



## MEMORIAL DE DESCRITIVO E DE CÁLCULO LITOTECA | URCA

**MD**

**001**

**R00**

### Índice de revisões

revisão	data	descrição e/ou folhas atingida	responsável
00	04/08/2022	EMIÇÃO INICIAL	Filipe Jacopucci

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA FJ.ARQUITETURA, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO PRÉVIA.



## ÍNDICE

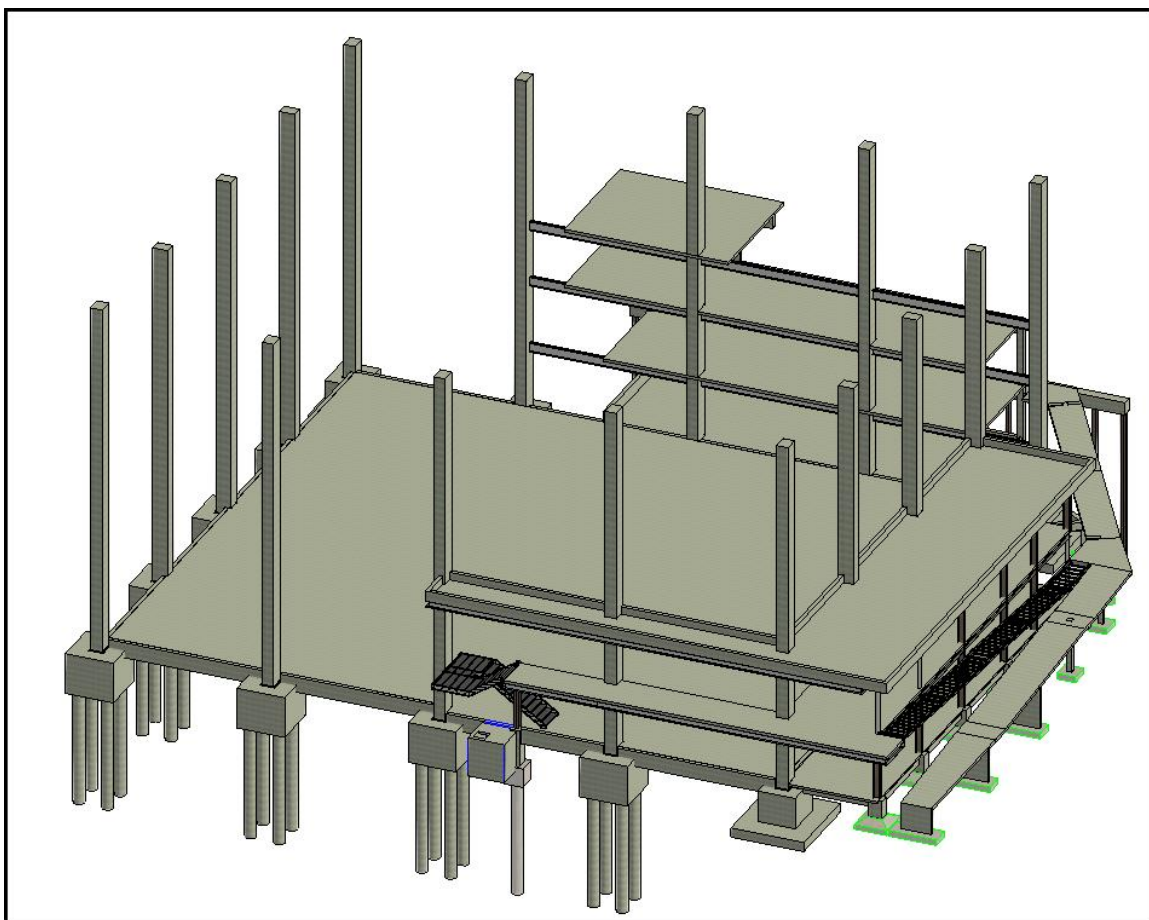
1.	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	3
1.1.	CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO .....	3
1.2.	INFORMAÇÕES SOBRE A EDIFICAÇÃO: .....	3
2.	DIREITOS AUTORAIS .....	4
3.	DOCUMENTOS DE ENTRADA RECEBIDOS .....	5
4.	NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA .....	6
4.1.	NORMAS ESSENCIAIS .....	6
4.2.	NORMAS COMPLEMENTARES .....	6
4.3.	NORMAS ESPECÍFICAS .....	7
5.	EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE .....	8
5.1.	VIDA ÚTIL DE PROJETO .....	8
5.2.	CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL .....	9
5.3.	QUALIDADE DO CONCRETO .....	10
5.4.	COBRIMENTO NOMINAL .....	10
6.	MATERIAIS .....	11
6.1.	CONCRETO .....	11
6.2.	AÇO .....	12
7.	COBRIMENTOS .....	12
8.	AÇÕES E CARREGAMENTOS NA ESTRUTURA .....	13
8.1.	AÇÕES PERMANENTES (G) .....	13
8.1.1	Peso morto (dead) .....	13
8.1.2	Ações permanentes na cobertura .....	13
8.1.3	Ações permanentes na estrutura .....	14
8.2.	AÇÕES ACIDENTAIS (Q) .....	14
8.2.1	Ações acidentais na cobertura .....	14
8.2.2	Ações acidentais na estrutura .....	15
9.	AÇÃO DO VENTO NA ESTRUTURA .....	15
10.	SISMOS .....	16
11.	CRITÉRIOS DE MODELO ESTRUTURAL .....	16
11.1.	PARÂMETROS DE INSTABILIDADE GLOBAL .....	16
11.2.	OUTRAS CONSIDERAÇÕES RELEVANTES .....	17
12.	COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....	17
13.	DESLOCAMENTOS ADMISSÍVEIS .....	20
14.	DESLOCAMENTO DECORRENTE DO VENTO .....	22
15.	ORIENTAÇÕES GERAIS SOBRE A ESTRUTURA .....	23
16.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24

