

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
ALEXSANDRO EDUARDO RAMOS KORZEKWA

**ESTUDO COMPARATIVO DO SISTEMA ESTRUTURAL EM AÇO FRENTE À
ESTRUTURA EM CONCRETO CONVENCIONAL**

CASCATEL - PR
2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
ALEXSANDRO EDUARDO RAMOS KORZEKWA

**ESTUDO COMPARATIVO DO SISTEMA ESTRUTURAL EM AÇO FRENTE À
ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professor Orientador: Eng. Civil Esp.
Ricardo Paganin**

CASCADEL - PR
2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais que me incentivaram no que eu desejava, me apoiaram independente de qual fosse minha escolha e me aconselharam quando precisava.

Agradeço ao meu orientador por sempre estar a minha disposição nas minhas dúvidas, e sempre apresentando suas considerações.

Agradeço aos meus amigos que contribuíram, sendo com incentivo ou com materiais.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte desta etapa importante e decisiva da minha vida.

RESUMO

As edificações podem ser executadas com diferentes sistemas estruturais, como por exemplo, podem ser de concreto ou de aço. Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de verificar o melhor desempenho dentre a estrutura de aço e a estrutura em concreto convencional, levando em consideração o critério do custo dos materiais utilizados para a supraestrutura. Para a realização desta comparação foi utilizado como amostra um edifício garagem, por ser um tipo de edificação muito utilizada devido a quantidade de veículos em circulação nas cidades e a necessidade de estacionamento. O projeto utilizado constitui um edifício de cinco pavimentos com cerca de 1200 m² por pavimento, os cálculos foram realizados por *softwares* com base nas normas NBR 6120 (1980) para o levantamento dos carregamentos, NBR 6118 (2014) para o dimensionamento da estrutura de concreto e NBR 8800 (2008) e AISC-LRFD (2010) para a estrutura em aço, após o dimensionamento, levantou-se o quantitativo dos materiais e realizou-se uma cotação dos mesmos pela tabela SINAPI da CAIXA e com a fornecedora de perfis metálicos para a região. Após o dimensionamento e comparação observou-se que a supraestrutura em concreto armado convencional é 77% mais barata que a supraestrutura de aço, porém, em contrapartida, a supraestrutura em aço é 23% mais leve que a de concreto convencional, sendo que isso poderá reduzir os custos da fundação.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura metálica, Estrutura em concreto e Comparativo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Garagem com rampa reta entre dois pavimentos.	14
Figura 02 - Garagem com rampas retas entre meio-pisos alternados.....	15
Figura 03 - Garagem com rampas helicoidais.	15
Figura 04 - Planta baixa térreo.	25
Figura 05 - Planta baixa tipo	26
Figura 06 - Valores de resistência das chapas de aço.....	27
Figura 07 - Tabela de classe de agressividade.....	28
Figura 08 - Tabela de correspondências para qualidade do concreto.....	28
Figura 09 - Tabela de correspondências para cobrimento nominal.....	29
Figura 10 - Comparativo dos custos entre concreto armado e a primeira simulação de Aço. .	38
Figura 11 - Comparativo dos pesos entre concreto armado e a primeira simulação de Aço....	38
Figura 12 - Comparativo dos custos entre concreto armado e a segunda simulação de Aço...	39
Figura 13 - Comparativo dos pesos entre concreto armado e a segunda simulação de Aço	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor unitário dos insumos segundo SINAPI	32
Tabela 2 - Valores finais da supraestrutura em concreto armado.....	33
Tabela 3 - Quantitativos dos insumos referentes a supraestrutura em aço	34
Tabela 4 - Valores finais da estrutura em aço para a primeira simulação	35
Tabela 5 - Valores finais da estrutura em aço para a segunda simulação	35

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	9
1.1 INTRODUÇÃO	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	12
CAPÍTULO 2	13
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1.1 Edifício garagem	13
2.1.1.1 Rampas	13
2.1.1.2 Pilares	15
2.1.1.3 Vigas	16
2.1.1.4 Lajes	17
2.2 ESTRUTURAS METÁLICAS	17
2.3 ESTRUTURA EM CONCRETO	19
2.3.2 Concreto Auto Adensável (CAA)	20
2.3.3 Concreto Bombeável	21
2.3.4 Concreto Convencional	22
2.4 CARREGAMENTOS	22
2.5 CUSTOS	22
CAPÍTULO 3	24
3.1 METODOLOGIA	24
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	24
3.1.2 Caracterização da amostra	24
3.1.3 Dimensionamento das estruturas	27
3.1.3.1 Estrutura metálica	27
3.1.3.2 Estrutura em concreto	28
3.1.4 Coleta de dados	29
3.1.5 Análise dos dados	30
CAPÍTULO 4	31

4.1 RESULTADOS E DISCUÇÕES	31
4.1.1 Dados utilizados	31
4.1.2 Concreto armado.....	32
4.1.3 Estrutura em aço	33
4.1.4 Concreto x Aço.....	38
CAPÍTULO 5.....	41
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
CAPÍTULO 6.....	42
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	42
REFERÊNCIAS	43

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Federação Ibero-americana de Concreto Pronto (FIHP, S/D), tornou-se um padrão utilizar como método construtivo o concreto convencional em estruturas de edificações. Estima-se ainda que sejam utilizadas cerca de 11 bilhões de toneladas de concreto anualmente no mundo, o que leva a aproximadamente um consumo médio 1,9 toneladas de concreto por pessoa por ano, este valor só é inferior ao consumo de água. Enquanto que no Brasil os materiais que saem das centrais dosadoras giram em torno de 30 milhões de metros cúbicos anualmente. Entre 2002 e 2012 o consumo de concreto preparado em centrais chegou a ter um aumento de 180%, com isso estima-se que chegou a ser produzido pelas concreteiras cerca de 51 milhões de metros cúbicos no ano de 2012 (ABCP, 2013).

Além das estruturas em concreto, que é o método mais utilizado ainda, tem-se as estruturas em aço que também podem ser utilizadas como elemento estrutural. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), no Brasil foram gastas cerca de 34,2 milhões de toneladas de aço bruto no ano de 2013. Segundo Instituto Aço Brasil (IABr, 2015), em 2015, a produção bruta de aço chegou a marca de 33,3 milhões de toneladas. Isto demonstra que se teve uma diminuição de 0,88% na produção de aço bruto no país. Em pesquisas mais frequentes, a produção brasileira de aço bruto em fevereiro de 2016 foi cerca de 2,43 milhões de toneladas de aço, tendo uma queda de 8,7% em relação ao mesmo período do ano de 2015 (IABr, 2016). Com estes dados pode-se perceber que se diminui a produção por consequência da diminuição da utilização do produto, afetando diretamente a quantidade das obras.

Geralmente, o aço é utilizado somente para fazer o “par perfeito” com o concreto, no entanto, o aço também é um ótimo material para uma estrutura. Ele consegue proporcionar resistência semelhante à do concreto, porém com peso próprio reduzido tornando, portanto, uma edificação mais leve e na maioria das vezes vãos maiores e mais limpos. Segundo o Centro Brasileiro de Construções em Aço (CBCA, S/D) uma edificação feita em estrutura metálica pode ter a carga na base e os custos com fundação reduzidos em até 30% do valor que seria em concreto.

É essencial para uma obra eficiente o tempo de execução de uma estrutura. Fazendo-se o comparativo de eficiência de execução, a estrutura em aço tem um tempo muito menor, chegando até 40% menos do tempo de execução de uma estrutura em concreto, isto devido ao

fato que permitisse trabalhar em diversas frentes de serviço ao mesmo tempo, diminuindo a quantidade de formas e de escoramentos (CBCA, S/D).

Os consumidores do mercado da construção civil estão mais exigentes, tendo acesso a toda e qualquer informação a que desejar, sendo assim, o maior interesse dos usuários é a qualidade da edificação. Nesse quesito de qualidade também se pode incluir o custo para materializar a obra, os detalhes feitos às exigências do consumidor e ainda sim o tempo de execução do empreendimento, pois no caso de um empreendimento comercial tal fator pode diminuir o tempo de retorno do investimento.

Com isso, percebe-se a importância de um estudo detalhado e aprofundado sobre as estruturas e suas vantagens para cada circunstância, pois a qualidade nas construções deve ser fator determinante. Assim, este trabalho busca demonstrar um estudo de caso comparativo entre um edifício comercial em estrutura em concreto convencional e o mesmo edifício com estrutura metálica, verificando bibliograficamente as vantagens e desvantagens entre os sistemas e os custos relacionados à superestrutura a cada modelo estrutural.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Comparar o desempenho da estrutura em aço frente a estrutura em concreto para execução de um edifício garagem na cidade de Cascavel – PR levando em consideração o critério de custo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a carga para as estruturas;
- Indicar as vantagens e desvantagens de cada método;
- Realizar os cálculos estruturais através de *softwares*;
- Levantar os custos dos materiais necessários para a execução da supraestrutura.

1.3 JUSTIFICATIVA

O número de edificações executadas, mesmo afetado pela crise econômica que atinge o Brasil, ainda é significativo. Quando uma edificação é projetada ocorre que quanto mais

rápido for executada, maior retorno terá para o empreendedor. Em entrevista o diretor da ABCEM Luiz Carlos Caggiano Santos em 2011 disse “Ninguém investe se não tiver retorno financeiro. O empreendedor quer ter logo o dinheiro de volta, e quanto antes terminar a obra mais cedo ele recupera o que investiu”. Diante disso, o aumento da velocidade construtiva almejada é grande, considerando ainda manter-se a qualidade nas edificações e a redução de custos.

Por estes motivos, as estruturas devem ser definidas de maneira que se observem sua viabilidade, assim como o sistema estrutural viável para a situação, visto que o objetivo almejado inclui a satisfação dos usuários da edificação, a rentabilidade financeira e a partir destes preceitos a valorização do trabalho desenvolvido pelo construtor. Diante disso, a verificação das vantagens e desvantagens de dois sistemas construtivos é pertinente, assim como o levantamento dos custos envolvidos para cada sistema estrutural, a fim de auxiliar a tomada de decisão.

Apesar de não tão comum na sociedade brasileira, a utilização da estrutura metálica tem muitas vantagens. Um aspecto muito observado pelos usuários do empreendimento é a área útil que se tem, que faz a estrutura em aço uma opção pois sua estrutura vence grandes vão com mais facilidade que a estrutura em concreto. Outro ponto favorável ao uso desse sistema construtivo é a flexibilidade de mudanças, pois permite realizar adaptações, ampliações, reformas com muito mais facilidade. O menor prazo de execução é um fator muito considerado pelos empreendedores, o que torna a estrutura metálica mais vantajosa, chegando a ser até 40% mais rápida que a estrutura realizada em concreto.

Para manter a segurança do trabalho deve-se ter uma boa organização no canteiro de obras, possibilitado pela execução com estrutura metálica, pois não há necessidade de armazenagem das estruturas *in loco*. Uma vantagem de sustentabilidade que se tem também é que futuramente, se necessária a retirada da estrutura para ser feito outro estilo de edificação, o aço pode ser 100% reciclado e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas, tendo assim uma menor geração de rejeitos (CBCA, S/D).

Bem como a estrutura metálica tem suas vantagens, a estrutura em concreto apresenta algumas que devem ser levadas em consideração. Segundo Carvalho e Filho (2007), podem ser consideradas vantagens do concreto a apresentação de uma boa resistência à maioria das solicitações, ele apresenta uma boa trabalhabilidade podendo se utilizar com vários formatos, sendo assim escolhida a mais conveniente para o momento. Com isso, o projetista e até mesmo o arquiteto tem liberdade para trabalhar, o concreto pode também ser empregado como uma estrutura monolítica, diferentemente da estrutura em aço e madeira que não têm

esta possibilidade. Se for bem executado é um material muito durável, tem grande resistência a choques, vibrações, efeitos térmicos e desgastes mecânicos.

Um levantamento de custos básicos feito pelo Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA, 2014) apresenta dados significativos quanto a valores e tempo de execução, neste estudo percebeu-se que o custo da estrutura em aço em comparação a uma estrutura em concreto foi 21,62% maior, o que dependendo a disponibilidade de capital do empreendedor não a tornaria viável. Porém, em contrapartida, o tempo que seria gasto para fazer a estrutura metálica seria 50% menor do que em concreto, o que poderia ser considerado vantagem caso a rapidez do serviço fosse fator determinante para a tomada de decisão.

Diante dos fatos que foram apresentados, percebe-se a importância da verificação e comparação destes dois sistemas construtivos, nesse caso para um edifício garagem. Baseando-se nos resultados que serão obtidos com esta pesquisa, a tomada de decisão sobre o sistema estrutural a ser utilizado pode ser fundamentada e realizada de forma mais precisa, visando-se a melhor opção para ambos os lados (empreendedor e usuário).

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Qual o sistema estrutural que se aplica melhor à situação com base na comparação dos custos da supraestrutura?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa será limitada ao estudo das estruturas em concreto convencional e em aço para um edifício garagem localizado em Cascavel – Paraná, com aproximadamente 1200 m² de área por pavimento, contando com cinco pavimentos.

Limita-se a pesquisa ao estudo das duas estruturas avaliando qual teria melhor desempenho em relação ao custo da superestrutura e também quanto ao tempo de retorno do investimento. O projeto arquitetônico que será usado como base para que seja feita a estrutura será projetado utilizando um terreno hipotético de 35 metros de frente por 50 metros de profundidade. O levantamento de carregamentos será feito levando-se em conta a quantidade de veículos por pavimento, e os cálculos serão baseados nestes carregamentos e feitos todos com *software*. Em relação à estrutura metálica será utilizada como base a NBR 8800:2008, já a estrutura em concreto terá como utilização a NBR 6118:2014. Restringe-se a um edifício garagem contendo cinco pavimentos, indicando a estrutura mais viável para o mesmo.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Edifício garagem

Um dos principais problemas de uma cidade grande é a dificuldade de se conseguir uma vaga de veículos, visto que a oferta de vagas chega somente a 37% da necessidade em grandes cidades como São Paulo (VEJA, 2013). Isso se deve grande aumento da aquisição de veículos tendo em vista o condicionamento do transporte público e a praticidade que um veículo particular traz, evitando ter de esperar os horários fixos para sair ou ter que se locomover em verdadeiras “latas de sardinhas”, que se tornam os transportes públicos nos horários de pico.

Uma alternativa para suprir esta necessidade de vagas de estacionamento seria a implantação de um edifício garagem, o qual comportaria um grande número de automotores utilitários e veículos de passeio. Seria um empreendimento favorável ao usuário, pois teria uma comodidade e maior segurança, deixando seu veículo em um edifício garagem do que o deixando apenas na rua, e por outro lado seria rentável ao empreendedor do imóvel, que teria uma grande quantidade de veículos em um pequeno espaço horizontal, tendo um grande espaço em pavimentos. “A utilização de edifícios garagem permite um aumento do número de vagas e faturamento, que pode chegar a três vezes ou mais” (BEVILAQUA, 2010, p. 2).

De acordo com Bevilaqua (2010), um edifício garagem permite um melhor aproveitamento da área dos terrenos, visto que a cada pavimento construído a mais dobra a quantidade de vagas que seria disposta no pavimento térreo de uma garagem comum de um pavimento. Neste ponto que se implica o maior rendimento do empreendedor do imóvel.

2.1.1.1 Rampas

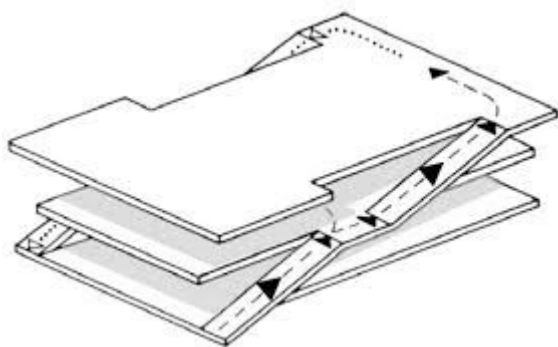
Segundo Bevilaqua (2010), os edifícios garagens podem ter 3 diferentes tipos de acesso (rampas, elevador e automatizado), a escolha de um tipo específico vai depender de alguns fatores como, por exemplo, o valor que vai ser desembolsado pelo empreendedor, o espaço disponível para se fazer os acessos, e o que for mais vantajoso para o local.

Um edifício garagem automatizado se refere a um edifício com um elevador central que leva os automóveis diretamente em suas vagas, sem a necessidade de um motorista, tudo feito por computadores e máquinas. Já aqueles que tem somente elevador necessitam um condutor,

pois é como se fosse um elevador comum para pessoas, porém os usuários entram com seus carros e o elevador somente o leva ao andar desejado, portanto a colocação nas vagas é totalmente manual. E por último, os edifícios com rampas, como o próprio nome diz, ele tem rampas que dão acesso aos demais pavimentos, eles são edifícios totalmente manuais, o condutor tem que fazer tudo. Estes edifícios com rampas são os mais usuais por serem os mais econômicos na construção (BEVILAQUA, 2010).

A garagem com rampa reta entre dois pavimentos (Figura 01), que é uma das mais usuais, tem sua locação no perímetro lateral da garagem entre dois pavimentos, conseguindo vencer um lance completo de piso. Este estilo de rampas tem como principal vantagem a praticidade de se subir dois pavimentos consecutivos sem a necessidade de se dirigir a uma outra rampa, porém sua principal desvantagem seria a utilização de um grande espaço lateral que poderia ser utilizado para mais vagas de veículos. Sua dimensão mínima é 3,0 m (três metros) de largura livre, porém, se for de mão dupla, deve ter no mínimo 7,0 m (sete metros), e para a segurança dos veículos e condutores, nas laterais deve-se ter uma proteção de no mínimo 25 cm (vinte e cinco) centímetros de altura (BEVILAQUA, 2010).

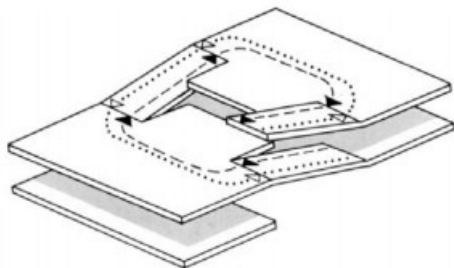
Figura 01 – Garagem com rampa reta entre dois pavimentos.



Fonte: KLOSE, (1965, *apud* BEVILAQUA, 2010).

A garagem com rampas retas entre meio-pisos alternados representada na Figura 02, quando se é observada tem-se a impressão de uma rampa mais compacta. É uma rampa utilizada para evitar o uso de grandes rampas e contínuas, para um melhor conforto do usuário. Esta é a melhor opção para terrenos com um grande desnível, com isso não há necessidade de terraplenar o terreno em um único nível, podem ser feitos vários níveis de pavimentos alternados, com rampas mais suaves. As dimensões mínimas são as mesmas das especificadas da rampa reta entre dois pavimentos (BEVILAQUA, 2010).

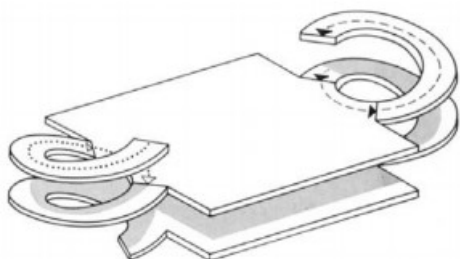
Figura 02 - Garagem com rampas retas entre meio-pisos alternados.



Fonte: KLOSE, (1965, *apud* BEVILAQUA, 2010).

Por último, tem-se a garagem com rampas helicoidais, como mostra a Figura 03. Esta rampa é bastante utilizada em terrenos com uma largura reduzida, facilitando o acesso aos pavimentos superiores. Para este tipo de tampa deve-se observar a dimensão mínima de raio de 9,5 m (nove metros e cinquenta centímetros) da borda externa. Outro detalhe que deve ser observado é que o motorista deve fazer a curva para o lado anti-horário pois facilita a visão do motorista (BEVILAQUA, 2010).

Figura 03 - Garagem com rampas helicoidais.



Fonte: KLOSE, (1965, *apud* BEVILAQUA, 2010).

2.1.1.2 Pilares

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 84), que trata de projetos de estruturas em concreto, pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”.

Pilares-paredes, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 84), “são elementos de superfície plana ou casca cilíndrica, usualmente dispostos na vertical e submetidos preponderantemente à compressão”. Podem ser compostos por uma ou mais superfícies associadas. Para que se tenha um pilar-parede, em alguma dessas superfícies a menor dimensão deve ser menos que 1/5 da maior, ambas consideradas na seção transversal do elemento estrutural.

Nas garagens, um dos maiores problemas que se tem está diretamente ligado com o espaço para se manobrar o automóvel. Para vagas a 90°, que é a maneira de colocação que teria melhor rendimento em pouco espaço (MASCARÓ, 1989), tem-se uma grande dificuldade nos edifícios de estrutura em concreto em deixar os cinco metros necessários em frente a vaga para que o usuário possa manobrar tranquilamente.

Num edifício garagem em estrutura em aço consegue-se ter um melhor aproveitamento do espaço, pois grandes vãos conseguem ser vencidos mais facilmente. A locação dos pilares afeta diretamente este ponto. Uma má locação pode dificultar a manobra do usuário do estacionamento. Assim, deve ser analisada cuidadosamente a distribuição das vagas com a locação dos pilares e optar pela opção que ofereça a melhor relação custo/benefício para o empreendimento (BEVILAQUA, 2010).

Ainda em estruturas metálicas a seção dos pilares é relativamente menor do que as seções de pilares em concreto, isso faz com que esta tenha uma vantagem pois possui menos pontos para atrapalhar o motorista, tornando o ambiente mais limpo de estrutura (PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL, S/D).

2.1.1.3 Vigas

Por definição da NBR 6118:2014 (p. 83), vigas “são elementos lineares em que a flexão é preponderante”.

O cuidado com as vigas é de suma importância. Como o concreto por sua vez não apresenta resistência necessária para tração, são utilizadas as barras de aço para que a viga consiga resistir aos esforços de tração que nela agem (JÚNIOR, S/D). Já para vigas metálicas não se tem esse problema devido à grande resistência à tração que a mesma apresenta.

Em relação à estrutura de concreto, apresentam somente vigas principais, que é um dos principais elementos da estrutura e um dos mais comumente encontrado nas estruturas, contendo além das armaduras para resistirem a tração, tem-se o próprio concreto que possui de 5 a 10% de sua carga de compressão resistente à tração (LEET *et al.*, 2009).

As vigas metálicas são divididas em vigas principais e secundárias. As principais são aquelas que recebem toda a carga da laje e das vigas secundárias e descarregam as mesmas nos pilares diretamente. As vigas secundárias são de menor seção, porém em maior quantidade, elas recebem as cargas das lajes e descarregam nas vigas principais que as rodeiam, fazendo com que a flecha da laje seja a menor possível com as cargas ali dispostas (BEVILAQUA, 2010).

