projeto dos suportes de trilho das divisórias não previa os aparelhos de fancoil, o que causou uma alteração das dimensões dos suportes para sua instalação. Essa nova dimensão das peças acabou ultrapassando a divisão entre o forro de gesso (dentro do qual ela deveria ficar) e o forro modular das salas multiuso do 1º Pavimento, localizadas nas regiões 2 e 3, figuras 30 e 31 respectivamente. Devido a este conflito, as áreas de forro de gesso e forro modular foram alteradas, com um acréscimo na região de gesso e uma redução do revestimento modular.

4.2 Conclusão

Através deste trabalho foi possível verificar a importância que o processo de compatibilização tem sobre o desenvolvimento e a qualidade do produto que está sendo construído. Conflitos encontrados durante a execução acarretam em retrabalhos, atrasos no término da atividade e queda de rendimento. Para que o processo de compatibilização entre os projetos possa ser feito de forma mais eficiente é preciso, primeiramente, uma maior padronização entre os escritórios, com plantas equalizadas em relação à escala e orientação espacial. Outro fator importante está no início do processo de compatibilização, que deveria ser realizado durante todo o processo de concepção do projeto, permitindo que se desenvolva em um ambiente multidisciplinar. Isso possibilita que decisões de alteração sejam tomadas ainda nas fases iniciais, gerando economia de tempo e custos no processo de execução.

Apesar de suas limitações, a visualização 2D do sistema CAD permite uma verificação eficaz quanto a possíveis conflitos entre projetos. O processo de sobreposição de plantas através da ferramenta de referência externa (XREF) permitiu identificar diversas incompatibilidades entre os seguintes projetos: planta baixa, planta baixa de forro, estrutural, de paredes móveis e de climatização. Essas incompatibilidades se manifestam na forma de conflitos físicos e funcionais entre os elementos, sendo mais difícil sua identificação no segundo caso.

Como o processo de compatibilização de plantas 2D ainda é bastante manual, demanda-se tempo para sua realização, principalmente em obras maiores. O crescimento na demanda por projetos de alta complexidade foi um dos fatores que auxiliou no surgimento de novas ferramentas e estratégias, buscando obter uma gestão melhor das informações de projeto. É nesse cenário que surge a metodologia BIM, voltada para a construção de parâmetros e informações, indo muito além das representações em duas dimensões. Sua aplicação abrange todas as etapas do empreendimento, atuando desde as fases iniciais, de projeto e obra, até a demolição. A própria ferramenta de referência externa do AutoCAD é um exemplo de aplicação de metodologia BIM, permitindo ser desenvolvida uma colaboração entre os diferentes projetos envolvidos, facilitando o processo de compatibilização.

A concepção do projeto, por ser antiga, foi feita utilizando o sistema CAD. Na época, o valor de tecnologias e metodologias mais modernas (como o BIM) ainda era bastante elevado e sua aceitação ainda sofria preconceito. Assim, por considerarem

mais confiáveis, os proprietários optaram por contratar empresas tradicionais para realizar os projetos do empreendimento.

4.3 Sugestão para Trabalhos Futuros

De sugestão para trabalhos futuros fica realizar o restante da análise dos projetos da Arena Petry que foram compatibilizados, sendo eles: preventivo contra incêndio, de extração de fumaça, hidrossanitário, elétrico e telecomunicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ÁVILA, V. M. Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. Trabalho de Especialização, Belo Horizonte, UFMG, 2011.

CALLEGARI, S. Análise de compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2007.

COSTA, E. N. Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

FABRÍCIO, M. M. Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese de Doutorado. São Paulo, Escola Politécnica, USP. 2002. 329p.

FRANCO, L. S. Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. 1992. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1992

GOLÇALVES, J. F. Guia para Compatibilização de Projetos com BIM. Ebook - Mais engenharia –AltoQi. Disponível em: < <http://s3eng-tecnologia-aplicada-a-engenharia.rds.land/download-ebook-guia-de-compatibilizacao>>.

MELHADO, S. B. Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios. Tese de Doutorado, São Paulo, POLI/USP, 1994.

MELLONI, L. F. Engenharia Simultânea: potencialidades e limites. Tese – Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UNIMEP, 1998.

NÓBREGA, U. R. G. A importância da compatibilização de projetos das edificações para minimizar as falhas na execução, reduzir custos e garantir um maior controle de qualidade. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

O'CONNOR, J.T.; DAVIES, V.S. Constructability improvement during field operations. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 114, n. 4, p.548-64, Dec., 1988.

PMBOK. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). 6. ed. EUA: *Project Management Institute* (PMI), 2017