## 1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Este memorial técnico tem como objetivo apresentar as considerações utilizadas na análise e dimensionamento estrutural bem como as premissas de cálculo relativas ao projeto denominado Litoteca URCA.

### 1.1. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Edificação Industrial tipo galpão. A estrutura consiste em fundações direta (sapatas) e profundas (estacas), estrutura pré-moldada de concreto dos pilares do galpão, estrutura mista de concreto armado e metálica para administração e cobertura metálica.



## 1.2. INFORMAÇÕES SOBRE A EDIFICAÇÃO:

Identificação da obra – LITOTECA DA URCA

Finalidade: Edificação Industrial

Local da obra: AV. PASTER Nº404, URCA – RIO DE JANEIRO - RJ

Fonte Google Maps : <https://goo.gl/maps/B1BbtzmQ22npGs479>



## 2. DIREITOS AUTORAIS

Este projeto é propriedade da Meyer e Pedroso Engenharia LTDA, não sendo permitida sua utilização para qualquer finalidade que não se relacione com a execução específica desta obra, sendo terminantemente vedada sua disponibilização a terceiros sem o consentimento expresso do autor.



No caso de o contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à Meyer e Pedroso Eng. LTDA. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

Este documento está baseado na Recomendação ABECE 003:2015 | Memorial Descritivo do Projeto Estrutural.

### 3. DOCUMENTOS DE ENTRADA RECEBIDOS

Para o desenvolvimento deste anteprojeto, foram utilizados como referência os seguintes documentos recebidos pelo contratante:

#### Projeto Arquitetônico da FJ ARQUITETURA

- o Arquivo RVT (revit) – 098-MO-CENTRAL-0025-R00.RVT
- o Arquivos DWG.
- o 098-PB-ARQ-CR-0001-R00
- o 098-PB-ARQ-CR-0002-R00
- o 098-PB-ARQ-CR-0003-R00

#### Projeto de fundações da INFRAESTRUTURA

- o FUN-3302-EXE-001\_R00
- o PVI-3294-BAS-001\_R00
- o PVI-3302-BAS-001\_R00

#### Projeto da cobertura metálica do galpão - ROLL-ON

- o MK-3231 - Descritivo do Modelo de Cálculo - R00
- o MK-3231 - Reações na Fundação - R00



## 4. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

São as principais normas técnicas utilizadas na análise e dimensionamento da estrutura.  
Classificadas em normas essenciais, normas complementares e normas específicas.