2.1.1.4 Lajes

As lajes, em conjunto com as vigas, compõem o sistema de piso de um prédio. As lajes são elementos planos, geralmente horizontais, tendo suas dimensões de comprimento e largura maior que a espessura. Sua principal função é receber as cargas geradas pelo que estiver em cima proveniente do uso e transferi-las para as vigas, pilares, ou seja, os apoios. Uma laje maciça pode chegar até 50% do total de consumo de concreto da estrutura (FUNDAMENTOS DO CONCRETO E PROJETO DE EDIFÍCIOS, 2007).

Independentemente se feitas de concreto, mistas ou madeira, as lajes são de suma importância, pois a carga irá agir sobre elas, por isso, para total segurança, este processo deve ser bem estudado, evidentemente em conjunto com as vigas, não deixando grandes espaços que a laje não suporte as cargas que ali se apresentarão, evitando fazer a desforma antes do prazo estabelecido em projeto e a colocação de cargas na laje antes do período mínimo de cura necessário, visto que o não cumprimento correto desses prazos e períodos acarretam em problemas de fissurações nas lajes. (TÉCHNE, 2006). Deste modo, devem ser estudados com muito cuidado para não ocorrer problemas futuros que podem levar à ocorrência de uma ruptura, ocasionando grandes danos físicos e financeiros.

2.2 ESTRUTURAS METÁLICAS

O aço é produzido em várias formas, dependendo da finalidade para qual vai ser usado e como quer ser usado, também depende do que o projetista estipulou para que resista às cargas que ali serão aplicadas.

No momento, segundo CBCA (2014), existem no mercado mais de 3500 tipos de aço disponíveis para uso e cerca de 75% deles foram desenvolvidos nos últimos 20 anos. Isto demonstra como o mercado de construção em aço está se desenvolvendo muito rapidamente para atender à toda necessidade que existe. Os aços-carbonos, que são os mais utilizados para estruturas, possuem em sua composição alguns elementos químicos que são utilizados em quantidades limitadas e controladas para que o elemento saia na melhor condição para ser trabalhado, os elementos são: carbono (C), silício (Si), manganês (Mn), enxofre (S) e fósforo (P).

Para a área da construção civil, os aços de maior interesse são os chamados de aços estruturais de média e alta resistência mecânica. Estes aços são os mais visados pelos fatores de resistência, ductilidade e outras propriedades, que os tornam peças boas o suficiente para

que sejam usados em estruturas e para que resistam perfeitamente às cargas que ali serão aplicadas, sem que ocorra qualquer problema de ruptura (PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL, S/D).

Observando-se a parte mais técnica, podem ser admitidos como uns dos principais requisitos para o aço que é destinado na aplicação estrutural pode ser a elevada tensão de escoamento, boa soldabilidade e também boa trabalhabilidade em operações como corte, furação e dobramento, sem que se apresente fissuras ou outros defeitos prejudicando sua qualidade. (CBCA, 2014).

A maior procura em relação a estruturas em aço é para vencer grandes vãos, segundo CBCA (2014), tendo assim um ambiente limpo de pilares e comumente utilizadas para fazer cobertura por ser um material leve. Por estes motivos, torna-se muito comum sua utilização em pontes, galpões, ginásios esportivos, coberturas de edifícios.

Ao fazer uma estrutura em aço existem várias vantagens a serem observadas que são muito importantes para o empreendedor. Por exemplo, a manutenção de um edifício em aço tem um baixo custo que, segundo ABCEM (2012), em média é de 0,7 a 2% do custo de produção das peças a cada ano, além da flexibilidade para a ampliação do imóvel que é muito mais fácil e acessível comparado com uma estrutura em concreto na mesma situação.

Além do mais, um edifício garagem executado em aço tem um prazo de execução muito curto se comparado com a execução em concreto, pois as peças são fabricadas fora do canteiro da obra, por este motivo podem ser feitas durante a execução da fundação, retirada de solo. Além disso, a parte da montagem é rápida e não tem a necessidade de um local para armazenamento das peças in loco, somente são movimentadas até a obra as peças que forem possíveis de colocação no mesmo dia, desta forma, a execução em aço facilita e acelera a montagem da edificação (CBCA, 2015).

Para cálculo de estruturas metálicas, segundo a norma NBR 8800:2008, deve-se ter o carregamento permanente e variável, pois devem ser realizados os cálculos para todo e qualquer tipo de carga que possa existir naquele elemento estrutural em questão. Também é necessário que sejam delimitados o tipo de aço e o perfil que se pretenderá utilizar para a realização da estrutura. Com estas delimitações feitas, inicia-se o estudo, com embasamento em cálculos verifica-se se este perfil previamente supostos resistirá a todos os tipos de esforços que atuantes na estrutura.

Para tanto, deve ser observado se é uma peça tracionada ou comprimida, se tem a presença de ligações com conectores ou com solda, observando-se com cuidado as emendas de vigas e pilares, para que possa ser calculado com embasamento em flexocompressão e

flexotração. Em alguns casos específicos é aconselhável a utilização da estrutura mista, que é a união entre estruturas de aço e de concreto, ou seja, a mistura de perfis em aço com a estrutura em concreto num mesmo elemento. E, por fim, deve ser realizada a análise estrutural em regime plástico que pode ocorrer na estrutura em questão, ou seja, comparando a carga que será situada na estrutura (atuante em serviço) e a carga que gerará uma ruptura da seção da estrutura, com isso consegue-se definir um coeficiente de segurança como a relação entre o primeiro e o segundo carregamento.

2.3 ESTRUTURA EM CONCRETO

O concreto é a estrutura mais comumente utilizada nas construções do Brasil, por ter um fácil acesso e utilização. Mas para se tornar o concreto, existem alguns componentes básicos que são misturados, começando pelo primordial cimento (sua matéria prima principal é tida como calcário, segundo a ABCP, 2009), tem-se também em sua composição a adição de água e agregados. Os agregados são divididos entre graúdos e miúdos, ou seja, areia e britas. Este conjunto de componentes formam um conjunto chamado bloco monolítico, como se fosse uma estrutura única (PORTAL DO CONCRETO, S/D).

Para um bom preparo do concreto deve-se ter muita atenção, pois é necessário manter a qualidade no produto, observando-se sempre a quantidade de água empregada para que o concreto não fique nem muito mole, nem muito duro, deve sempre ficar no ponto calculado, pois a água é responsável por ativar a reação química que tem a capacidade de transformar o cimento em uma pasta aglomerante e muito resistente. Se não tiver este cuidado efetivo, o concreto pode não chegar na resistência necessária de projeto (QUALIFY, S/D).

Segundo o Portal do Concreto (S/D) o principal fator da mistura de concreto chegar a sua melhor resistência é a água e o cimento, que tem um fator específico dito como água/cimento (a/c), que é o ponto mais utilizado para que o concreto tenha sua melhor característica de resistência à compressão gerada devido às cargas de uma edificação.

Os agregados graúdos e miúdos são de suma importância para que a estrutura que será obtida pela mistura dos mesmos com o cimento e água fique sem vazios, de modo a preencher todos com uma boa distribuição granulométrica, pois a porosidade na estrutura tem por sua vez influência direta na resistência e na permeabilidade, podendo ocasionar infiltração de água, fazendo com que os vergalhões no seu interior comecem a se desmanchar até virar pó e posteriormente originarem rupturas se não houver um cuidado essencial, segundo Portal do Concreto (S/D).

Para cálculo de estrutura em concreto deve ser considerada a norma da ABNT NBR 6118:2014 que passa os detalhes de dimensionamento que devem ocorrer numa estrutura de concreto. As estruturas em concreto devem atender a alguns requisitos mínimos de qualidade devendo apresentar capacidade resistente, o que basicamente é a segurança quanto à ruptura da peça. Devem também possuir desempenho em serviço, que consiste na estrutura manter suas condições em perfeito estado durante toda sua vida útil, não apresentando danos que possam comprometer parte ou toda a estrutura. Outro requisito básico é a alta durabilidade, o que quer dizer que deve ter a capacidade de resistir às influências ambientais previstas por projeto de cálculo.

2.3.2 Concreto Auto Adensável (CAA)

O concreto auto adensável tem sido descrito como “o desenvolvimento mais revolucionário nas construções em concreto por várias décadas” (EFNARC, 2002). Trata-se de um concreto muito plástico, devido a isto, consegue fazer todos os preenchimentos de vazios somente com o seu peso próprio e a gravidade, sem a utilização de qualquer equipamento de vibração, isto ocorre por ter uma consistência bem líquida, o que faz com que ele escorra na extensão da forma fazendo-a completamente cheia sem vazios no seu interior, oferecendo assim excelente envolvimento das barras de aço e outros obstáculos que possam existir, mantendo totalmente adequada a homogeneidade.

A tecnologia ajuda muito para a prática e estudos de novas variações de concretos, através das pesquisas são feitos e aplicados novos aditivos, que neste caso pode ser usado um aditivo superplastificante ou modificadores de viscosidade, combinados ainda com um alto teor de agregados finos para que fique o mais líquido possível. Este CAA está ganhando um grande impulso em sua utilização junto aos construtores, devido a sua praticidade e a sua viabilidade financeira na execução de estruturas (ABESC, S/D).

Segundo a ABESC (S/D) existem algumas vantagens próprias e especiais desta variação de concreto, que no momento do estudo do melhor concreto há que ser observadas, são elas: ter um menor valor na aplicação de concreto por m^3 , devido a sua grande fluidez permite o bombeamento por grandes distâncias, o que muitas vezes é essencial; maior velocidade na hora da concretagem e menor utilização de trabalho braçal; maior durabilidade das formas, pois não tem a utilização de vibradores que podem danificar as mesmas quando encostados e facilidade para se deixar a laje nivelada, pois o funcionário terá que fazer menos força para

puxar a régua de nivelar o que garante um excelente acabamento se for usar a estrutura, por exemplo, em concreto aparente.

A ABESC (S/D), indicou como principais utilizações obras que vão empregar como acabamento o concreto aparente, peças com muitos detalhes e/ou com formato não convencional, o que dificultaria muito a utilização de vibradores para a homogeneização da peça além de formas com uma grande concentração de armaduras, as quais poderiam não ter o espaço necessário para a entrada do equipamento vibrador.

2.3.3 Concreto Bombeável

O concreto bombeável é uma variação muito utilizada do concreto, ele é ideal para todo e qualquer tipo de obra, porém é geralmente utilizado em lugares de difícil acesso, obras de grandes alturas. Como ele é bombeável, como o próprio nome diz, é uma das melhores soluções em questão de grandes quantidades em um pequeno espaço de tempo, facilitando o trabalho de movimentação do concreto (ABESC, 2007).

Para uma melhor exemplificação, é o caso que se apresenta em uma edificação com grandes lajes, ou em fundações com grande quantidade de estacas, nos tubulões que por seu diâmetro de fuste sempre largo e sua base maior, vai uma grande quantidade de concreto, o que é facilitado pelo bombeamento do concreto, tornando a concretagem mais rápida e fácil.

A sua velocidade comparada com os outros tipos de concreto é impressionante, vencendo grandes alturas e também grandes distâncias horizontais. Sua capacidade de bombeamento é muito grande, podendo chegar de 35 a 45 metros cúbicos de concreto por hora, o que propicia uma velocidade excepcional para o trabalho. Alguns equipamentos chegam a ter a capacidade de bombear até 100 metros cúbicos, o que é muito útil pensando-se em uma obra de grande porte que pode ter algumas centenas de metros cúbicos por concretagem (ABESC, 2007).

Para que o concreto passe tranquilamente pela tubulação deve-se ter um diâmetro adequado, levando em consideração qual brita está sendo utilizada, quantidade de concreto que será bombeado por hora, a partir destes fatores, a tubulação pode variar entre 3 a 5½ polegadas de diâmetro (PORTAL DO CONCRETO, S/D).

Segundo Portal do Concreto (S/D), por ser um concreto que deve ser mais plástico do que o convencional, seu uso torna-se outra vantagem visto que a trabalhabilidade fica relativamente mais fácil, necessitando de menos vibração para sua homogeneização, tendo assim um melhor acabamento.

2.3.4 Concreto Convencional

Pode se dizer que o concreto convencional não tem nenhuma característica especial em sua composição, somente o básico: cimento, água, areia e brita, o que é o usual no dia a dia da construção civil, comumente utilizado em pequenas obras nas quais o concreto é feito em betoneiras (PORTAL DO CONCRETO, S/D).

Segundo o Portal do Concreto (S/D), este é um tipo de concreto base, portanto, pode ser usado basicamente em qualquer tipo de estrutura, sempre se tomando cuidado como é feito, cuidando com cautela o fator a/c que é muito importante. Por ser mais simples, é consequentemente um concreto mais econômico que os demais.

2.4 CARREGAMENTOS

Os carregamentos são o princípio para o dimensionamento de qualquer estrutura, independente da finalidade do edifício. Para cálculo temos carregamentos já estipulados pela ABNT NBR 6120:1980, que traz o carregamento dividido entre cargas acidentais e cargas permanentes.

Por definição da NBR 6120:1980, entende-se por carga permanente todos e quaisquer carregamentos que sejam fixos ou de instalação permanente como contrapiso, revestimento, alvenaria, somados ao peso próprio da estrutura. Já a carga acidental é considerada toda carga que é acrescida sobre a estrutura da edificação em função do seu uso, que pode ser pessoas, móveis ou, como no caso do edifício garagem, os veículos. Tem-se também as ações excepcionais que são cargas de duração extremamente curta e que a probabilidade de ocorrer durante a vida útil da construção é quase nula.

Para os dois carregamentos há tabelas apresentadas na NBR 6120:1980, que exibem o valor a ser adotado para cada situação de carga acidental e para cada material de carga permanente, para que a partir destes dados seja concluído o carregamento final atuante na estrutura.

2.5 CUSTOS

Um dos objetivos básicos e primordiais de uma empresa é a maximização dos seus resultados, ou seja, procurará sempre ter a máxima produção possível. Mas com todos os fatores de produção sendo bem escassos, para conseguir esta produção a empresa necessita

pagar um preço para pode utilizá-lo. Estes fatores de máxima produção juntando com o preço de mão de obra e material, é que se determinado o custo total de produção (PINHO e VASCONCELOS, 1998).

Para Pinho e Vasconcelos (1998), uma maior produção traz um maior custo total, portanto, para um se ter um maior lucro com produção tem se um maior custo, para isso a empresa sempre deve estar maximizando ou otimizando seus resultados. O que pode ser observado é que quanto menor o tempo de produção para um mesmo empreendimento pode-se ampliar os custos totais finais, visto que demandam uma maximização do serviço.

Os custos para os materiais utilizados nos projetos estruturais serão vistos na tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) para obtenção de referência de custos, a qual estabelece regras e critérios para a elaboração da orçamentação de obras e serviços de engenharia. A Caixa Econômica Federal permite a utilização dessas referências disponibilizando os preços e custos do SINAPI.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de uma análise comparativa entre estruturas metálicas e de concreto em um edifício de 5 pavimentos (garagem) localizado na cidade de Cascavel – PR, um projeto hipotético de estruturas, levando em consideração os quesitos para cálculos estruturais conforme já estabelecidos nas NBR 8800:2008 para as estruturas metálicas e a NBR 6118:2014 para as estruturas em concreto, propondo um comparativo de viabilidade de estruturas para este modelo de edifício.

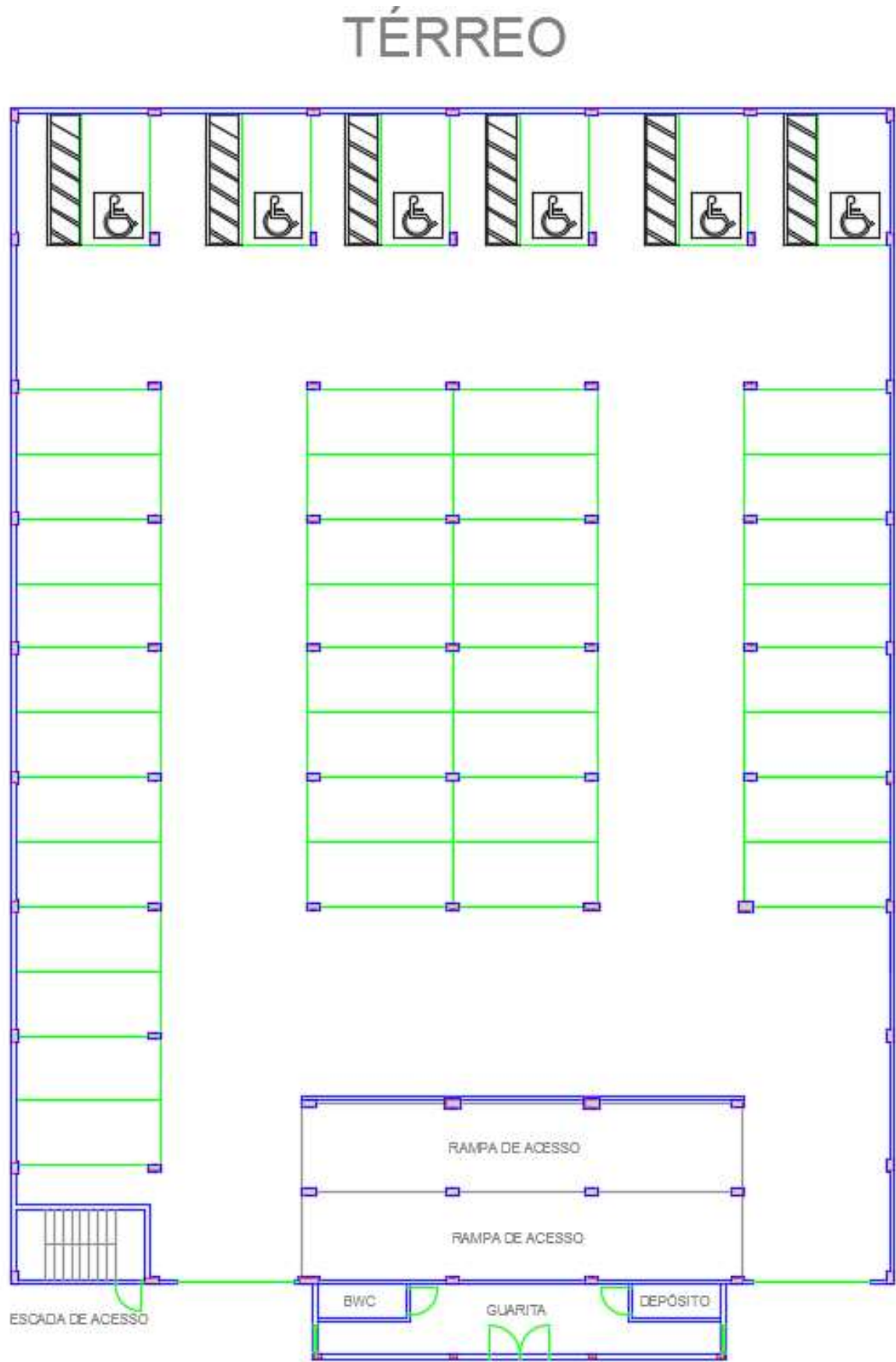
Se refere a uma pesquisa de abordagem qualitativa, pois foram realizados cálculos para os dois tipos de estruturas citados anteriormente e foi analisado qual seria mais vantajoso para a situação empregada. O estudo dos dados busca demonstrar que se tem algumas possibilidades de estruturas disponíveis para construções e, para algumas situações, uma se torna mais vantajosa do que a outra.

3.1.2 Caracterização da amostra

O empreendimento foi projetado hipoteticamente, dimensionando e analisando sua estrutura entre metálica e concreto, a fim de verificar a estrutura mais vantajosa para o empreendedor do suposto edifício.

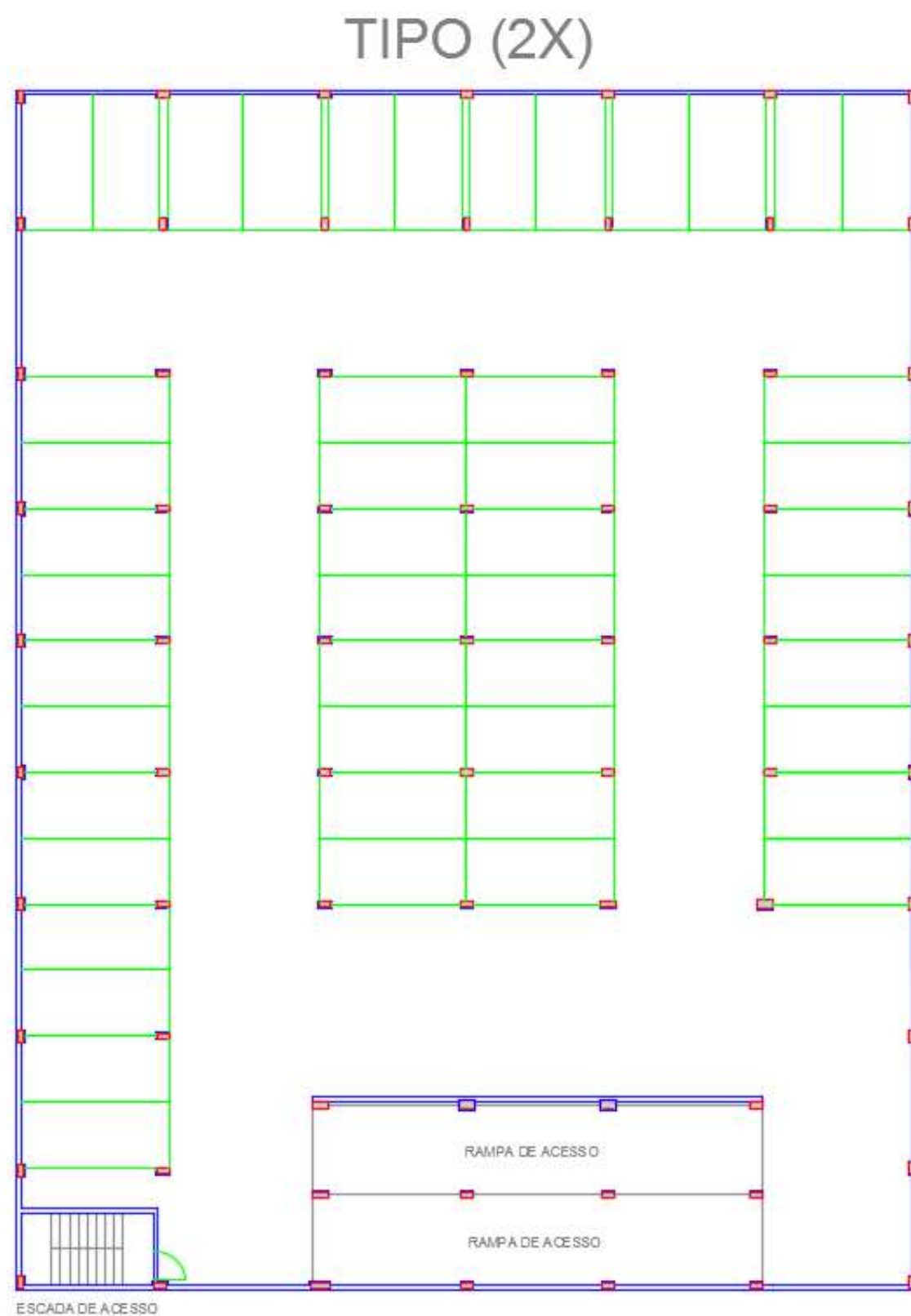
O estudo foi realizado em um edifício tipo garagem, em um terreno estipulado de 35 metros de largura por 50 metros de comprimento. O edifício terá 5 andares de garagem, com 30 metros de frente e 40 metros de profundidade, chegando a um valor por pavimento de 1200 m² de área construída, o que totaliza em um total de 6000 m² de área total. A seguir, apresenta-se a planta baixa do térreo e dos 2 tipos deste edifício (Figuras 04 e 05), as demais plantas estão dispostas no Apêndice A. Este edifício foi executado de acordo com as normas do Denatran e código de obras de Cascavel – PR.

Figura 04 - Planta baixa térreo.



Fonte: AUTOR, 2016.

Figura 05 - Planta baixa tipo



Fonte: Autor, (2016).

Com todos os dados prontos, executados pelos dois *softwares*, foi realizada a coleta de dados para a conclusão da pesquisa.

3.1.3 Dimensionamento das estruturas

Para o carregamento na estrutura, foi levado em consideração na carga variável de veículos as recomendações da NBR 6120:1980. Além disso, foi levado em consideração o peso próprio da estrutura que é determinada pelo seu volume de material multiplicado pelo seu peso específico.

3.1.3.1 Estrutura metálica

Para a realização dos cálculos de estruturas em aço foi utilizado *software*, seguindo a normativa da ABNT NBR 8800:2008, que descreve o que é necessário para os cálculos.

Para início foi realizada a escolha do perfil a ser utilizado para as estruturas em questão. Deve-se escolher o perfil que mais se enquadra na edificação em questão, dentre: perfil I, perfil U, perfil de abas iguais, perfil de abas diferentes.

A escolha do aço é importante para os cálculos, sendo levados em consideração o limite de escoamento e a resistência à ruptura do aço. Para isto é utilizado os aços com base em padrões internacionais ASTM (American Society for Testing of Materials), podendo ser usados os dados da tabela 1.1 do livro Estruturas de aço – Dimensionamento básico de acordo com a NBR 8800:2008.

Figura 06 - Valores de resistência das chapas de aço.

Tabela 1.1 Propriedades Mecânicas de Aços-carbono

Especificação	Teor de carbono %	Limite de escoamento f_y (MPa)	Resistência à ruptura f_u (MPa)
ABNT MR250	baixo	250	400
ASTM A7		240	370-500
ASTM A36	0,25-0,29	250 (36 ksi)	400-500
ASTM A307 (parafuso)	baixo	—	415
ASTM A325 (parafuso)	médio	635 (min)	825 (min)
EN S235	baixo	235	360

Fonte: NBR 8800, 2008.

Após estas escolhas iniciais feitas, foi inserido os dados no *software* para a realização dos cálculos a fim de que seja feita a coleta de dados.

3.1.3.2 Estrutura em concreto

Para o *software* fazer os cálculos iniciais, foi descrita a taxa de agressividade do ambiente, que é nada menos que as ações físicas e químicas que atuam sobre a estrutura de concreto, independente de outras ações que podem ser previstas no dimensionamento das estruturas. Para isto, o responsável pelo projeto estrutural, tendo posse dos dados relativos ao ambiente, realiza a classificação de agressividade de acordo com a tabela 6.1 da NBR 6118:2014.

Figura 07 - Tabela de classe de agressividade.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118, 2014.

Após ser determinada a classe de agressividade, determinou-se a relação entre água/cimento, tendo isto com um dos pontos mais importantes para o concreto, determinando-se também a mínima resistência do concreto para tal situação. Esta relação pode ser descrita pela tabela 7.1 da NBR 6118:2014.

Figura 08 - Tabela de correspondências para qualidade do concreto.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118, 2014.

Ainda relacionado ao fator de agressividade do ambiente, tem-se a determinação do cobrimento nominal dos elementos estruturais, ou seja, a espessura da camada de concreto

que irá cobrir as barras de aço, protegendo-as das intempéries. Para tal determinação, apresenta-se a tabela 7.2 da NBR 6118:2014.

Figura 09 - Tabela de correspondências para cobrimento nominal.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5 mm.

Fonte: NBR 6118, 2014.

Para dimensionamento de pilares não usar seção menor a 360 cm². Pilares com menor dimensão não inferior a 19 cm, porém em alguns casos especiais podem ser utilizados pilares de 14 a 19 cm de lado realizando-se o acréscimo de um coeficiente adicional para a carga dos pilares.

Já para lajes de estacionamento deve ser observado estas duas opções de carregamento:

- Veículos com carga menor igual a 30 kN: 10 cm de espessura
- Veículos com carga maior de 30 kN: 12 cm de espessura

Por fim, quanto à viga, sua base não deve ser inferior a 12 cm, sem exceções.

3.1.4 Coleta de dados

Os dados desta edificação foram coletados baseados no projeto da planta arquitetônica para a distribuição de vigas e pilares. Teve a utilização de livros e principalmente as normas da NBR 8800:2008 e NBR 6118:2014 como suporte para esta distribuição.

O objetivo principal desta pesquisa é analisar qual estrutura dentre metálica e concreto, tornar-se-ia mais viável para este modelo de edificação, deixando o projeto em questão

atendendo a todos os requisitos necessários citados pelas NBR 8800:2008 e NBR 6118:2014, em perfeita condição estrutural e ainda sendo a mais vantajosa para ambos os lados, empreendedor e usuário.

Os cálculos desta pesquisa foram realizados por *softwares* que para cálculo de estrutura em concreto foi utilizado Eberick V9 Next Plena e para estrutura metálica teve a utilização do Strap 2015, sendo levantados os custos dos mesmos com base na tabela SINAPI e na Gerdau.

3.1.5 Análise dos dados

Após realizados todos os cálculos e obtido todas as informações necessárias, foi realizada a análise, verificando quantitativamente os materiais empregados para a estrutura em concreto e para estrutura em aço, de modo a identificar qual teria um menor peso próprio na supraestrutura, desconsiderando acabamentos e fechamentos empregados posteriormente. Para este processo, os dois projetos estruturais devem atender totalmente às normas NBR 8800:2008 e NBR 6118:2014, pois além de vantagem, deve se atender à segurança do usuário e demais pessoas que se envolverão neste empreendimento.

Após os cálculos prontos, foram obtidos os dados necessários para a quantificação dos materiais usados por cada estrutura, assim com o quantitativo em mãos e, baseado na tabela SINAPI e da Gerdau, foi apresentado os valores que serão gastos para cada estrutura, possibilitando assim concluir qual estrutura terá menor investimento inicial.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUÇÕES

4.1.1 Dados utilizados

Os dados que foram utilizados para os dois casos estruturais vieram a ser admitidos através das normativas vigentes pela ABNT NBR 6120:1980.

Para o carregamento permanente das lajes e rampas foram utilizados os parâmetros para garagens e estacionamento para veículos de passageiros ou semelhante com carga máxima de 25 kN por veículo, sendo assim atribui-se uma carga de 3kN/m^2 de acordo com a NBR 6120 (1980).

Para a escada foi utilizada a mesma tabela normativa das lajes, sendo assim a escada com acesso ao público atribui-se uma carga de 3kN/m^2 .

Na laje (L43) do pavimento de cobertura foi acrescido $2,5\text{kN/m}^2$ além das cargas consideradas anteriormente devido à utilização de uma caixa d'água de fibra de polietileno com capacidade de 5000 litros.

Para os locais que tem a presença de alvenaria, como fechamentos, escadaria, etc., seguindo a norma NBR 6120 (1980) como carga de tijolo furado 13kN/m^2 .

Além dessas cargas, foi considerada a carga do vento tendo como definição na cidade de Cascavel-PR a velocidade de 42 m/s, com a presença dos fatores S1, S2 e S3, as definições e utilizações de cada fator descritas abaixo segundo a NBR 6123 (1988).

No fator S1 leva-se em consideração as variações do relevo do terreno, para este caso sendo considerado como terreno plano ou fracamente acidentado igual a um valor de 1,00.

O fator S2 considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração. Para esta situação o S2 é igual a 1,00, sendo considerado categoria 2 o que tem como especificação terrenos abertos em nível, com poucos obstáculos isolados, a cota média do topo dos obstáculos é considerada inferior ou igual a 1 metro e com maior dimensão entre horizontal e vertical é entre 20 e 50 metros.

Por fim o fator S3 é baseado em conceitos estatísticos, e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação, sendo admitido o valor de S3 como edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação o que nos dá um valor de 1,00.

4.1.2 Concreto armado

Além das cargas variáveis citadas anteriormente que foram aplicadas para as duas situações desta pesquisa, tem-se ainda as cargas permanentes que variam de acordo com o tipo de material. Dessa forma, para a estrutura de concreto armado utilizou-se o peso específico citado pela NBR 6120 (1980) com valor definido de 25kN/m^3 .

Tendo as cargas já definidas, utilizou-se o *software* Eberick V9 Next Plena para que o cálculo da estrutura fosse realizado. Utilizou-se por arbítrio o concreto com f_{ck} de 25 MPa ou 250 kgf/cm^2 , com módulo de elasticidade de 238000 kgf/cm^2 .

Segundo a NBR 6118 (2014, p.74), para locais de passagem de veículos com carga menor igual a 30kN a espessura das lajes deve ser de no mínimo 10 cm. Esta recomendação foi adotada para rampas, escadas e lajes, exceto para as lajes L37 e L38 de todos os pavimentos, pois de acordo com as análises feitas pelo *software* a espessura de 10 cm não seria suficiente para resistir a todos os esforços, portanto foi adotada uma nova espessura igual a 12 cm. Em todas as lajes, rampas e escadas foi adotada a laje maciça.

Após a análise dos resultados do *software* pode-se então ajustar o projeto de maneira que apresente o melhor desempenho da estrutura. Após os ajustes necessários de dimensões e posições dos elementos estruturais, pode-se então levantar o quantitativo dos materiais a serem utilizados na supracitada estrutura, obtendo-se o quantitativo de aço (kg) e de concreto (m^3). O projeto final encontra-se detalhado no Apêndice B.

Para a estimativa de valores dos materiais da supracitada estrutura utilizou-se a referência da tabela SINAPI com upload 19 de julho de 2016. Através da consulta obteve-se os valores unitários dos materiais que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valor unitário dos insumos segundo SINAPI

TABELA DO VALOR UNITÁRIO DOS INSUMOS			
Código	Descrição do Insumo	Unidade	Valor unitário (R\$)
00000039	Aço CA-60 5,0 mm vergalhão	kg	R\$ 2,98
00000032	Aço CA-50 6,3 mm vergalhão	kg	R\$ 3,14
00000033	Aço CA-50 8 mm vergalhão	kg	R\$ 3,53
00000034	Aço CA-50 10 mm vergalhão	kg	R\$ 3,00
00000031	Aço CA-50 12,5 mm vergalhão	kg	R\$ 2,86
00000027	Aço CA-50 16 mm vergalhão	kg	R\$ 2,86
00000029	Aço CA-50 20 mm vergalhão	kg	R\$ 2,67

00000028	Aço CA-50 25 mm vergalhão	kg	R\$ 3,09
00034493	Concreto usinado fck = 25 Mpa brita 0 e 1, slump 10 +- 2	m³	R\$ 216,54

Fonte: Autor, 2016.

Utilizando os dados levantados da SINAP em conjunto com o quantitativo levantado pelo projeto obteve-se então o custo dos materiais para a supraestrutura considerando a estrutura em concreto armado convencional. Estes valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores finais da supraestrutura em concreto armado

TABELA DE INSUMOS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO				
Software utilizado: Eberick V9 Next Plena		Projetista responsável: Alexsandro E. R. Korzekwa		
Mês dos valores dos insumos: julho/2016		Data dos cálculos: 19 de setembro de 2016		
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade (unid)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Aço CA-60 5,0 mm vergalhão	kg	9.906,10	R\$ 2,98	R\$ 29.520,18
Aço CA-50 6,3 mm vergalhão	kg	11.661,80	R\$ 3,14	R\$ 36.618,05
Aço CA-50 8 mm vergalhão	kg	12.984,90	R\$ 3,53	R\$ 45.836,70
Aço CA-50 10 mm vergalhão	kg	7.869,70	R\$ 3,00	R\$ 23.609,10
Aço CA-50 12,5 mm vergalhão	kg	6.660,20	R\$ 2,86	R\$ 19.048,17
Aço CA-50 16 mm vergalhão	kg	6.923,20	R\$ 2,86	R\$ 19.800,35
Aço CA-50 20 mm vergalhão	kg	2.333,10	R\$ 2,67	R\$ 6.229,38
Aço CA-50 25 mm vergalhão	kg	687,50	R\$ 3,09	R\$ 2.124,38
Concreto usinado fck = 25 Mpa brita 0 e 1, slump 10 +- 2	m³	729,60	R\$ 216,54	R\$ 157.987,58
Total				R\$ 340.773,89
Peso total da supraestrutura em toneladas				1.883,03

Fonte: Autor, 2016.

4.1.3 Estrutura em aço

As cargas variáveis utilizadas na estrutura em aço foram as mesmas utilizadas para a estrutura de concreto armado convencional.

Para o desenvolvimento do projeto utilizou-se o *software* de análise estrutural Strap 2015, que possui o módulo de estruturas metálicas.

As lajes continuam sendo de concreto e com as mesmas características da estrutura em concreto armado convencional.

No *software* Strap 2015 foi utilizado para o cálculo a norma AISC-LRFD:2010 pelo fato de que o aço disponibilizado para utilização e realização orçamentária da Gerdau é o ASTM A572 GRAU 50. Porém, todos os fatores utilizados no *software* tiveram equivalência com a NBR 8800:2008.

Foi utilizado nos cálculos o aço ASTM A572 GRAU 50, uma estrutura do tipo deslocável, tendo seus perfis de aço tipo I e H de seção W., Para a determinação de custos foi utilizada a tabela de perfis metálicos da Gerdau.

Considerando uma estrutura em aço pode-se realizar o dimensionamento de diferentes formas. Nesta pesquisa, para fins de comparação, utilizou-se duas situações para o dimensionamento.

A primeira situação correspondeu à padronização de 04 (quatro) tipos de perfis metálicos que atendiam às solicitações de toda a edificação, porém aumentando o peso da estrutura. Na segunda situação dimensionou-se a edificação separadamente, adotando o perfil necessário para cada situação em específico, evitando assim o superdimensionamento, porém dificultando a praticidade de montagem da estrutura.

Após a análise do modelo estrutural para as duas situações obteve-se então os quantitativos apresentados no Apêndice B. Os custos dos materiais para a supraestrutura foram levantados para as duas situações.

Os valores específicos de perfis de aço não são disponibilizados na SINAPI, assim para o levantamento dos valores utilizou-se o valor fornecido pela empresa que disponibiliza os perfis para a região de Cascavel – PR, no caso a empresa Gerdau. Os valores unitários são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantitativos dos insumos referentes a supraestrutura em aço

TABELA DO VALOR UNITÁRIO DOS INSUMOS			
Código	Descrição dos Insumos	Unidade	Valor Unitário (R\$)
00000039	Aço CA-60 5,0 mm vergalhão	kg	R\$ 2,98
00000032	Aço CA-60 6,3 mm vergalhão	kg	R\$ 3,14
00000033	Aço CA-60 8,0 mm vergalhão	kg	R\$ 3,53
00000034	Aço CA-60 10,0 mm vergalhão	kg	R\$ 3,00
00000031	Aço CA-60 12,5 mm vergalhão	kg	R\$ 2,86
00034493	Concreto usinado fck = 25 Mpa brita 0 e 1, slump 10 +- 2	m³	R\$ 216,54
	Perfis metálicos (independente	kg	R\$ 4,20

	seção)		
--	--------	--	--

Fonte: Autor, 2016.

Utilizando o quantitativo de materiais e os valores unitários levantados obteve-se os custos dos materiais para a primeira simulação em estrutura metálica, representada na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores finais da estrutura em aço para a primeira simulação

TABELA DE INSUMOS DA ESTRUTURA EM AÇO				
Software utilizado: Eberick V9 Next Plena e STRAP 2015		Projetista responsável: Alexsandro E. R. Korzekwa		
Mês dos valores dos insumos: julho/2016 e setembro/2016		Data dos cálculos: 09 de setembro de 2016		
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade (unid)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Aço CA-60 5,0 mm vergalhão	kg	5.962,80	R\$ 2,98	R\$ 17.769,14
Aço CA-50 6,3 mm vergalhão	kg	11.489,40	R\$ 3,14	R\$ 36.076,72
Aço CA-50 8 mm vergalhão	kg	8.260,50	R\$ 3,53	R\$ 29.159,57
Aço CA-50 10 mm vergalhão	kg	4.184,60	R\$ 3,00	R\$ 12.553,80
Aço CA-50 12,5 mm vergalhão	kg	855,50	R\$ 2,86	R\$ 2.446,73
Concreto usinado fck = 25 Mpa brita 0 e 1, slump 10 +- 2	m³	447,00	R\$ 216,54	R\$ 96.793,38
Perfil H A572GR50 - W 310x117	kg	96.020,00	R\$ 4,20	R\$ 403.284,00
Perfil H A572GR50 - W 530X82,0	kg	19.016,00	R\$ 4,20	R\$ 79.867,20
Perfil I A572GR50 - W 530X101	kg	2.449,00	R\$ 4,20	R\$ 10.285,80
Perfil I A572GR50 - W 610X113	kg	251.440,00	R\$ 4,20	R\$ 1.056.048,00
Total				R\$ 1.744.284,34
Peso total da supraestrutura em toneladas				1.517,18

Fonte: Autor, 2016.

Para a segunda simulação de estrutura metálica realizada com perfis aleatórios adaptados para cada situação obteve-se os valores apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores finais da estrutura em aço para a segunda simulação

TABELA DE INSUMOS DA ESTRUTURA EM AÇO
--

Software utilizado: Eberick V9 Next Plena e STRAP 2015	Projetista responsável: Alexsandro E. R. Korzekwa			
Mês dos valores dos insumos: julho/2016 e setembro/2016	Data dos cálculos: 09 de setembro de 2016			
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade (unid)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Aço CA-60 5,0 mm vergalhão	kg	5.962,80	R\$ 2,98	R\$ 17.769,14
Aço CA-50 6,3 mm vergalhão	kg	11.489,40	R\$ 3,14	R\$ 36.076,72
Aço CA-50 8 mm vergalhão	kg	8.260,50	R\$ 3,53	R\$ 29.159,57
Aço CA-50 10 mm vergalhão	kg	4.184,60	R\$ 3,00	R\$ 12.553,80
Aço CA-50 12,5 mm vergalhão	kg	855,50	R\$ 2,86	R\$ 2.446,73
Concreto usinado fck = 25 Mpa brita 0 e 1, slump 10 +- 2	m³	447,00	R\$ 216,54	R\$ 96.793,38
Perfil I A572GR50 - W 150x18,0	kg	566,00	R\$ 4,20	R\$ 2.377,20
Perfil I A572GR50 - W 200x15,0	kg	584,00	R\$ 4,20	R\$ 2.452,80
Perfil I A572GR50 - W 250x17,9	kg	203,00	R\$ 4,20	R\$ 852,60
Perfil I A572GR50 - W 250x32,7	kg	1.565,00	R\$ 5,20	R\$ 8.138,00
Perfil I A572GR50 - W 250x38,5	kg	200,00	R\$ 6,20	R\$ 1.240,00
Perfil I A572GR50 - W 310x21,0	kg	82,00	R\$ 4,20	R\$ 344,40
Perfil I A572GR50 - W 310x23,8	kg	238,00	R\$ 5,20	R\$ 1.237,60
Perfil I A572GR50 - W 310x28,3	kg	110,00	R\$ 6,20	R\$ 682,00
Perfil I A572GR50 - W 310x32,7	kg	149,00	R\$ 4,20	R\$ 625,80
Perfil I A572GR50 - W 310x38,7	kg	6.877,00	R\$ 4,20	R\$ 28.883,40
Perfil I A572GR50 - W 310x44,5	kg	2.223,00	R\$ 4,20	R\$ 9.336,60
Perfil H A572GR50 - W 310x117	kg	96.020,00	R\$ 4,20	R\$ 403.284,00
Perfil I A572GR50 - W 360x32,9	kg	1.008,00	R\$ 4,20	R\$ 4.233,60
Perfil I A572GR50 - W 360x39,0	kg	151,00	R\$ 5,20	R\$ 785,20
Perfil I A572GR50 - W 360x44,0	kg	2.575,00	R\$ 4,20	R\$ 10.815,00

Perfil I A572GR50 - W 360x51,0	kg	6.108,00	R\$ 4,20	R\$ 25.653,60
Perfil H A572GR50 - W 410X38,8	kg	329,00	R\$ 4,20	R\$ 1.381,80
Perfil H A572GR50 - W 410X46,1	kg	418,00	R\$ 5,20	R\$ 2.173,60
Perfil I A572GR50 - W 410X53,0	kg	29.076,00	R\$ 4,20	R\$ 122.119,20
Perfil I A572GR50 - W 410X60,0	kg	1.053,00	R\$ 4,20	R\$ 4.422,60
Perfil I A572GR50 - W 410X67,0	kg	16.379,00	R\$ 4,20	R\$ 68.791,80
Perfil I A572GR50 - W 410X89,0	kg	2.400,00	R\$ 5,20	R\$ 12.480,00
Perfil I A572GR50 - W 530x72,0	kg	47.485,00	R\$ 4,20	R\$ 199.437,00
Perfil I A572GR50 - W 530x82,0	kg	19.016,00	R\$ 5,20	R\$ 98.883,20
Perfil I A572GR50 - W 530x101	kg	2.449,00	R\$ 4,20	R\$ 10.285,80
Perfil I A572GR50 - W 610X113	kg	12.227,00	R\$ 4,20	R\$ 51.353,40
Total				R\$ 1.267.069,54
Peso total da supraestrutura em toneladas				1.397,74

Fonte: Autor, 2016.

Considerando as duas simulações da estrutura em aço, cada uma tem sua peculiaridade.

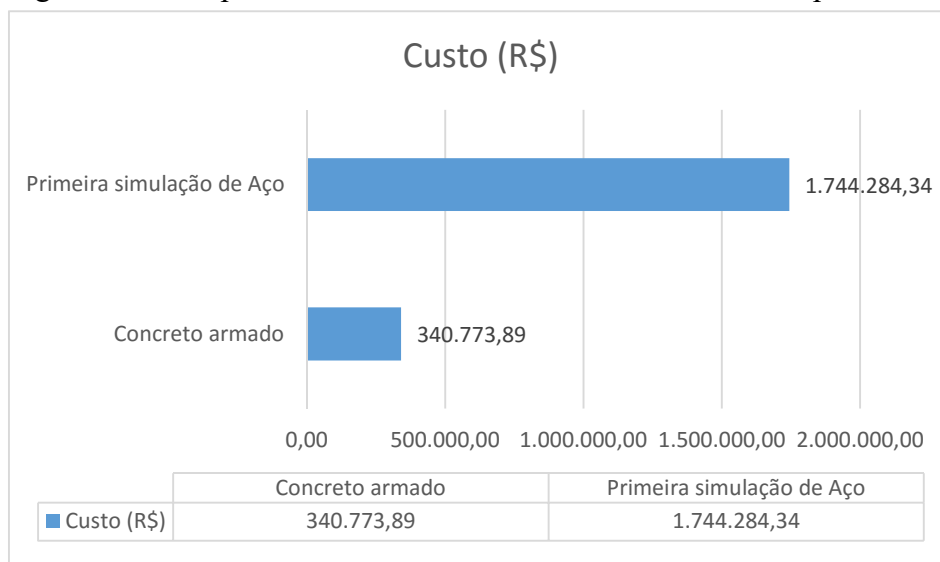
Em relação ao peso e ao custo da estrutura, que na estrutura em aço tem total proporcionalidade, a primeira simulação tem desvantagem pois quando é feito uma padronização sobre as peças, é utilizada a maior peça como padrão, pois é calculado em cima da pior situação e padronizado para o resto, sendo assim, ocorre um superdimensionamento da estrutura tornando-a mais pesada e conseqüentemente mais cara que a segunda situação, que tem seu dimensionamento independente para cada peça.

Entretanto, em relação à execução do projeto, a primeira simulação se torna mais vantajosa, porque quando se tem uma padronização de peças é mais fácil e rápida a realização dos encaixes das peças, conseqüentemente torna-se mais rápida a execução. Na segunda simulação ocorre o oposto, visto que se tem diversas peças, cada encaixe de uma maneira diferente, tornando sua execução mais demorada.

4.1.4 Concreto x Aço

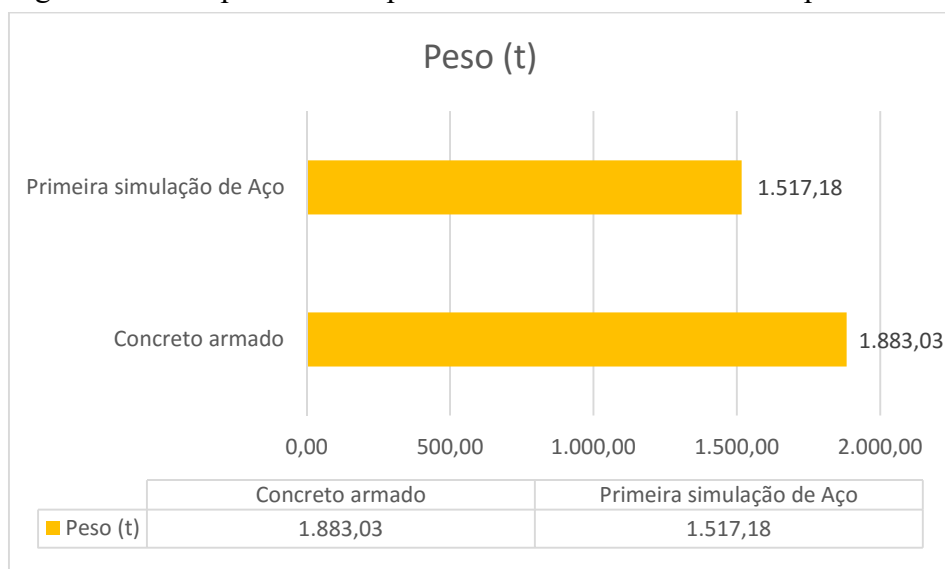
Com os dados da estrutura em concreto e a primeira simulação da estrutura em aço, tem-se os gráficos representados pelas Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Comparativo dos custos entre concreto armado e a primeira simulação de Aço.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 11 - Comparativo dos pesos entre concreto armado e a primeira simulação de Aço.



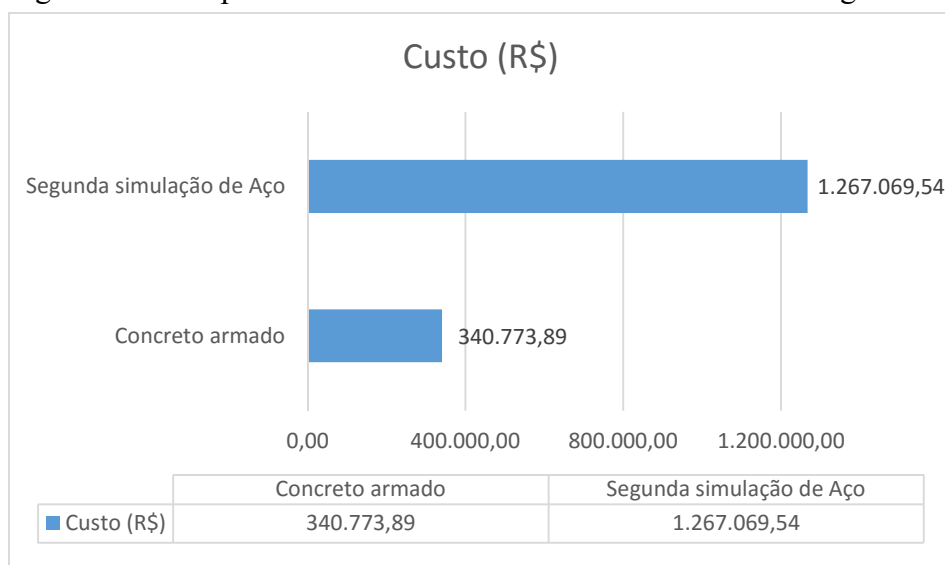
Fonte: Autor, 2016.

Com estes gráficos fica mais evidente a diferença dos dados, e com isso observa-se que em relação ao custo dos materiais das duas supraestruturas, a estrutura em concreto armado é

mais vantajosa, apresentando um custo 80% menor do que a primeira simulação da estrutura em aço; porém, em contrapartida observa-se que o peso da supracitada estrutura tem sua vantagem em relação à estrutura em aço, sendo 19% mais leve que a estrutura em concreto armado.

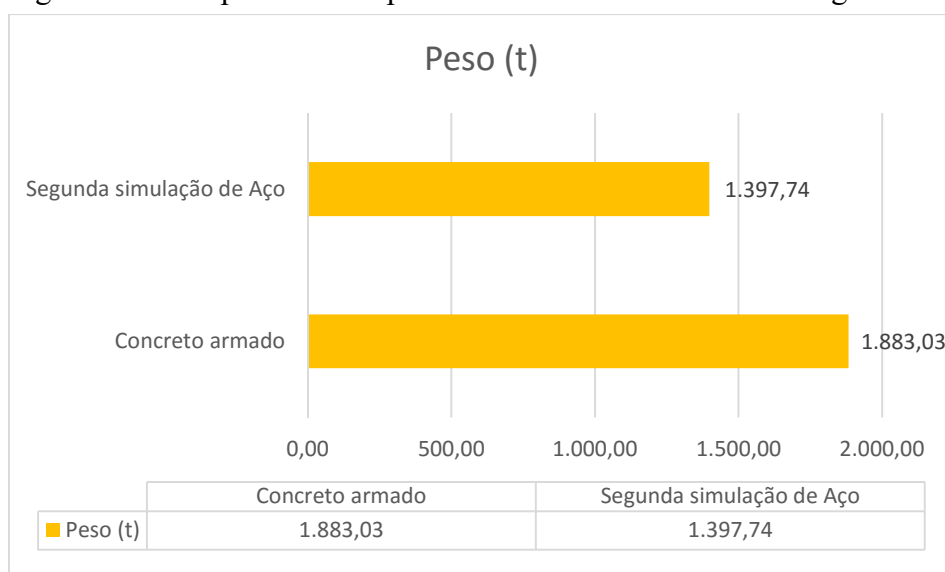
Por conseguinte, com os mesmos dados da estrutura em concreto armado, porém agora com os dados da segunda simulação da estrutura em aço, apresenta-se os cálculos, os quais estão representados pelos gráficos das Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Comparativo dos custos entre concreto armado e a segunda simulação de Aço



Fonte: Autor, 2016.

Figura 13 - Comparativo dos pesos entre concreto armado e a segunda simulação de Aço



Fonte: Autor, 2016.

Tendo essa relação entre a estrutura em concreto e a segunda simulação da estrutura em aço, tem-se novos números, e em relação à comparação anterior houve uma diminuição dos dois dados da estrutura em aço.

Diante destes dados tem-se que a estrutura em concreto é cerca de 73% mais barata do que a segunda simulação realizada a partir da estrutura em aço, todavia, esta estrutura em aço chega a ser 26% mais leve do que a estrutura em concreto armado.

O sistema estrutural em aço teve boa vantagem frente ao sistema estrutural em concreto armado em relação a peso próprio. Baseando-se nos relatórios realizados pelos *softwares* tem-se uma grande diferença no peso próprio da estrutura de aço, que é significativamente mais leve na supraestrutura como um todo em relação à estrutura em concreto armado.

Considerando as cargas que chegam na fundação, conseguiria ter-se uma infraestrutura mais leve e menor na estrutura em aço, pois como os carregamentos que virão a ter no edifício, serão iguais para os dois tipos de estrutura, isso não depende dos materiais utilizados e nem do uso proveniente na movimentação dos veículos no local, sendo assim, a supraestrutura que for mais leve no seu peso próprio consequentemente se tornaria a mais leve na fundação, isso tornaria a estrutura em aço mais vantajosa.

Contudo a estrutura em aço torna-se muito mais cara devido ao alto custo de sua matéria-prima que são os perfis metálicos, os quais são vendidos por peso (kg), já o concreto armado é comercializado por volume (m³). Isto torna o concreto muito mais vantajoso na hora da escolha da estrutura, apesar de deixar uma fundação mais robusta com utilização de mais materiais, ela é mais barata pelo fato de que o custo do m³ do concreto é menor do que o custo dos perfis metálicos por kg.

Em contrapartida, conforme entrevista de José Roberto Leite à Revista Pini (2012), há um ganho de prazo na estrutura em aço diante da estrutura em concreto, pois no primeiro caso, os perfis necessitam ser parafusados uns aos outros e a estrutura estará pronta, diferentemente do concreto armado, que tem a necessidade da produção e montagem de armaduras, produção e montagem de fôrmas, escoramento de fôrmas, concretagem de toda a estrutura através de concreto bombeável ou qualquer outro disponível no mercado, tempo de cura para todos os elementos estruturais. Todo este trabalho leva um longo tempo e requer muitos trabalhadores e levando em consideração sabendo-se que tempo e trabalhadores custam dinheiro, os custos das duas estruturas tornam-se semelhantes.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta comparação entre a estrutura em aço e a estrutura em concreto armado teve todos seus cálculos concluídos com sucesso, seguindo um padrão que era imaginado, dessa forma, seus pontos principais chegaram a um resultado sucinto.

Com base na comparação específica do custo da supraestrutura, sem levar-se em consideração nenhum outro fator, a estrutura em concreto armado teve sem dúvida uma vantagem frente ao aço, tendo cerca de 80% de economia frente à primeira simulação da estrutura em aço, e aproximadamente 73% de seu custo menor do que a segunda simulação.

Relacionando o peso próprio da estrutura, sem dúvida, tem um melhor desempenho a estrutura em aço, tendo na sua primeira simulação chegado a ser 19% mais leve do que a em concreto, e na segunda simulação, no que se refere ao peso, apresentou percentual 26% menor do que a estrutura em concreto armado.

Perfazendo as duas estruturas se igualam no balanceamento dos resultados, ou seja, relacionado à vantagem no custo da supraestrutura em concreto armado e a vantagem no baixo peso da supraestrutura em aço, tem-se um equilíbrio de variações. Porém, para se ter uma relação mais precisa de qual é mais vantajoso para o cliente e para o executor, deve se fazer um estudo quanto à fundação, pois devido à variação de peso próprio, varia a quantidade de materiais a serem utilizados para a infraestrutura. Também deve ser realizado um estudo quanto ao tempo e gastos de mão de obra para os dois métodos estruturais, dessa maneira, com a realização de todos os cálculos, seria possível precisar com mais exatidão qual das opções seria a mais vantajosa.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Realizar um comparativo de quantitativo de materiais da infraestrutura para os dois tipos de supraestruturas (concreto armado e metálica).

Fazer um comparativo estrutural de qual teria mais vantagens entre concreto protendido e estrutura metálica.

Realizar um comparativo para a laje no ganho de pé direito devido a espessura da laje e vãos, sendo uma como alveolar e outra com protensão plena engraxada.

Fazer um comparativo do tempo que levaria para executar cada estrutura.

REFERÊNCIAS

ABCP. **Fabricação**. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/fabricacao/fabricacao/>>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

ABCP. **Pesquisa inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto**. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>>. Acesso em: 01 de abril de 2016.

ABESC. **Concreto auto-adensável: fluidez, plasticidade e custo reduzido**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/pdf/FOLDER%20PAG%20ABESC%20R4%20pgs.pdf>>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

ABESC. **Manual do concreto dosado em central**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>>. Acesso em: 04 de abril de 2016.

AMERICAN NATIONAL STANDARD. **AISC-LRFD:2010**. Specification for Structural Steel Buildings.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projetos de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 6120**. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 6123**. Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

_____. **NBR 7007**. Aço-carbono e microligados para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 8800**. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

Aço Brasil. **Relatório de Sustentabilidade**. Disponível em:

<http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/Relatorio_Sustentabilidade_2014.pdf>.

Acesso em: 26 de março de 2016.

Aço Brasil. **Dados consolidados do setor, referentes ao ano de 2015**. Disponível em:

<<http://www.acobrasil.org.br/site2015/dados.asp>>. Acesso em: 01 de abril de 2016.

BEVILAQUA, Rosane. **Edifícios-garagem estruturados em aço**. São Paulo, 2010.

BNDES. **O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o boom da construção civil: um panorama do período 2001-2010**. Disponível em:

<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3502.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2016.

CAIXA. **SINAPI**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 21 de maio de 2016.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado segundo a NBR 6118:2003** (3, ed). São Carlos: EDUSFcar, 2007.

CBCA. **A fabricação e a montagem de estrutura metálica**. Disponível em

<<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7150>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

CBCA. **Construção em aço: aços estruturais**. Disponível em: <[http://www.cbca-](http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php)

[acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php](http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php)>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

CBCA. **Construção em aço: vantagens**. Disponível em: <[http://www.cbca-](http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-vantagens.php)

[acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-vantagens.php](http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-vantagens.php)>. Acesso em 01 de abril de 2016.

CBCA. **Estrutura metálica x estrutura em concreto armado**. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detahes.php?cod=6141>>. Acesso em: 02 de abril de 2016.

Código de obras de Cascavel – PR. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/codigo-de-obras-cascavel-pr>>. Acesso em: 07 de maio de 2016.

DENATRAN. **Vagas de estacionamento para pessoas com deficiência de locomoção**.

Disponível em:

<http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/resolucao_contran_304.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2016.

EFNARC. **Specificacion and Guidelines for Self-Compacting Concrete**. EFNARC, 2002.

Ibracon. **Revista de Concreto**. Disponível em:

<http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2016.

JÚNIOR, Tarley Ferreira de Souza. **Estruturas de concreto armado – Notas de aula**.

LEET, Kenneth M., et al. **Fundamentos da análise estrutural**. AMGH, 2009.

NETO, Augusto Cantusio. **Estruturas metálicas I**. Campinas: PUC, 2008.

MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos urbanos**. L. Mascaró, 2003.

PINHEIRO, Libânio M.. **Fundamentos do concreto e projeto de edificios**. São Carlos: USP, 2007.

PINHO, Diva Benevides; VASCONCELLOS, Marco Antonio Sandoval. **Manual de introdução à economia**. São Paulo: Saraiva, 2006.

Pini. **Estrutura metálica X estrutura de concreto.** Disponível em:

<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/128/artigo299127-1.aspx?fb_comment_id=304502446355268_1735599#f3c36a6569471d>. Acesso em: 20 de agosto de 2016.

Portal do concreto. **Concreto.** Disponível em:

<<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/concretos.html>>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

Portal do concreto. **Concreto bombeável.** Disponível em:

<<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/bombeado.html>>. Acesso em: 04 de abril de 2016.

Portal do concreto. **Concreto convencional.** Disponível em:

<<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/convencionais.html>>. Acesso em: 04 de abril de 2016.

Portal metálica construção civil. **Construções metálicas.** Disponível em:

<<http://www.metalica.com.br/construcoes-metalicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

QUALIFY. **O que é concreto.** Disponível em: <[http://www.qualify-](http://www.qualify-concretos.com/resources/CURIOSIDADES/O%20QUE%20%C3%89%20CONCRETO.pdf)

[concretos.com/resources/CURIOSIDADES/O%20QUE%20%C3%89%20CONCRETO.pdf](http://www.qualify-concretos.com/resources/CURIOSIDADES/O%20QUE%20%C3%89%20CONCRETO.pdf)>.

Acesso em: 10 de junho de 2016.

TÉCHNE. **Garantia de boa estrutura.** Disponível em:

<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/115/artigo286353-1.aspx>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

UFSM. **Fundamentos do concreto armado.** Disponível em:

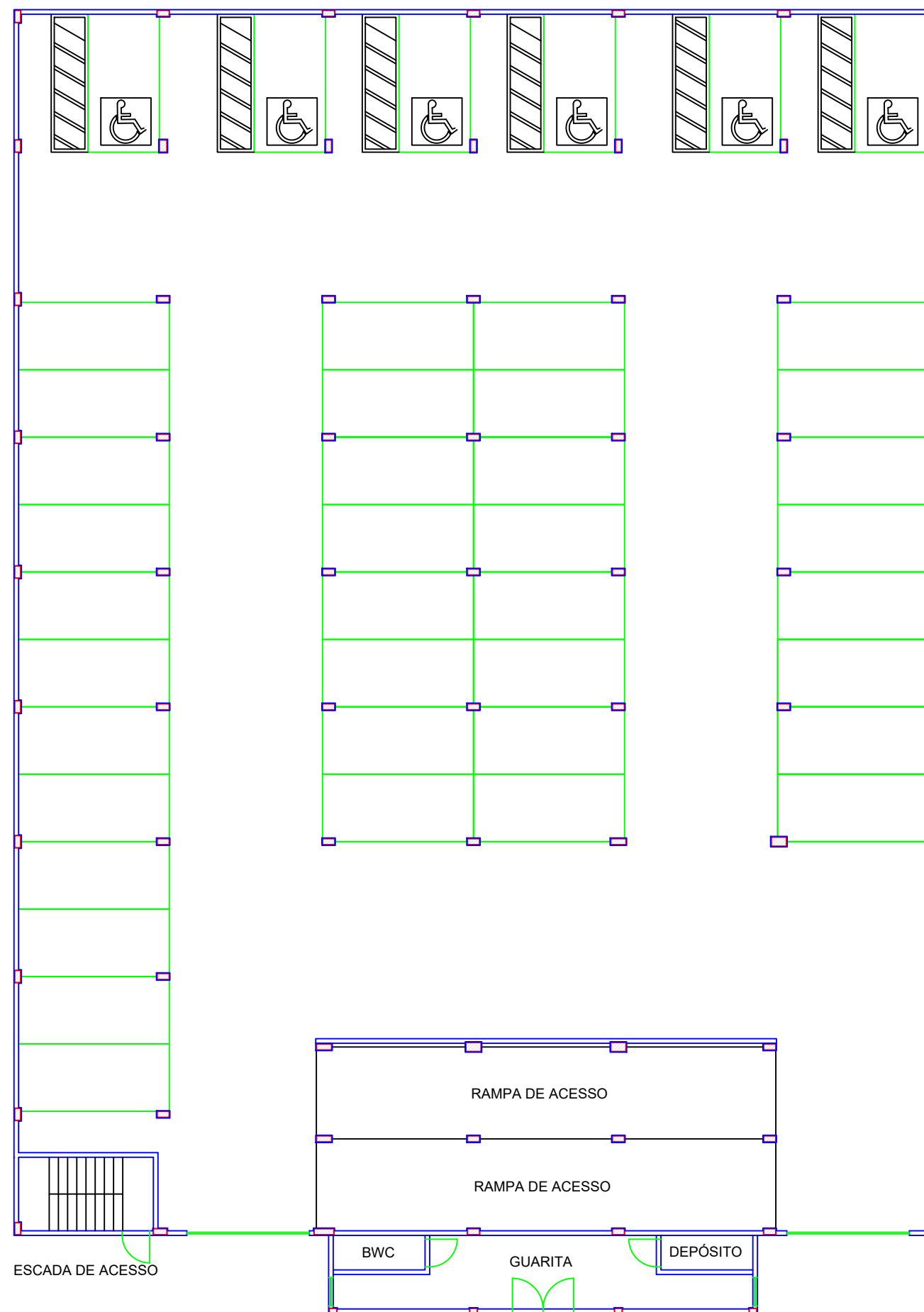
<<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 02 de abril de 2016.

UNESP. **Concretos especiais – propriedades, materiais e aplicações**. Disponível em:
<<http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/c.especiais/Conc%20Esp%20Paula.pdf>>. Acesso em: 04
de abril de 2016.

VEJA. **A dificuldade de parar o carro em São Paulo**. Disponível em:
<<http://vejasp.abril.com.br/materia/deficit-de-vagas-para-estacionar-carros-sao-paulo>>.
Acesso em: 10 de junho de 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Plantas do projeto (arquitetônica e estrutural)



Planta Arquitetônica do Térreo

escala 1:175

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO

PROJETO		EXECUÇÃO	
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA			

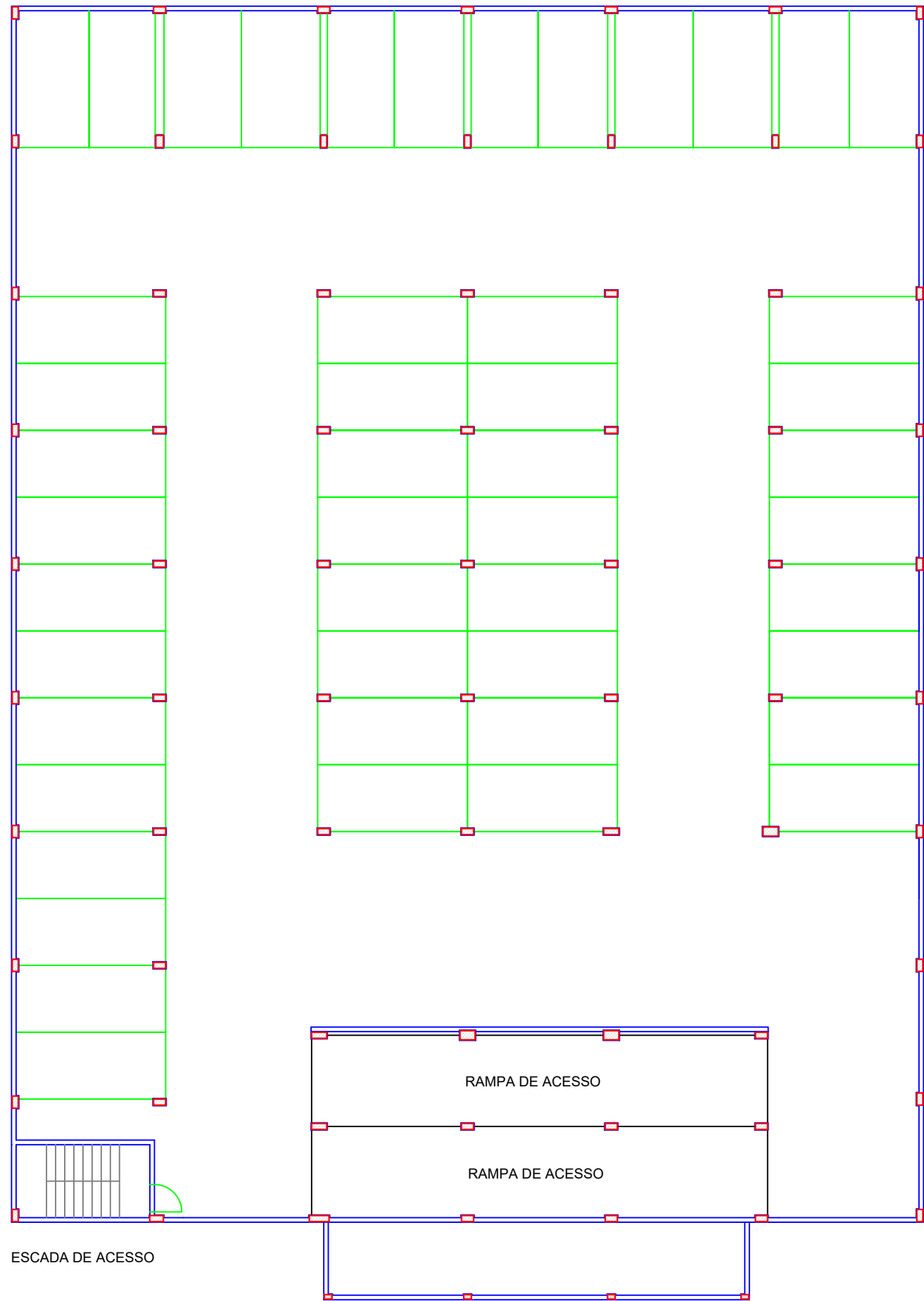
EMPREENDIMENTO		COD.	
EDIFÍCIO GARAGEM		EDG	

ÁREA TÉCNICA		COD.	
PROJETO ARQUITETÔNICO		ARQ	

CONTEÚDO		Nº DA FOLHA	
PLANTA BAIXA		001	

SETOR	SUB. SETOR	FASE	REVISÃO
TÉRREO	ARQUITETÔNICO	PROJETOS	R00
		ESCALA	DATA
		INDICADA	17/08/2016

NOME DO ARQUIVO	PROJETISTA
"EDG-ARQ-EX-001-TER-R00.dwg"	ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA

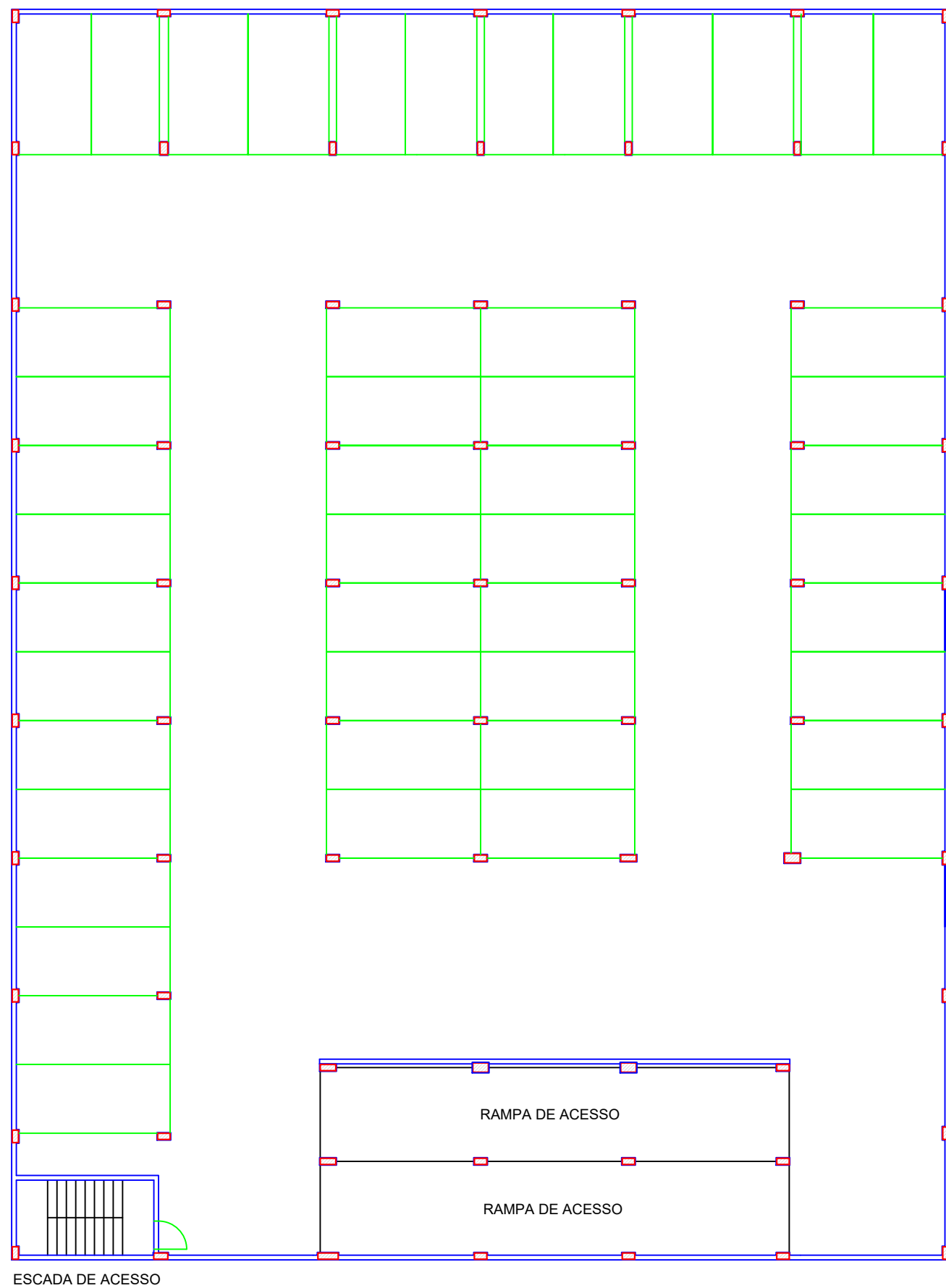


ESCADA DE ACESSO

Planta Arquitetônica do 1º Pavimento

escala 1:175

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENHIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		COD. EDG
ÁREA TÉCNICA		PROJETO ARQUITETÔNICO		COD. ARQ
CONTEÚDO		PLANTA BAIXA		Nº DA FOLHA 001
SETOR	1º PAVIMENTO	SUB. SETOR	ARQUITETÔNICO	FASE PROJETOS
				REVISÃO R00
				ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
NOME DO ARQUIVO		PROJETISTA		
"EDG-ARQ-EX-002-1PV-R00.dwg"		ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA		



Planta Arquitetônica do Tipo

escala 1:175

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO

PROJETO		EXECUÇÃO	
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA			

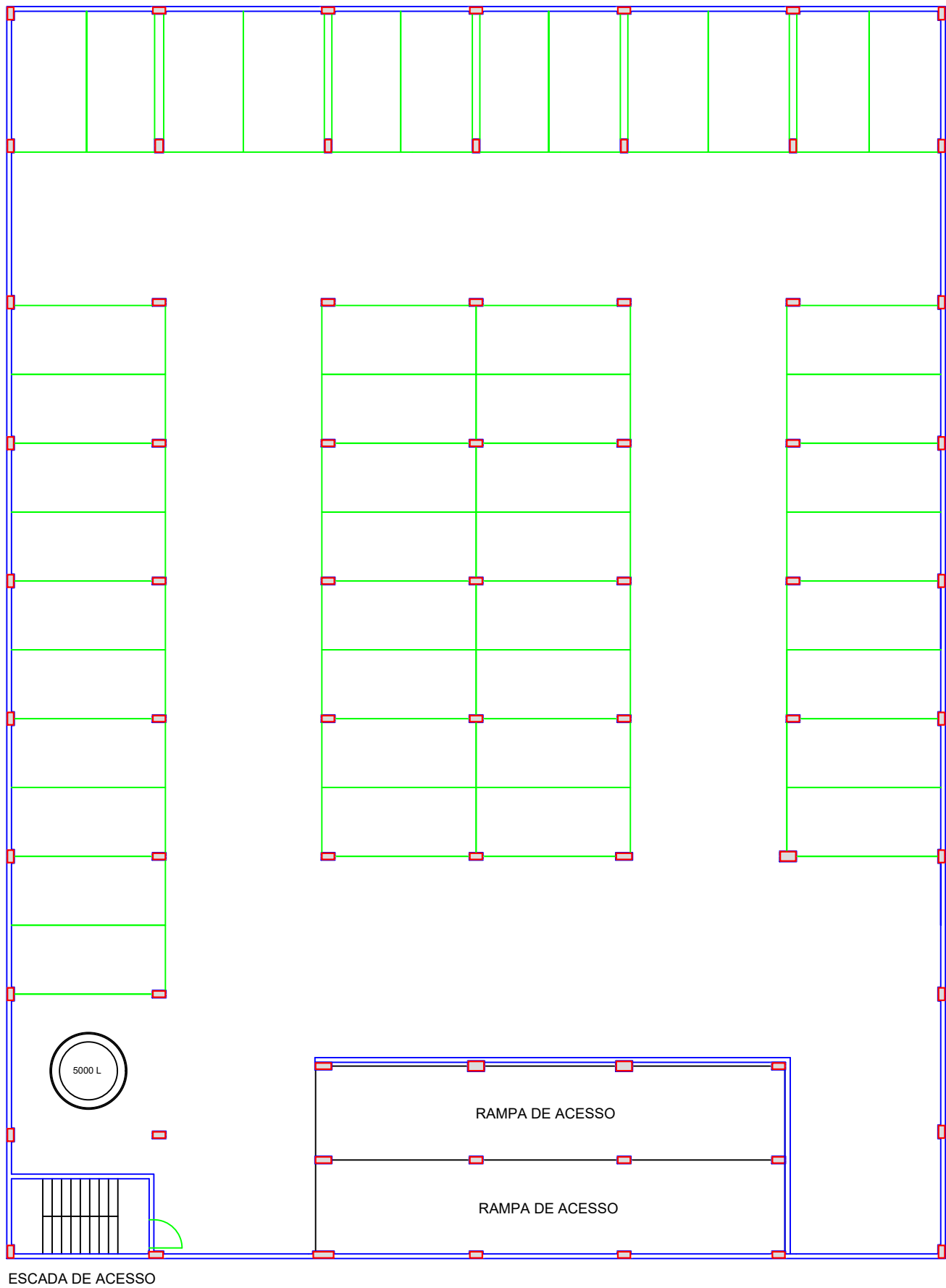
EMPREENDIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		COD.	EDG
----------------	--	------------------	--	------	-----

ÁREA TÉCNICA		PROJETO ARQUITETÔNICO		COD.	ARQ
--------------	--	-----------------------	--	------	-----

CONTEÚDO		PLANTA BAIXA		Nº DA FOLHA		001
----------	--	--------------	--	-------------	--	-----

SETOR		SUB. SETOR		FASE		REVISÃO	
TIPO (2X)		ARQUITETÔNICO		PROJETOS		R00	
				ESCALA		DATA	
				INDICADA		17/08/2016	

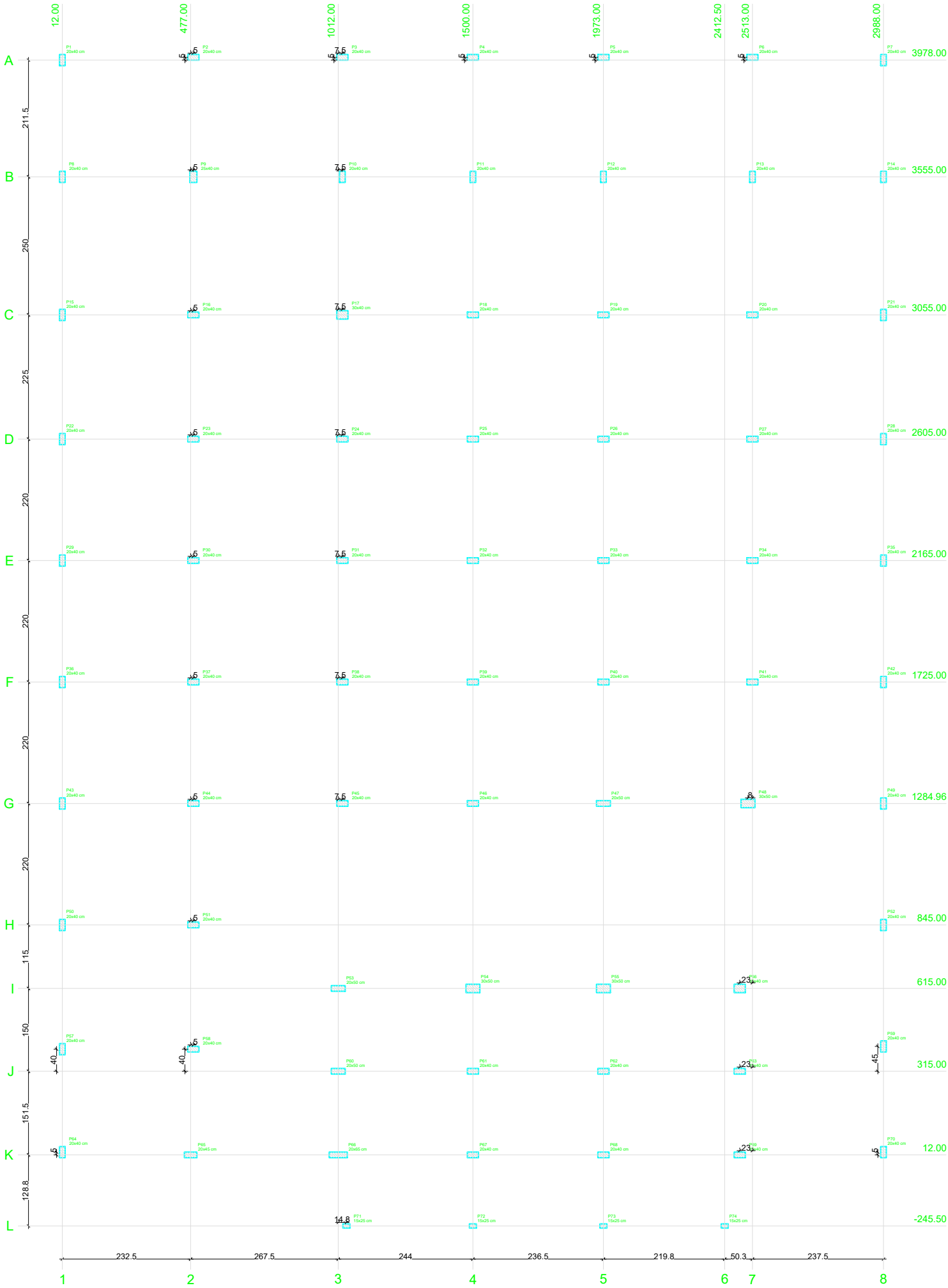
NOME DO ARQUIVO		PROJETISTA	
"EDG-ARQ-EX-003-TP-R00.dwg"		ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA	



Planta Arquitetônica do Cobertura

escala 1:175

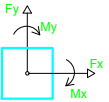
R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL	ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO	
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA			
EMPREENDIMENTO		COD.	
EDIFÍCIO GARAGEM		EDG	
ÁREA TÉCNICA		COD.	
PROJETO ARQUITETÔNICO		ARQ	
CONTEÚDO		Nº DA FOLHA	
PLANTA BAIXA		001	
SETOR		FASE	
COBERTURA		PROJETOS	
SUB. SETOR		REVISÃO	
ARQUITETÔNICO		R00	
		ESCALA	
		INDICADA	
		DATA	
		17/08/2016	
NOME DO ARQUIVO		PROJETISTA	
"EDG-ARQ-EX-004-COB-R00.dwg"		ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA	



Pilar									
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (tf)	Carga Min. (tf)	Mx (kgf.m)	My (kgf.m)	Fx (tf)	Fy (tf)
P1	20x40	12.00	3978.00	26.7	17.9	0	0	0.4	0.7
P2	20x40	487.00	3988.00	48.9	32.7	0	0	1.0	0.3
P3	20x40	1027.00	3988.00	45.3	30.8	0	0	1.1	0.2
P4	20x40	1500.00	3988.00	42.3	28.7	0	0	1.1	0.2
P5	20x40	1973.00	3988.00	45.3	30.8	0	0	1.1	0.2
P6	20x40	2513.00	3988.00	47.5	32.3	0	0	1.0	0.2
P7	20x40	2988.00	3978.00	26.6	17.8	0	0	0.4	0.7
P8	20x40	12.00	3555.00	44.9	30.0	0	0	0.3	0.8
P9	25x40	487.00	3555.00	95.5	61.0	0	0	0.5	1.3
P10	20x40	1027.00	3555.00	82.8	51.5	0	0	0.2	0.8
P11	20x40	1500.00	3555.00	76.4	47.7	0	0	0.2	0.8
P12	20x40	1973.00	3555.00	83.2	51.8	0	0	0.2	0.7
P13	20x40	2513.00	3555.00	87.7	54.5	0	0	0.2	0.7
P14	20x40	2988.00	3555.00	44.9	30.2	0	0	0.3	0.8
P15	20x40	12.00	3055.00	45.4	30.6	0	0	0.3	0.8
P16	20x40	487.00	3055.00	87.7	55.7	0	0	0.8	0.2
P17	30x40	1027.00	3055.00	79.9	49.8	0	0	0.9	0.2
P18	20x40	1500.00	3055.00	74.2	46.6	0	0	0.9	0.2
P19	20x40	1973.00	3055.00	79.9	49.7	0	0	0.8	0.2
P20	20x40	2513.00	3055.00	84.0	52.5	0	0	0.8	0.2
P21	20x40	2988.00	3055.00	45.2	30.5	0	0	0.2	0.7
P22	20x40	12.00	2605.00	42.7	28.8	0	0	0.2	0.8
P23	20x40	487.00	2605.00	82.8	53.4	0	0	0.8	0.2
P24	20x40	1027.00	2605.00	74.8	46.9	0	0	0.8	0.2
P25	20x40	1500.00	2605.00	69.5	43.9	0	0	0.8	0.2
P26	20x40	1973.00	2605.00	74.7	46.7	0	0	0.8	0.2
P27	20x40	2513.00	2605.00	78.4	49.3	0	0	0.8	0.2
P28	20x40	2988.00	2605.00	42.5	28.6	0	0	0.2	0.7
P29	20x40	12.00	2165.00	42.3	28.7	0	0	0.2	0.8
P30	20x40	487.00	2165.00	82.0	53.1	0	0	0.7	0.2
P31	20x40	1027.00	2165.00	74.9	46.9	0	0	0.8	0.2
P32	20x40	1500.00	2165.00	69.6	44.1	0	0	0.8	0.2
P33	20x40	1973.00	2165.00	75.0	47.0	0	0	0.7	0.2
P34	20x40	2513.00	2165.00	78.7	49.5	0	0	0.7	0.2
P35	20x40	2988.00	2165.00	42.2	28.5	0	0	0.2	0.7
P36	20x40	12.00	1725.00	42.3	28.8	0	0	0.2	0.8
P37	20x40	487.00	1725.00	81.8	53.0	0	0	0.7	0.2
P38	20x40	1027.00	1725.00	71.3	44.8	0	0	0.7	0.2
P39	20x40	1500.00	1725.00	65.8	41.7	0	0	0.7	0.2
P40	20x40	1973.00	1725.00	70.5	44.3	0	0	0.7	0.2
P41	20x40	2513.00	1725.00	75.1	46.7	0	0	0.7	0.2
P42	20x40	2988.00	1725.00	41.7	28.5	0	0	0.2	0.7
P43	20x40	12.00	1285.00	42.8	29.6	0	0	0.2	0.8
P44	20x40	487.00	1285.00	86.1	56.4	0	0	0.5	0.2
P45	20x40	1027.00	1285.00	94.7	59.3	0	0	0.4	0.1
P46	20x40	1500.00	1285.00	88.4	55.1	0	0	0.4	0.1
P47	20x50	1973.00	1285.00	95.0	59.4	0	0	0.6	0.2
P48	30x50	2497.00	1284.96	106.2	65.8	7400	11100	5.1	4.1
P49	20x40	2988.00	1285.00	43.5	29.2	0	0	0.2	0.7
P50	20x40	12.00	845.00	44.0	30.6	0	0	0.2	0.8
P51	20x40	487.00	845.00	83.9	54.3	0	0	0.5	0.2
P52	20x40	2988.00	845.00	38.3	27.3	0	0	0.1	0.7
P53	20x50	1012.00	615.00	92.4	44.2	0	0	1.3	0.2
P54	30x50	1500.00	615.00	97.2	62.6	0	0	2.0	0.5
P55	30x50	1973.00	615.00	97.7	63.7	0	0	2.1	0.6
P56	30x40	2467.00	615.00	93.3	44.6	0	0	1.1	0.2
P57	20x40	12.00	395.00	47.1	34.0	0	0	0.2	0.9
P58	20x40	487.00	395.00	85.5	58.5	0	0	0.4	0.2
P59	20x40	2988.00	405.00	40.8	28.5	0	0	0.1	0.8
P60	20x50	1012.00	315.00	60.3	33.4	0	0	0.7	0.3
P61	20x40	1500.00	315.00	47.0	30.6	0	0	0.3	0.1
P62	20x40	1973.00	315.00	48.5	31.1	0	0	0.5	0.1
P63	20x40	2467.00	315.00	65.4	36.0	0	0	1.2	0.2
P64	20x40	12.00	22.00	29.6	20.8	0	0	0.4	0.8
P65	20x45	477.00	12.00	62.1	46.7	0	0	1.1	0.3
P66	20x65	1012.00	12.00	50.5	35.6	0	0	2.5	0.4
P67	20x40	1500.00	12.00	48.7	36.3	0	0	0.9	0.2
P68	20x40	1973.00	12.00	52.1	39.1	0	0	0.9	0.2
P69	20x40	2467.00	12.00	45.6	32.0	0	0	1.0	0.3
P70	20x40	2988.00	22.00	26.9	18.1	0	0	0.3	0.7
P71	15x25	1041.50	-245.50	5.3	2.5	0	0	0.2	0.1
P72	15x25	1500.00	-245.50	9.4	6.3	0	0	0.2	0.1
P73	15x25	1973.00	-245.50	9.2	6.2	0	0	0.2	0.1
P74	15x25	2412.50	-245.50	4.7	3.3	0	0	0.2	0.2

Locação no eixo X	
Coordenadas (cm)	Nome
12.00	P1, P8, P15, P22, P29, P36, P43, P50, P57, P64
477.00	P65
487.00	P2, P9, P16, P23, P30, P37, P44, P51, P58
1012.00	P53, P60, P66
1027.00	P3, P10, P17, P24, P31, P38, P45
1041.50	P71
1500.00	P4, P11, P18, P25, P32, P39, P46, P54, P61, P67, P72
1973.00	P5, P12, P19, P26, P33, P40, P47, P55, P62, P68, P73
2412.50	P74
2467.00	P56, P63, P69
2497.00	P48
2513.00	P6, P13, P20, P27, P34, P41
2988.00	P7, P14, P21, P28, P35, P42, P49, P52, P59, P70

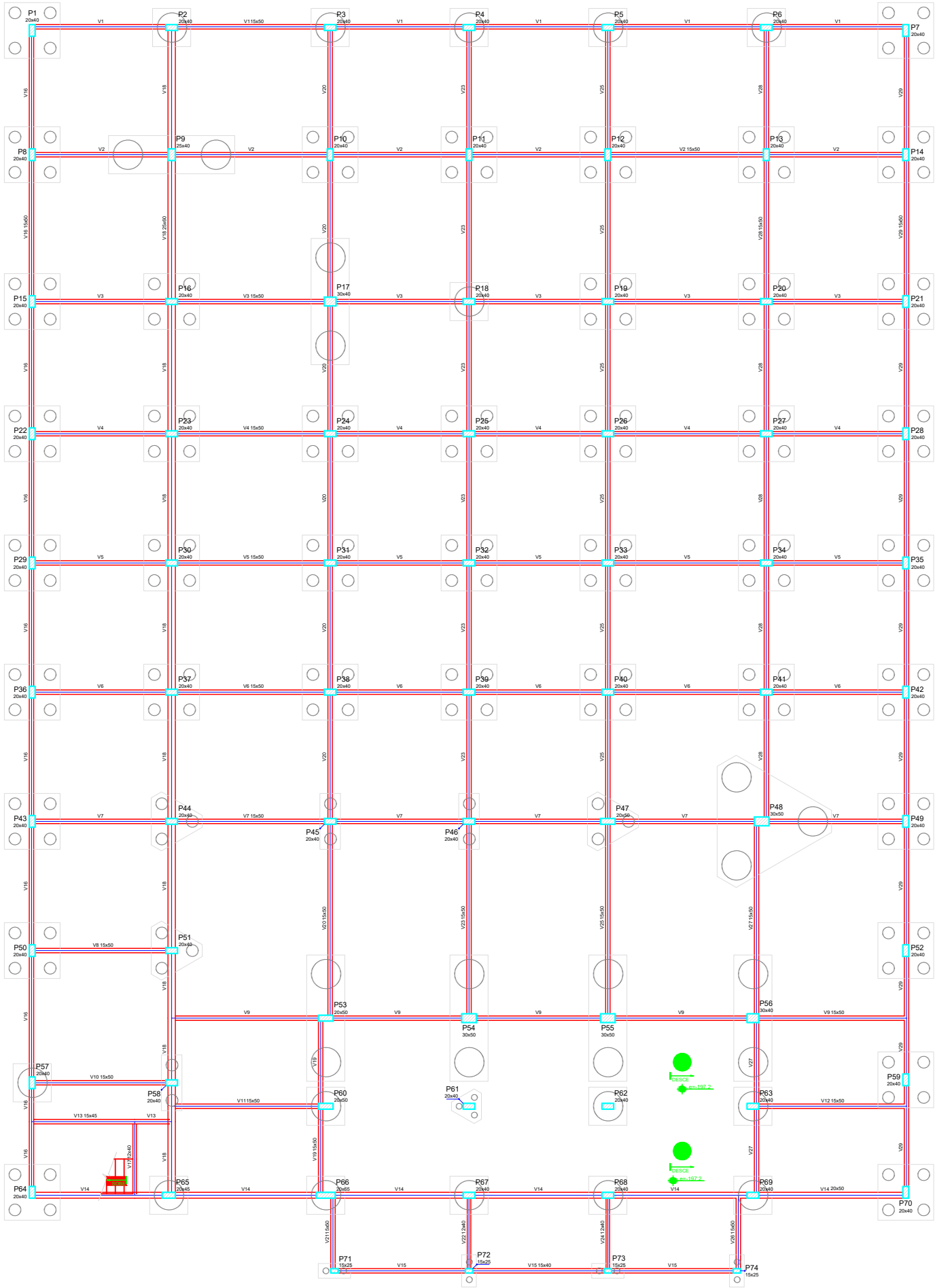
Locação no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome
3988.00	P2, P3, P4, P5, P6
3978.00	P1, P7
3555.00	P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14
3055.00	P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21
2605.00	P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28
2165.00	P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35
1725.00	P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42
1285.00	P43, P44, P45, P46, P47, P49
1284.96	P48
845.00	P50, P51, P52
615.00	P53, P54, P55, P56
405.00	P59
395.00	P57, P58
315.00	P60, P61, P62, P63
22.00	P64, P70
12.00	P65, P66, P67, P68, P69
-245.50	P71, P72, P73, P74



Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

R00	17/08/2016	EMIÇÃO INICIAL	ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO	
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA			
EMPREENDIMENTO		COD.	
EDIFÍCIO GARAGEM		EDG	
ÁREA TÉCNICA		COD.	
PROJETO ESTRUTURAL		CAR	
CONTEÚDO		Nº DA FOLHA	
Planta de carga		001	
SETOR	SUB. SETOR		REVISÃO
FUNDAÇÃO	CARGAS		R00
		ESCALA	DATA
		INDICADA	17/08/2016
NOME DO ARQUIVO		PROJETISTA	
"EDG-EST-EX-005-CAR-R00.dwg"		ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA	



Forma do pavimento TÉRREO

escala 1:175

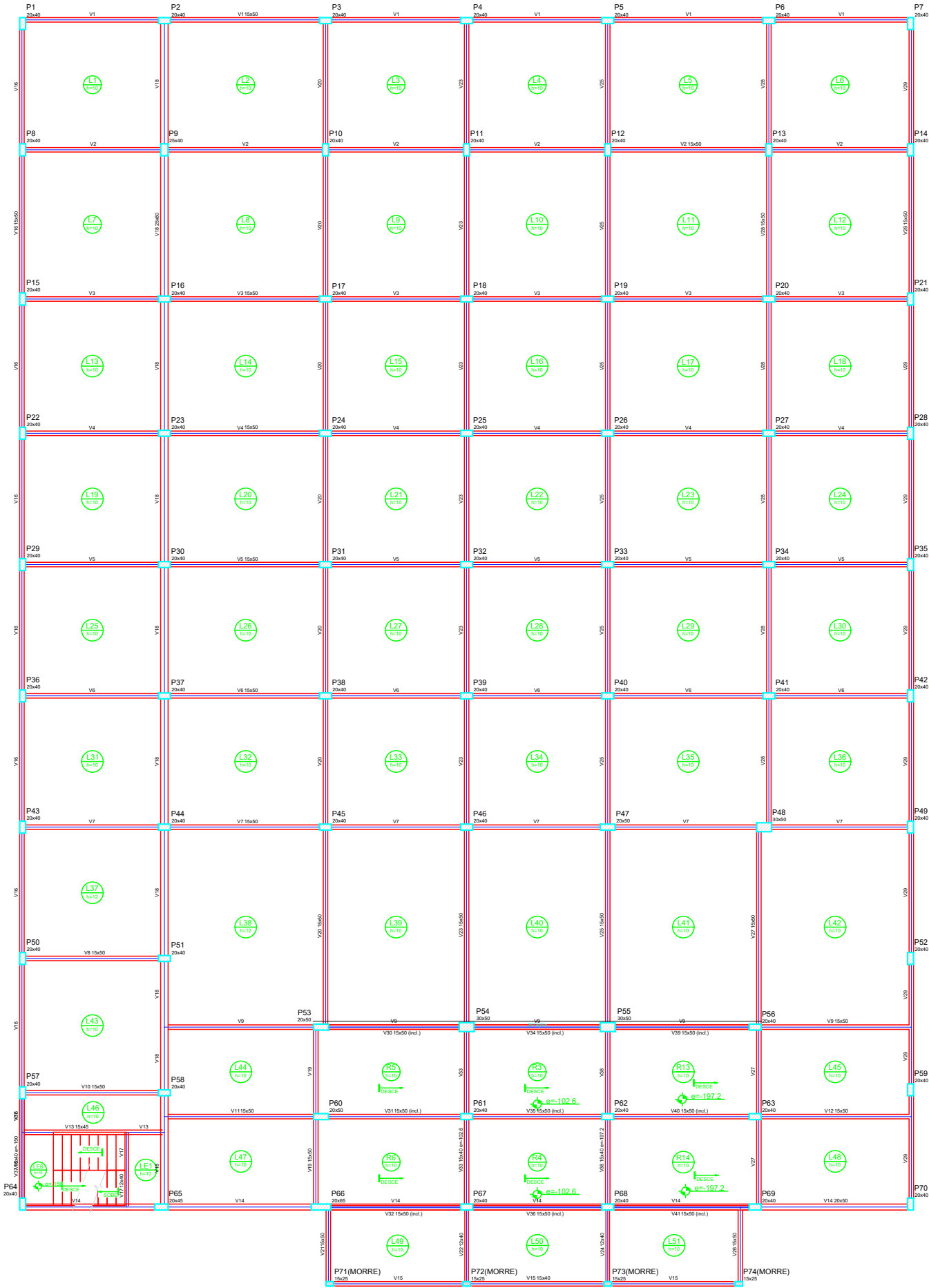
Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	15x50	0	0
V2	15x50	0	0
V3	15x50	0	0
V4	15x50	0	0
V5	15x50	0	0
V6	15x50	0	0
V7	15x50	0	0
V8	15x50	0	0
V9	15x50	0	0
V10	15x50	0	0
V11	15x50	0	0
V12	15x50	0	0
V13	15x45	0	0
V14	20x50	0	0
V15	15x40	0	0
V16	15x50	0	0
V17	12x40	0	0
V18	25x60	0	0
V19	15x50	0	0
V20	15x50	0	0
V21	15x50	0	0
V22	12x40	0	0
V23	15x50	0	0
V24	12x40	0	0
V25	15x50	0	0
V26	15x50	0	0
V27	15x50	0	0
V28	15x50	0	0
V29	15x50	0	0

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20 x 40	0	0
P2	20 x 40	0	0
P3	20 x 40	0	0
P4	20 x 40	0	0
P5	20 x 40	0	0
P6	20 x 40	0	0
P7	20 x 40	0	0
P8	20 x 40	0	0
P9	25 x 40	0	0
P10	20 x 40	0	0
P11	20 x 40	0	0
P12	20 x 40	0	0
P13	20 x 40	0	0
P14	20 x 40	0	0
P15	20 x 40	0	0
P16	20 x 40	0	0
P17	20 x 40	0	0
P18	20 x 40	0	0
P19	20 x 40	0	0
P20	20 x 40	0	0
P21	20 x 40	0	0
P22	20 x 40	0	0
P23	20 x 40	0	0
P24	20 x 40	0	0
P25	20 x 40	0	0
P26	20 x 40	0	0
P27	20 x 40	0	0
P28	20 x 40	0	0
P29	20 x 40	0	0
P30	20 x 40	0	0
P31	20 x 40	0	0
P32	20 x 40	0	0
P33	20 x 40	0	0
P34	20 x 40	0	0
P35	20 x 40	0	0
P36	20 x 40	0	0
P37	20 x 40	0	0
P38	20 x 40	0	0
P39	20 x 40	0	0
P40	20 x 40	0	0
P41	20 x 40	0	0
P42	20 x 40	0	0
P43	20 x 40	0	0
P44	20 x 40	0	0
P45	20 x 40	0	0
P46	20 x 40	0	0
P47	20 x 50	0	0
P48	30 x 50	0	0
P49	20 x 40	0	0
P50	20 x 40	0	0
P51	20 x 40	0	0
P52	20 x 40	0	0
P53	20 x 50	0	0
P54	30 x 50	0	0
P55	30 x 50	0	0
P56	20 x 40	0	0
P57	20 x 40	0	0
P58	20 x 40	0	0
P59	20 x 40	0	0
P60	20 x 50	0	0
P61	20 x 40	0	0
P62	20 x 40	0	0
P63	20 x 40	0	0
P64	20 x 40	0	0
P65	20 x 45	0	0
P66	20 x 65	0	0
P67	20 x 40	0	0
P68	20 x 40	0	0
P69	20 x 40	0	0
P70	20 x 40	0	0
P71	15 x 25	0	0
P72	15 x 25	0	0
P73	15 x 25	0	0
P74	15 x 25	0	0

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENDIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		
		COD. EDG		
ÁREA TÉCNICA		PROJETO ESTRUTURAL		
		COD. FOR		
CONTEÚDO		PROJETO DE FORMA		Nº DA FOLHA 001
SETOR		SUB. SETOR		FASE PROJOTOS
TÉRREO		FORMA		REVISÃO R00
				ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
NOME DO ARQUIVO		PROJETISTA		
"EDG-FOR-EX-006-TER-R00.dwg"		ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA		



Forma do pavimento 1º Pavimento
escala 1:175

Lajes							
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados		Sobrecarga (kgf/m²)		
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental
L1	Maciça	10	0	300	250	150	300
L2	Maciça	10	0	300	250	150	300
L3	Maciça	10	0	300	250	150	300
L4	Maciça	10	0	300	250	150	300
L5	Maciça	10	0	300	250	150	300
L6	Maciça	10	0	300	250	150	300
L7	Maciça	10	0	300	250	150	300
L8	Maciça	10	0	300	250	150	300
L9	Maciça	10	0	300	250	150	300
L10	Maciça	10	0	300	250	150	300
L11	Maciça	10	0	300	250	150	300
L12	Maciça	10	0	300	250	150	300
L13	Maciça	10	0	300	250	150	300
L14	Maciça	10	0	300	250	150	300
L15	Maciça	10	0	300	250	150	300
L16	Maciça	10	0	300	250	150	300
L17	Maciça	10	0	300	250	150	300
L18	Maciça	10	0	300	250	150	300
L19	Maciça	10	0	300	250	150	300
L20	Maciça	10	0	300	250	150	300
L21	Maciça	10	0	300	250	150	300
L22	Maciça	10	0	300	250	150	300
L23	Maciça	10	0	300	250	150	300
L24	Maciça	10	0	300	250	150	300
L25	Maciça	10	0	300	250	150	300
L26	Maciça	10	0	300	250	150	300
L27	Maciça	10	0	300	250	150	300
L28	Maciça	10	0	300	250	150	300
L29	Maciça	10	0	300	250	150	300
L30	Maciça	10	0	300	250	150	300
L31	Maciça	10	0	300	250	150	300
L32	Maciça	10	0	300	250	150	300
L33	Maciça	10	0	300	250	150	300
L34	Maciça	10	0	300	250	150	300
L35	Maciça	10	0	300	250	150	300
L36	Maciça	10	0	300	250	150	300
L37	Maciça	12	0	300	300	150	300
L38	Maciça	12	0	300	300	150	300
L39	Maciça	10	0	300	250	150	300
L40	Maciça	10	0	300	250	150	300
L41	Maciça	10	0	300	250	150	300
L42	Maciça	10	0	300	250	150	300
L43	Maciça	10	0	300	250	150	300
L44	Maciça	10	0	300	250	150	300
L45	Maciça	10	0	300	250	150	300
L46	Maciça	10	0	300	250	150	300
L47	Maciça	10	0	300	250	150	300
L48	Maciça	10	0	300	250	150	300
L49	Maciça	10	0	300	250	150	300
L50	Maciça	10	0	300	250	150	300
L51	Maciça	10	0	300	250	150	300
LE1	Maciça	10	0	300	250	150	300
LE5	Maciça	10	-150	150	438	150	300
LE6	Maciça	10	-150	150	250	150	300
LE7	Maciça	10	0	300	462	150	300
R1	Maciça	10	-197	102.8	255	150	300
R2	Maciça	10	-197	102.8	255	150	300
R3	Maciça	10	-103	197.4	251	150	300
R4	Maciça	10	-103	197.4	251	150	300
R5	Maciça	10	0	300	255	150	300
R6	Maciça	10	0	300	255	150	300

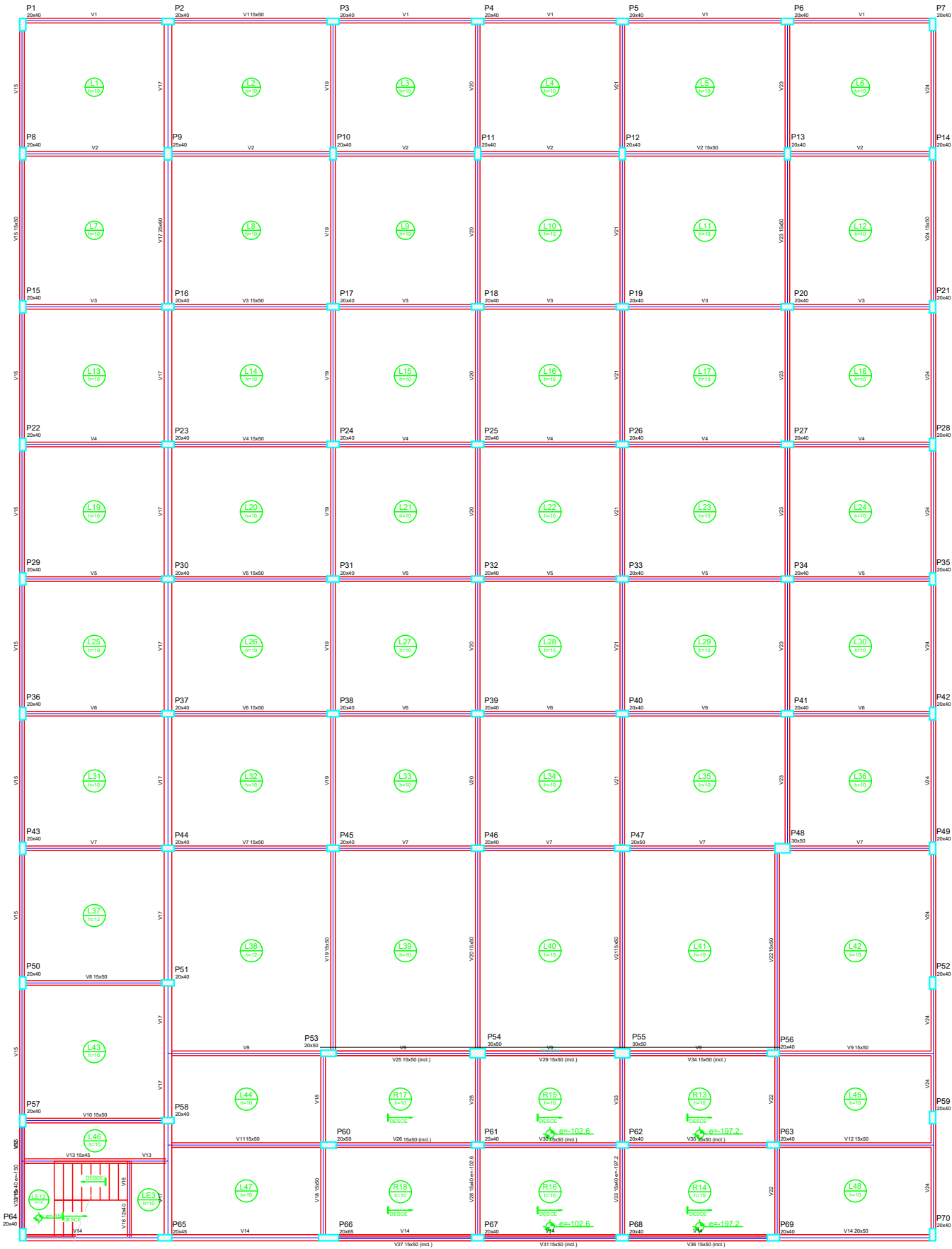
Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	15x50	0	300
V2	15x50	0	300
V3	15x50	0	300
V4	15x50	0	300
V5	15x50	0	300
V6	15x50	0	300
V7	15x50	0	300
V8	15x50	0	300
V9	15x50	0	300
V10	15x50	0	300
V11	15x50	0	300
V12	15x50	0	300
V13	15x45	0	300
V14	20x50	0	300
V15	15x40	0	300
V16	15x50	0	300
V17	12x40	0	300
V18	25x60	0	300
V19	15x50	0	300
V20	15x50	0	300
V21	15x50	0	300
V22	12x40	0	300
V23	15x50	0	300
V24	12x40	0	300
V25	15x50	0	300
V26	15x50	0	300
V27	15x50	0	300
V28	15x50	0	300
V29	15x50	0	300
V30	15x50	0 / -102.6	300 / 197.4
V31	15x50	0 / -102.6	300 / 197.4
V32	15x50	0 / -102.6	300 / 197.4
V33	15x40	-102.6	197.4
V34	15x50	-102.6 / -197.2	197.4 / 102.8
V35	15x50	-102.6 / -197.2	197.4 / 102.8
V36	15x50	-102.6 / -197.2	197.4 / 102.8
V37	15x40	-150	150
V38	15x40	-197.2	102.8
V39	15x50	-197.2 / 0	102.8 / 0
V40	15x50	-197.2 / 0	102.8 / 0
V41	15x50	-197.2 / 0	102.8 / 0

Características dos materiais		
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)	
250	238000	

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20 x 40	0	300
P2	20 x 40	0	300
P3	20 x 40	0	300
P4	20 x 40	0	300
P5	20 x 40	0	300
P6	20 x 40	0	300
P7	20 x 40	0	300
P8	20 x 40	0	300
P9	25 x 40	0	300
P10	20 x 40	0	300
P11	20 x 40	0	300
P12	20 x 40	0	300
P13	20 x 40	0	300
P14	20 x 40	0	300
P15	20 x 40	0	300
P16	20 x 40	0	300
P17	20 x 40	0	300
P18	20 x 40	0	300
P19	20 x 40	0	300
P20	20 x 40	0	300
P21	20 x 40	0	300
P22	20 x 40	0	300
P23	20 x 40	0	300
P24	20 x 40	0	300
P25	20 x 40	0	300
P26	20 x 40	0	300
P27	20 x 40	0	300
P28	20 x 40	0	300
P29	20 x 40	0	300
P30	20 x 40	0	300
P31	20 x 40	0	300
P32	20 x 40	0	300
P33	20 x 40	0	300
P34	20 x 40	0	300
P35	20 x 40	0	300
P36	20 x 40	0	300
P37	20 x 40	0	300
P38	20 x 40	0	300
P39	20 x 40	0	300
P40	20 x 40	0	300
P41	20 x 40	0	300
P42	20 x 40	0	300
P43	20 x 40	0	300
P44	20 x 40	0	300
P45	20 x 40	0	300
P46	20 x 40	0	300
P47	20 x 50	0	300
P48	30 x 50	0	300
P49	20 x 40	0	300
P50	20 x 40	0	300
P51	20 x 40	0	300
P52	20 x 40	0	300
P53	20 x 50	0	300
P54	30 x 50	0	300
P55	30 x 50	0	300
P56	20 x 40	0	300
P57	20 x 40	0	300
P58	20 x 40	0	300
P59	20 x 40	0	300
P60	20 x 50	0	300
P61	20 x 40	0	300
P62	20 x 40	0	300
P63	20 x 40	0	300
P64	20 x 40	0	300
P65	20 x 45	0	300
P66	20 x 65	0	300
P67	20 x 40	0	300
P68	20 x 40	0	300
P69	20 x 40	0	300
P70	20 x 40	0	300
P71	15 x 25	0	300
P72	15 x 25	0	300
P73	15 x 25	0	300
P74	15 x 25	0	300

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENDIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		COD. EDG
ÁREA TÉCNICA		PROJETO ESTRUTURAL		COD. FOR
CONTEÚDO		PROJETO DE FORMA		Nº DA FOLHA 001
SETOR	1º Pavimento	SUB. SETOR	FORMA	FASE PROJOTOS
NOME DO ARQUIVO		"EDG-FOR-EX-007-1PV-R00.dwg"		REVISÃO R00
				ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
				PROJETISTA
				ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA



Forma do Pavimento Tipo (2x)
escala 1:175

Lajes					Sobrecarga (kgf/m²)		
Nome	Tipo	Dados		Peso próprio (kgf/m²)	Adicional		
		Altura (cm)	Elevação (cm)		Acidental	Localizada	
L1	Maciça	10	0	600	250	150	300
L2	Maciça	10	0	600	250	150	300
L3	Maciça	10	0	600	250	150	300
L4	Maciça	10	0	600	250	150	300
L5	Maciça	10	0	600	250	150	300
L6	Maciça	10	0	600	250	150	300
L7	Maciça	10	0	600	250	150	300
L8	Maciça	10	0	600	250	150	300
L9	Maciça	10	0	600	250	150	300
L10	Maciça	10	0	600	250	150	300
L11	Maciça	10	0	600	250	150	300
L12	Maciça	10	0	600	250	150	300
L13	Maciça	10	0	600	250	150	300
L14	Maciça	10	0	600	250	150	300
L15	Maciça	10	0	600	250	150	300
L16	Maciça	10	0	600	250	150	300
L17	Maciça	10	0	600	250	150	300
L18	Maciça	10	0	600	250	150	300
L19	Maciça	10	0	600	250	150	300
L20	Maciça	10	0	600	250	150	300
L21	Maciça	10	0	600	250	150	300
L22	Maciça	10	0	600	250	150	300
L23	Maciça	10	0	600	250	150	300
L24	Maciça	10	0	600	250	150	300
L25	Maciça	10	0	600	250	150	300
L26	Maciça	10	0	600	250	150	300
L27	Maciça	10	0	600	250	150	300
L28	Maciça	10	0	600	250	150	300
L29	Maciça	10	0	600	250	150	300
L30	Maciça	10	0	600	250	150	300
L31	Maciça	10	0	600	250	150	300
L32	Maciça	10	0	600	250	150	300
L33	Maciça	10	0	600	250	150	300
L34	Maciça	10	0	600	250	150	300
L35	Maciça	10	0	600	250	150	300
L36	Maciça	10	0	600	250	150	300
L37	Maciça	12	0	600	300	150	300
L38	Maciça	12	0	600	300	150	300
L39	Maciça	10	0	600	250	150	300
L40	Maciça	10	0	600	250	150	300
L41	Maciça	10	0	600	250	150	300
L42	Maciça	10	0	600	250	150	300
L43	Maciça	10	0	600	250	150	300
L44	Maciça	10	0	600	250	150	300
L45	Maciça	10	0	600	250	150	300
L46	Maciça	10	0	600	250	150	300
L47	Maciça	10	0	600	250	150	300
L48	Maciça	10	0	600	250	150	300
LE3	Maciça	10	0	600	250	150	300
LE11	Maciça	10	-150	450	438	150	300
LE12	Maciça	10	-150	450	250	150	300
LE13	Maciça	10	0	600	462	150	300
R13	Maciça	10	-197	402.8	255	150	300
R14	Maciça	10	-197	402.8	255	150	300
R15	Maciça	10	-103	497.4	251	150	300
R16	Maciça	10	-103	497.4	251	150	300
R17	Maciça	10	0	600	255	150	300
R18	Maciça	10	0	600	255	150	300

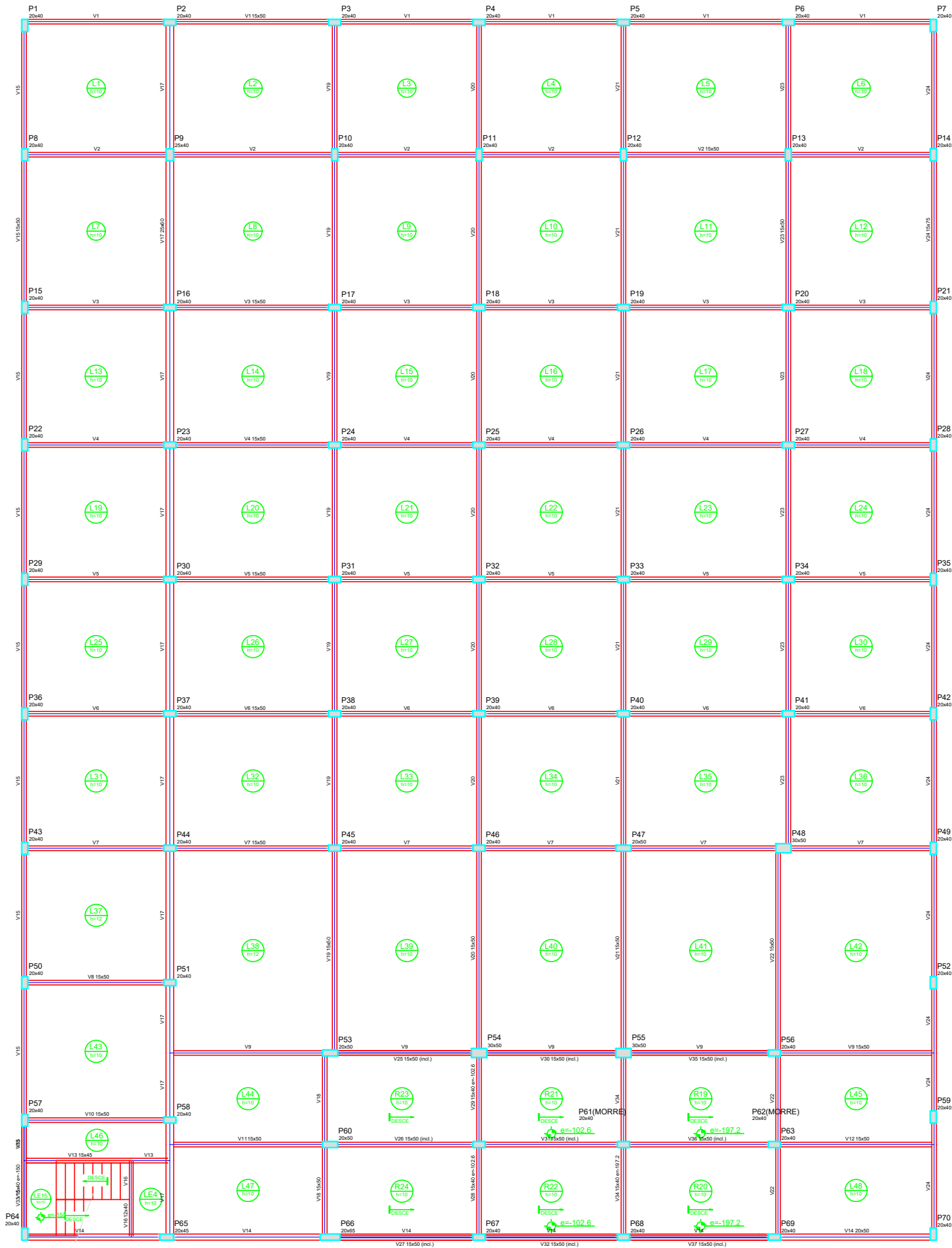
Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

Vigas		
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)
V1	15x50	0
V2	15x50	0
V3	15x50	0
V4	15x50	0
V5	15x50	0
V6	15x50	0
V7	15x50	0
V8	15x50	0
V9	15x50	0
V10	15x50	0
V11	15x50	0
V12	15x45	0
V13	15x50	0
V14	20x50	0
V15	15x50	0
V16	12x40	0
V17	25x60	0
V18	15x50	0
V19	15x50	0
V20	15x50	0
V21	15x50	0
V22	15x50	0
V23	15x50	0
V24	15x50	0
V25	15x50	0 / -102.6
V26	15x50	0 / -102.6
V27	15x50	0 / -102.6
V28	15x40	-102.6
V29	15x50	-102.6 / -197.2
V30	15x50	-102.6 / -197.2
V31	15x50	-102.6 / -197.2
V32	15x40	-150
V33	15x40	-197.2
V34	15x50	-197.2 / 0
V35	15x50	-197.2 / 0
V36	15x50	-197.2 / 0

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20 x 40	0	600
P2	20 x 40	0	600
P3	20 x 40	0	600
P4	20 x 40	0	600
P5	20 x 40	0	600
P6	20 x 40	0	600
P7	20 x 40	0	600
P8	20 x 40	0	600
P9	25 x 40	0	600
P10	20 x 40	0	600
P11	20 x 40	0	600
P12	20 x 40	0	600
P13	20 x 40	0	600
P14	20 x 40	0	600
P15	20 x 40	0	600
P16	20 x 40	0	600
P17	20 x 40	0	600
P18	20 x 40	0	600
P19	20 x 40	0	600
P20	20 x 40	0	600
P21	20 x 40	0	600
P22	20 x 40	0	600
P23	20 x 40	0	600
P24	20 x 40	0	600
P25	20 x 40	0	600
P26	20 x 40	0	600
P27	20 x 40	0	600
P28	20 x 40	0	600
P29	20 x 40	0	600
P30	20 x 40	0	600
P31	20 x 40	0	600
P32	20 x 40	0	600
P33	20 x 40	0	600
P34	20 x 40	0	600
P35	20 x 40	0	600
P36	20 x 40	0	600
P37	20 x 40	0	600
P38	20 x 40	0	600
P39	20 x 40	0	600
P40	20 x 40	0	600
P41	20 x 40	0	600
P42	20 x 40	0	600
P43	20 x 40	0	600
P44	20 x 40	0	600
P45	20 x 40	0	600
P46	20 x 40	0	600
P47	20 x 50	0	600
P48	30 x 50	0	600
P49	20 x 40	0	600
P50	20 x 40	0	600
P51	20 x 40	0	600
P52	20 x 40	0	600
P53	20 x 50	0	600
P54	30 x 50	0	600
P55	30 x 50	0	600
P56	20 x 40	0	600
P57	20 x 40	0	600
P58	20 x 40	0	600
P59	20 x 40	0	600
P60	20 x 50	0	600
P61	20 x 40	0	600
P62	20 x 40	0	600
P63	20 x 40	0	600
P64	20 x 40	0	600
P65	20 x 45	0	600
P66	20 x 65	0	600
P67	20 x 40	0	600
P68	20 x 40	0	600
P69	20 x 40	0	600
P70	20 x 40	0	600

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENHIMENTO		COD. EDG		
EDIFÍCIO GARAGEM				
ÁREA TÉCNICA		COD. FOR		
PROJETO ESTRUTURAL				
CONTEÚDO		Nº DA FOLHA 001		
PROJETO DE FORMA				
SETOR	TIPO	SUB. SETOR	FORMA	FASE PROJOTOS
				REVISÃO R00
				ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
NOME DO ARQUIVO				PROJETISTA
"EDG-FOR-EX-008-TP-R00.dwg"				ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA



Forma do pavimento Cobertura
escala 1:175

Lajes							
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados		Sobrecarga (kgf/m²)		
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental
L1	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L2	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L3	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L4	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L5	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L6	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L7	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L8	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L9	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L10	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L11	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L12	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L13	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L14	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L15	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L16	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L17	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L18	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L19	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L20	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L21	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L22	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L23	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L24	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L25	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L26	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L27	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L28	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L29	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L30	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L31	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L32	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L33	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L34	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L35	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L36	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L37	Maciça	12	0	1200	300	150	300
L38	Maciça	12	0	1200	300	150	300
L39	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L40	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L41	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L42	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L43	Maciça	10	0	1200	250	400	300
L44	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L45	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L46	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L47	Maciça	10	0	1200	250	150	300
L48	Maciça	10	0	1200	250	150	300
LE4	Maciça	10	0	1200	250	150	300
LE14	Maciça	10	-150	1050	438	150	300
LE15	Maciça	10	-150	1050	250	150	300
LE16	Maciça	10	0	1200	462	150	300
R19	Maciça	10	-197	1002.8	255	150	300
R20	Maciça	10	-197	1002.8	255	150	300
R21	Maciça	10	-103	1097.4	251	150	300
R22	Maciça	10	-103	1097.4	251	150	300
R23	Maciça	10	0	1200	255	150	300
R24	Maciça	10	0	1200	255	150	300

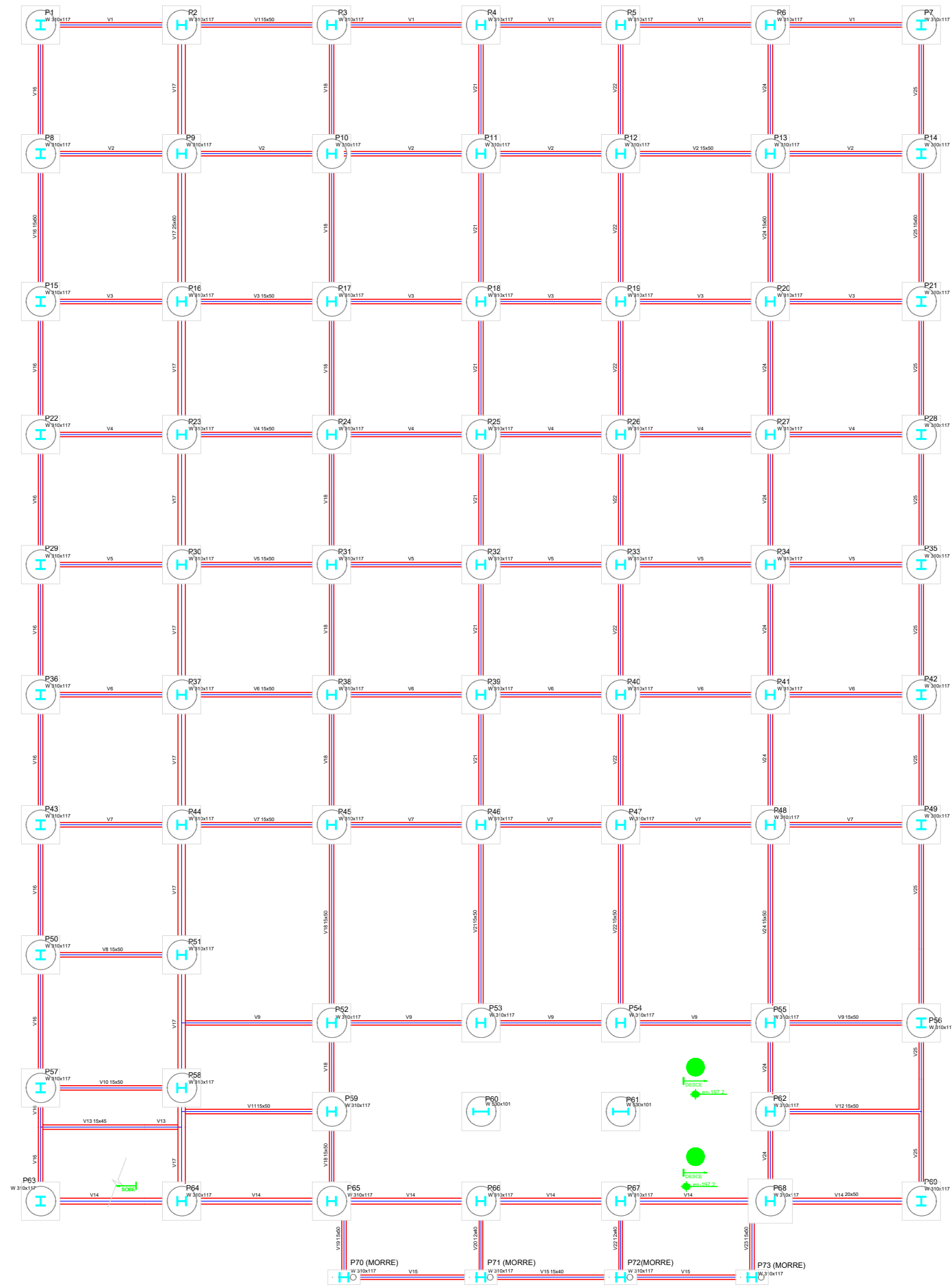
Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	15x50	0	1200
V2	15x50	0	1200
V3	15x50	0	1200
V4	15x50	0	1200
V5	15x50	0	1200
V6	15x50	0	1200
V7	15x50	0	1200
V8	15x50	0	1200
V9	15x50	0	1200
V10	15x50	0	1200
V11	15x50	0	1200
V12	15x50	0	1200
V13	15x45	0	1200
V14	20x50	0	1200
V15	15x50	0	1200
V16	12x40	0	1200
V17	25x60	0	1200
V18	15x50	0	1200
V19	15x50	0	1200
V20	15x50	0	1200
V21	15x50	0	1200
V22	15x50	0	1200
V23	15x75	0	1200
V24	15x50	0	1200
V25	15x50	0 / -102.6	1200 / 1097.4
V26	15x50	0 / -102.6	1200 / 1097.4
V27	15x50	0 / -102.6	1200 / 1097.4
V28	15x40	-102.6	1097.4
V29	15x40	-102.6	1097.4
V30	15x50	-102.6 / -197.2	1097.4 / 1002.8
V31	15x50	-102.6 / -197.2	1097.4 / 1002.8
V32	15x50	-102.6 / -197.2	1097.4 / 1002.8
V33	15x40	-150	1050
V34	15x40	-197.2	1002.8
V35	15x50	-197.2 / 0	1002.8 / 900
V36	15x50	-197.2 / 0	1002.8 / 900
V37	15x50	-197.2 / 0	1002.8 / 900

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

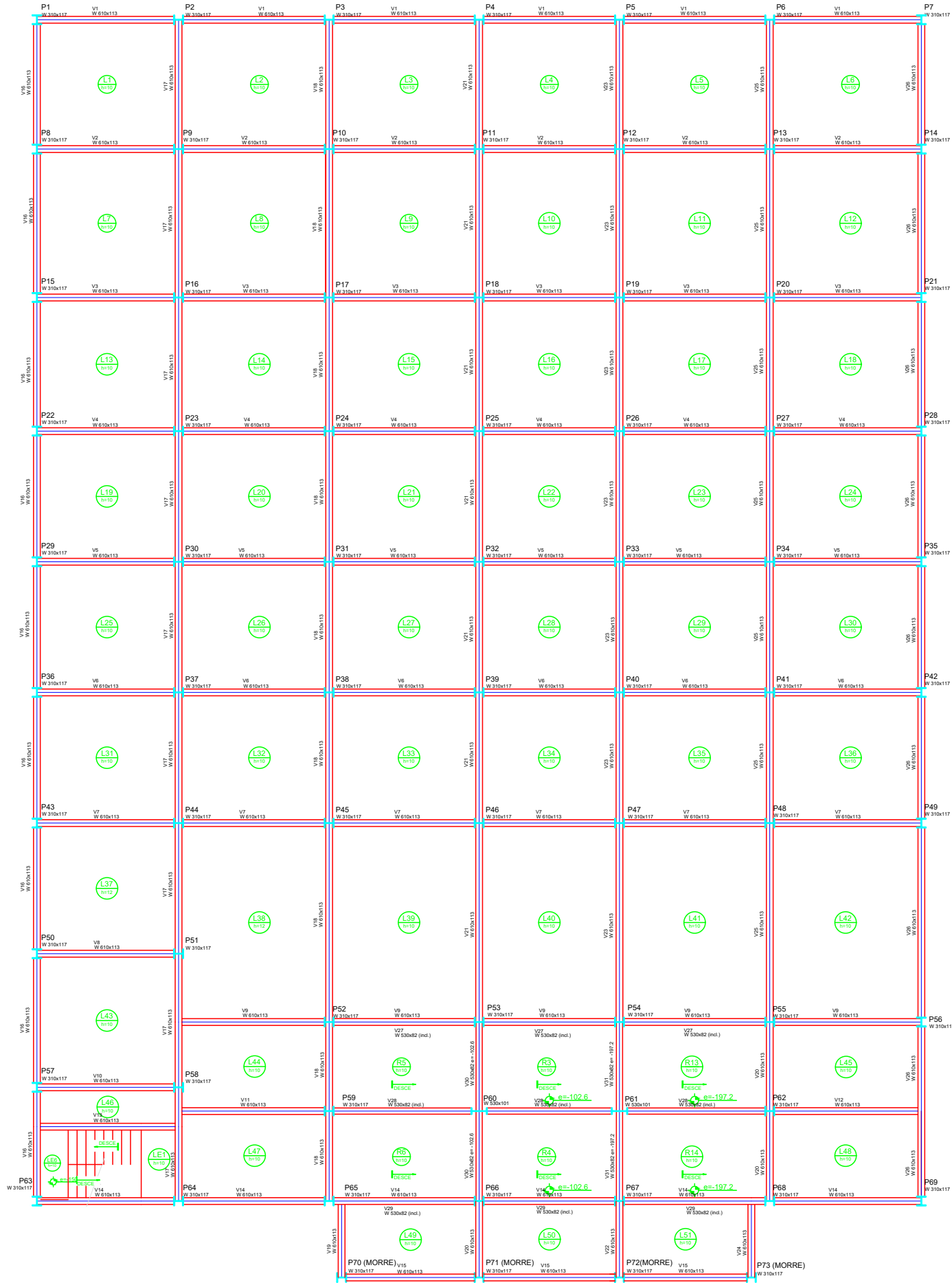
Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	20 x 40	0	1200
P2	20 x 40	0	1200
P3	20 x 40	0	1200
P4	20 x 40	0	1200
P5	20 x 40	0	1200
P6	20 x 40	0	1200
P7	20 x 40	0	1200
P8	20 x 40	0	1200
P9	25 x 40	0	1200
P10	20 x 40	0	1200
P11	20 x 40	0	1200
P12	20 x 40	0	1200
P13	20 x 40	0	1200
P14	20 x 40	0	1200
P15	20 x 40	0	1200
P16	20 x 40	0	1200
P17	20 x 40	0	1200
P18	20 x 40	0	1200
P19	20 x 40	0	1200
P20	20 x 40	0	1200
P21	20 x 40	0	1200
P22	20 x 40	0	1200
P23	20 x 40	0	1200
P24	20 x 40	0	1200
P25	20 x 40	0	1200
P26	20 x 40	0	1200
P27	20 x 40	0	1200
P28	20 x 40	0	1200
P29	20 x 40	0	1200
P30	20 x 40	0	1200
P31	20 x 40	0	1200
P32	20 x 40	0	1200
P33	20 x 40	0	1200
P34	20 x 40	0	1200
P35	20 x 40	0	1200
P36	20 x 40	0	1200
P37	20 x 40	0	1200
P38	20 x 40	0	1200
P39	20 x 40	0	1200
P40	20 x 40	0	1200
P41	20 x 40	0	1200
P42	20 x 40	0	1200
P43	20 x 40	0	1200
P44	20 x 40	0	1200
P45	20 x 40	0	1200
P46	20 x 40	0	1200
P47	20 x 50	0	1200
P48	30 x 50	0	1200
P49	20 x 40	0	1200
P50	20 x 40	0	1200
P51	20 x 40	0	1200
P52	20 x 40	0	1200
P53	20 x 50	0	1200
P54	30 x 50	0	1200
P55	30 x 50	0	1200
P56	20 x 40	0	1200
P57	20 x 40	0	1200
P58	20 x 40	0	1200
P59	20 x 40	0	1200
P60	20 x 50	0	1200
P61	20 x 40	-102.6	1097.4
P62	20 x 40	-197.2	1002.8
P63	20 x 40	0	1200
P64	20 x 40	0	1200
P65	20 x 45	0	1200
P66	20 x 65	0	1200
P67	20 x 40	0	1200
P68	20 x 40	0	1200
P69	20 x 40	0	1200
P70	20 x 40	0	1200

R00	17/08/2016	EMIÇÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENHIMENTO		COD. EDG		
EDIFÍCIO GARAGEM				
ÁREA TÉCNICA		COD. FOR		
PROJETO ESTRUTURAL				
CONTEÚDO		PROJETO DE FORMA		Nº DA FOLHA 001
SETOR	COBERTURA	SUB. SETOR	FORMA	FASE PROJOTOS
				REVISÃO R00
				ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
NOME DO ARQUIVO				PROJETISTA
"EDG-FOR-EX-009-COB-R00.dwg"				ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA



Forma do pavimento TÉRREO

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENHIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		COD. EDG
ÁREA TÉCNICA		PROJETO ESTRUTURAL		COD. MET
CONTEÚDO		PROJETO DE METÁLICA		Nº DA FOLHA 001
SETOR	TÉRREO	SUB. SETOR	FORMA	FASE PROJETOS
				REVISÃO R00
NOME DO ARQUIVO	"EDG-FOR-MET-EX-010-TER-R00.dwg"			ESCALA INDICADA
				DATA 11/09/2016
		PROJETISTA ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA		

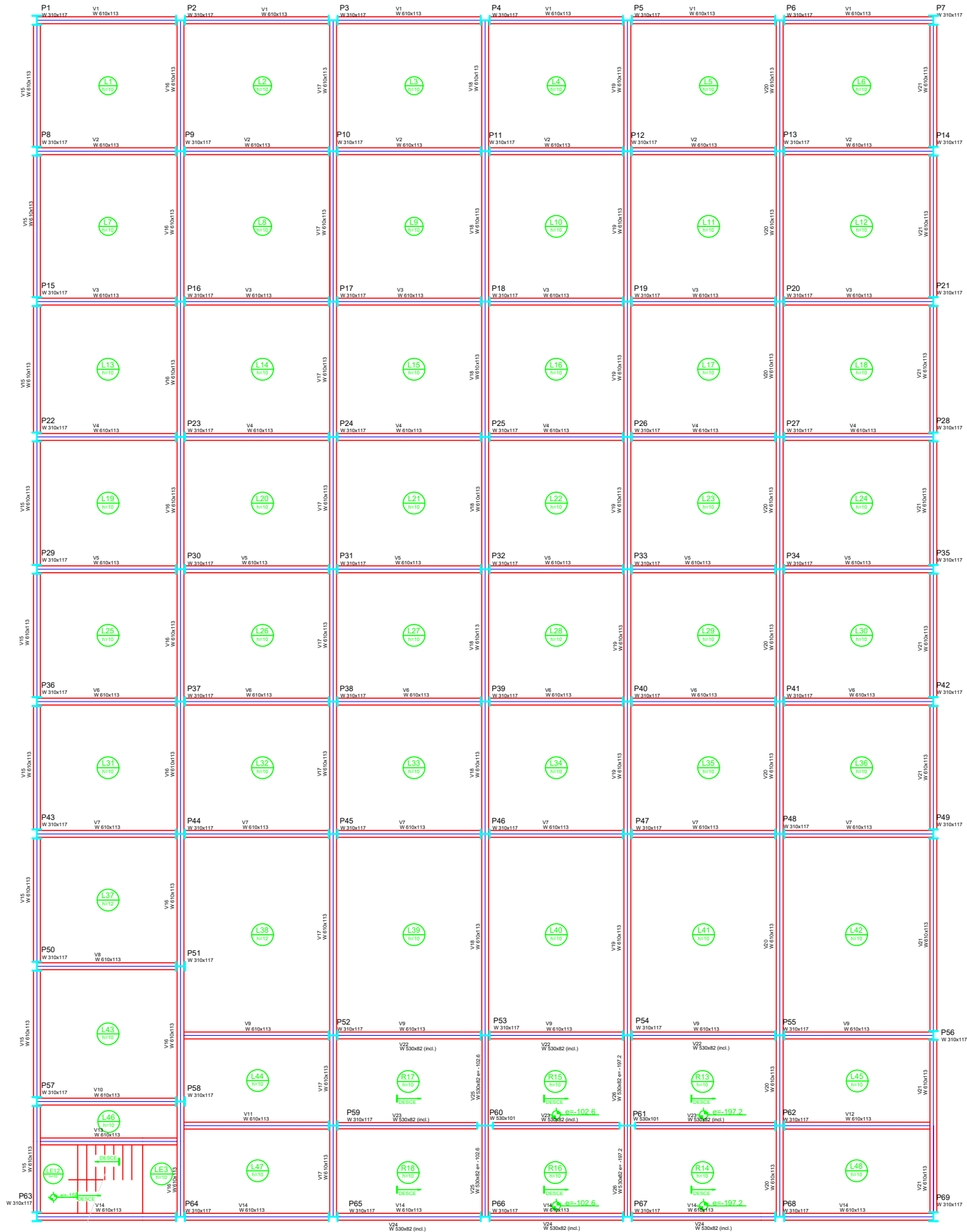


Forma do pavimento 1º Pavimento

escala 1:175

Lajes							
Nome	Tipo	Dados			Sobrecarga (kgf/m²)		
		Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental
L1	Maciça	10	0	300	250	150	300
L2	Maciça	10	0	300	250	150	300
L3	Maciça	10	0	300	250	150	300
L4	Maciça	10	0	300	250	150	300
L5	Maciça	10	0	300	250	150	300
L6	Maciça	10	0	300	250	150	300
L7	Maciça	10	0	300	250	150	300
L8	Maciça	10	0	300	250	150	300
L9	Maciça	10	0	300	250	150	300
L10	Maciça	10	0	300	250	150	300
L11	Maciça	10	0	300	250	150	300
L12	Maciça	10	0	300	250	150	300
L13	Maciça	10	0	300	250	150	300
L14	Maciça	10	0	300	250	150	300
L15	Maciça	10	0	300	250	150	300
L16	Maciça	10	0	300	250	150	300
L17	Maciça	10	0	300	250	150	300
L18	Maciça	10	0	300	250	150	300
L19	Maciça	10	0	300	250	150	300
L20	Maciça	10	0	300	250	150	300
L21	Maciça	10	0	300	250	150	300
L22	Maciça	10	0	300	250	150	300
L23	Maciça	10	0	300	250	150	300
L24	Maciça	10	0	300	250	150	300
L25	Maciça	10	0	300	250	150	300
L26	Maciça	10	0	300	250	150	300
L27	Maciça	10	0	300	250	150	300
L28	Maciça	10	0	300	250	150	300
L29	Maciça	10	0	300	250	150	300
L30	Maciça	10	0	300	250	150	300
L31	Maciça	10	0	300	250	150	300
L32	Maciça	10	0	300	250	150	300
L33	Maciça	10	0	300	250	150	300
L34	Maciça	10	0	300	250	150	300
L35	Maciça	10	0	300	250	150	300
L36	Maciça	10	0	300	250	150	300
L37	Maciça	12	0	300	300	150	300
L38	Maciça	12	0	300	300	150	300
L39	Maciça	10	0	300	250	150	300
L40	Maciça	10	0	300	250	150	300
L41	Maciça	10	0	300	250	150	300
L42	Maciça	10	0	300	250	150	300
L43	Maciça	10	0	300	250	150	300
L44	Maciça	10	0	300	250	150	300
L45	Maciça	10	0	300	250	150	300
L46	Maciça	10	0	300	250	150	300
L47	Maciça	10	0	300	250	150	300
L48	Maciça	10	0	300	250	150	300
L49	Maciça	10	0	300	250	150	300
L50	Maciça	10	0	300	250	150	300
L51	Maciça	10	0	300	250	150	300
LE1	Maciça	10	0	300	250	150	300
LE5	Maciça	10	-150	150	438	150	300
LE6	Maciça	10	-150	150	250	150	300
LE7	Maciça	10	0	300	462	150	300
R1	Maciça	10	-197	102.8	255	150	300
R2	Maciça	10	-197	102.8	255	150	300
R3	Maciça	10	-103	197.4	251	150	300
R4	Maciça	10	-103	197.4	251	150	300
R5	Maciça	10	0	300	255	150	300
R6	Maciça	10	0	300	255	150	300

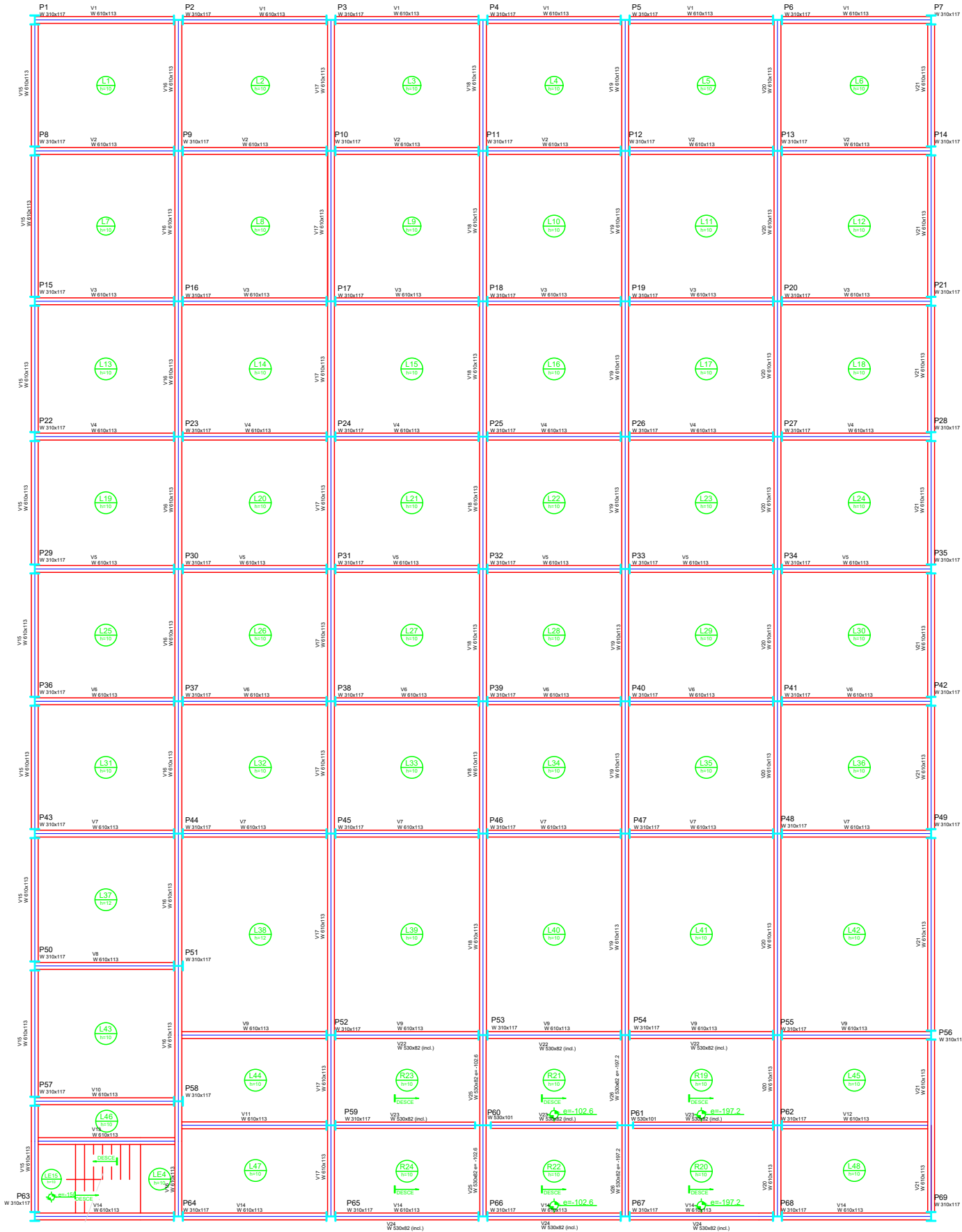
R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENDIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		
ÁREA TÉCNICA		PROJETO ESTRUTURAL		
CONTEÚDO		Nº DA FOLHA		
1º Pavimento		001		
SUB. SETOR		FORMA		
NOME DO ARQUIVO		"EDG-MET-EX-011-1PV-R00.dwg"		
FASE		REVISÃO		
PROJETOS		R00		
ESCALA		DATA		
INDICADA		17/08/2016		
PROJETISTA		ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA		



Forma do Pavimento Tipo (2x)
escala 1:175

Lajes		Dados			Sobrecarga (kgf/m²)		
		Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental
L1	Maciça	10	0	600	250	150	300
L2	Maciça	10	0	600	250	150	300
L3	Maciça	10	0	600	250	150	300
L4	Maciça	10	0	600	250	150	300
L5	Maciça	10	0	600	250	150	300
L6	Maciça	10	0	600	250	150	300
L7	Maciça	10	0	600	250	150	300
L8	Maciça	10	0	600	250	150	300
L9	Maciça	10	0	600	250	150	300
L10	Maciça	10	0	600	250	150	300
L11	Maciça	10	0	600	250	150	300
L12	Maciça	10	0	600	250	150	300
L13	Maciça	10	0	600	250	150	300
L14	Maciça	10	0	600	250	150	300
L15	Maciça	10	0	600	250	150	300
L16	Maciça	10	0	600	250	150	300
L17	Maciça	10	0	600	250	150	300
L18	Maciça	10	0	600	250	150	300
L19	Maciça	10	0	600	250	150	300
L20	Maciça	10	0	600	250	150	300
L21	Maciça	10	0	600	250	150	300
L22	Maciça	10	0	600	250	150	300
L23	Maciça	10	0	600	250	150	300
L24	Maciça	10	0	600	250	150	300
L25	Maciça	10	0	600	250	150	300
L26	Maciça	10	0	600	250	150	300
L27	Maciça	10	0	600	250	150	300
L28	Maciça	10	0	600	250	150	300
L29	Maciça	10	0	600	250	150	300
L30	Maciça	10	0	600	250	150	300
L31	Maciça	10	0	600	250	150	300
L32	Maciça	10	0	600	250	150	300
L33	Maciça	10	0	600	250	150	300
L34	Maciça	10	0	600	250	150	300
L35	Maciça	10	0	600	250	150	300
L36	Maciça	10	0	600	250	150	300
L37	Maciça	12	0	600	300	150	300
L38	Maciça	12	0	600	300	150	300
L39	Maciça	10	0	600	250	150	300
L40	Maciça	10	0	600	250	150	300
L41	Maciça	10	0	600	250	150	300
L42	Maciça	10	0	600	250	150	300
L43	Maciça	10	0	600	250	150	300
L44	Maciça	10	0	600	250	150	300
L45	Maciça	10	0	600	250	150	300
L46	Maciça	10	0	600	250	150	300
L47	Maciça	10	0	600	250	150	300
L48	Maciça	10	0	600	250	150	300
LE3	Maciça	10	0	600	250	150	300
LE11	Maciça	10	-150	450	438	150	300
LE12	Maciça	10	-150	450	250	150	300
LE13	Maciça	10	0	600	462	150	300
R13	Maciça	10	-197	402.8	255	150	300
R14	Maciça	10	-197	402.8	255	150	300
R15	Maciça	10	-103	497.4	251	150	300
R16	Maciça	10	-103	497.4	251	150	300
R17	Maciça	10	0	600	255	150	300
R18	Maciça	10	0	600	255	150	300

R00	17/08/2016	EMIÇÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENHIMENTO		COD. EDG		
EDIFÍCIO GARAGEM				
ÁREA TÉCNICA		COD. MET		
PROJETO ESTRUTURAL				
CONTEÚDO		PROJETO DE METÁLICA		Nº DA FOLHA 001
SETOR		SUB. SETOR		FASE PROJOTOS
TIPO		FORMA		REVISÃO R00
NOME DO ARQUIVO		"EDG-MET-EX-012-TP-R00.dwg"		ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
				PROJETISTA
				ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA



Nome		Dados				Sobrecarga (kgf/m²)		
		Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L2	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L3	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L4	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L5	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L6	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L7	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L8	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L9	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L10	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L11	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L12	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L13	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L14	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L15	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L16	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L17	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L18	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L19	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L20	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L21	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L22	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L23	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L24	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L25	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L26	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L27	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L28	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L29	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L30	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L31	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L32	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L33	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L34	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L35	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L36	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L37	Maciça	12	0	1200	300	150	300	-
L38	Maciça	12	0	1200	300	150	300	-
L39	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L40	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L41	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L42	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L43	Maciça	10	0	1200	250	400	300	-
L44	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L45	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L46	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L47	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
L48	Maciça	10	0	1200	250	150	300	-
LE4	Maciça	10	-150	1050	438	150	300	-
LE15	Maciça	10	-150	1050	250	150	300	-
LE16	Maciça	10	0	1200	462	150	300	-
R19	Maciça	10	-197	1002.8	255	150	300	-
R20	Maciça	10	-197	1002.8	255	150	300	-
R21	Maciça	10	-103	1097.4	251	150	300	-
R22	Maciça	10	-103	1097.4	251	150	300	-
R23	Maciça	10	0	1200	255	150	300	-
R24	Maciça	10	0	1200	255	150	300	-

R00	17/08/2016	EMISSÃO INICIAL		ALEXSANDRO
PROJETO		EXECUÇÃO		
ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA				
EMPREENDIMENTO		EDIFÍCIO GARAGEM		
		COD. EDG		
ÁREA TÉCNICA		COD. MET		
PROJETO ESTRUTURAL				
CONTEÚDO		PROJETO DE METÁLICA		Nº DA FOLHA 001
SETOR		SUB. SETOR		FASE PROJETO
COBERTURA		FORMA		REVISÃO R00
NOME DO ARQUIVO		"EDG-MET-EX-013-COB-R00.dwg"		ESCALA INDICADA
				DATA 17/08/2016
				PROJETISTA ALEXSANDRO E. R. KORZEKWA

APÊNDICE B – Quantitativo da estrutura em concreto

Resumo de Materiais (Moldados in Loco)

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m³)	Área de forma (m²)	Consumo de aço (kg/m³)	Peso treliças (kg)
COBERTURA	Vigas	3403.1	51.0	737.5	66.8	
	Pilares	2769.5	19.3	278.7	143.6	
	Lajes	8096.3	110.9	1098.7	73.0	
	Total	14269.0	181.2	2114.9	78.7	0.0
TIPO 2	Vigas	3397.1	50.4	729.5	67.4	
	Pilares	2892.2	17.6	253.5	164.2	
	Lajes	8004.2	110.9	1098.7	72.1	
	Total	14293.4	178.9	2081.7	79.9	0.0
TIPO 1	Vigas	3423.4	50.4	729.5	68.0	
	Pilares	2895.4	17.6	253.5	164.4	
	Lajes	8007.7	110.9	1098.7	72.2	
	Total	14326.4	178.9	2081.7	80.1	0.0
1º PAV.	Vigas	3600.2	51.9	754.2	69.4	
	Pilares	2942.3	18.1	263.1	162.9	
	Lajes	8170.9	114.2	1130.9	71.6	
	Total	14713.4	184.1	2148.2	79.9	0.0
TÉRREO	Pilares	1424.2	6.5	91.8	220.1	
	Lajes	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	1424.2	6.5	91.8	220.1	0.0

Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10 % (kg)			
		Vigas	Pilares	Lajes	Total
CA50	6.3	109.0		11552.8	11661.8
CA50	8.0	3214.5	28.0	9742.4	12984.9
CA50	10.0	2959.8	622.1	4287.8	7869.7
CA50	12.5	3049.3	3096.7	514.3	6660.2
CA50	16.0	1519.7	5403.4		6923.2
CA50	20.0	143.1	2190.0		2333.1
CA50	25.0	687.5			687.5
CA60	5.0	2141.0	1583.3	6181.9	9906.1

		Vigas	Pilares	Lajes	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	11682.8	11340.3	26097.2	49120.3
	CA60	2141.0	1583.3	6181.9	9906.1
	Total	13823.8	12923.5	32279.1	59026.4
Volume concreto (m³)	C-25	203.6	79.0	447.0	729.6
Área de forma (m²)		2950.7	1140.6	4427.0	8518.3
Consumo de aço (kgf/m³)		67.9	163.5	72.2	80.9

APÊNDICE C – Quantitativo da estrutura em aço

Edifício Garagem - TCC

Norma:AISC-LRFD

Preparado por:

Página:2

Data: 09/09/16

Tabela de Seções

Seção	Comprimento Total (meter)	Peso (ton)	Sub-total (ton)
W 310x117	816.00	96.020	
W 530x82.0	231.80	19.016	
W 530x101	24.00	2.449	
W 610x113	2204.44	251.440	368.924
Peso total:		368.924	

Edifício Garagem - TCC

Norma:AISC-LRFD

Página:1

Preparado por:

Data: 09/09/16

Tabela de Seções

Seção	Comprimento Total (meter)	Peso (ton)	Sub-total (ton)
W 150x18.0	30.81	0.566	
W 200x15.0	38.34	0.584	
W 250x17.9	11.18	0.203	
W 250x32.7	47.35	1.565	
W 250x38.5	5.13	0.200	
W 310x21.0	3.83	0.082	
W 310x23.8	9.86	0.238	
W 310x28.3	3.83	0.110	
W 310x32.7	4.50	0.149	
W 310x38.7	176.28	6.877	
W 310x44.5	49.50	2.223	
W 310x117	816.00	96.020	
W 360x32.9	30.49	1.008	
W 360x39.0	3.83	0.151	
W 360x44.0	56.84	2.575	
W 360x51.0	120.08	6.108	
W 410x38.8	8.33	0.329	
W 410x46.1	9.00	0.418	
W 410x53.0	541.51	29.076	
W 410x60.0	17.60	1.053	
W 410x67.0	241.77	16.379	
W 460x89.0	26.80	2.400	
W 530x72.0	660.38	47.485	
W 530x82.0	231.80	19.016	
W 530x101	24.00	2.449	
W 610x113	107.20	12.227	249.489
Peso total:		249.489	