### 4.1. NORMAS ESSENCIAIS

São as Normas essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 6118:2014	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 6120:2019	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 6122:2019	Projeto e execução de fundações
ABNT NBR 6123:1988	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 8681:2003	Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
ABNT NBR 8800:2008	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
ABNT NBR 9062:2017	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado

### 4.2. NORMAS COMPLEMENTARES

As normas complementares são normas importantes para o processo de execução da estrutura, mas não de nem parâmetros ou conceitos de projeto.

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 5674	Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.
ABNT NBR 14037:2011	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931:2004	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 15146-3:2012	Controle tecnológico do concreto – Qualificação de pessoal – Parte 3 Prémoldados de concreto



### 4.3. NORMAS ESPECÍFICAS

As normas específicas são aquelas que dependem do tipo de estrutura que está sendo projetada.

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 6136:2007	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos
ABNT NBR 14762	Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
ABNT NBR 14861:2022	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido
ABNT NBR 15215-3	Iluminação natural – Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos.
ABNT NBR 16475:2017	Painéis de parede de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9783:1987	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
IT06:2011	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco





## 5. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

### 5.1. VIDA ÚTIL DE PROJETO

A Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Outras exigências que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, NBR 9062 e NBR 8800 para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Escritório, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção da estrutura, a ser entregue ao contratante, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida.



Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

## 5.2. CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL

Tabela 1 - Tabela de classe de agressividade ambiental  
(Tabela 6.1 NBR 6118:2014)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana (a,b)	Pequeno
III	Forte	Marinha (a)	Grande
		Industrial (a,b)	
IV	Muito Forte	Industrial (a,c)	Elevado
		Respingo de Maré	

a) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

b) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

c) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

A edificação fica localizada na cidade de Caeté, estado de Minas Gerais, distante de grandes centros urbanos. Desta forma foi adotado classe de agressividade ambiental III – Forte.

### 5.3. QUALIDADE DO CONCRETO

Tabela 2 - Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto

(Tabela 7.1 – NBR 6118:2014)

Concreto (a)	Tipo (b,c)	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água /cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe do concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

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

### 5.4. COBRIMENTO NOMINAL

Tabela 3 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para  $\Delta c = 10\text{mm}$   
(Tabela 7.2 – NBR 6118:2014)

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	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 por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  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  $\geq 45$  mm.

Observação Importante quanto à Durabilidade:

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.

Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

## 6. MATERIAIS

Características e especificações dos materiais adotados para a análise e dimensionamento da estrutura.

### 6.1. CONCRETO

Tabela 4.1 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
Eci (Gpa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
Ecs (Gpa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
$\alpha_i$	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,0	1,0

Concretos adotados neste projeto:



Propriedade	Todos os pavimentos
Resistência característica (Fck)	35 Mpa
Resistência fckj para etapas construtivas	25 Mpa
Módulo de Young (E)	28 Gpa
Fator água-cimento máximo	$\leq 0,45$
Observações importantes:	
Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118:2014, devendo ser definido antes do início do projeto.	

## 6.2. AÇO

Aço CA-50 / CA-60

Perfis metálicos – laminados - ASTM A572 G50

CHAPAS - ASTM A36

## 7. COBRIMENTOS

Conforme escrito na NBR 6118:2014 item 7.4.7.4, quando houver um adequado controle de qualidade e rígidos limites de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução, pode ser adotado o valor  $d_{\min} = 5 \text{ mm}$  (cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução), mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto. Permite-se, então, a redução dos cobrimentos nominais prescritos na tabela 7.2 em 5 mm.

Conforme escrito na NBR 6118:2014 item 7.4.7.6, para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 da NBR 6118:2014 podem ser reduzidos em 5 mm.



Cobrimentos adotados neste projeto:

Classe de agressividade ambiental	CAAI
Cobrimentos	Para todos os pavimentos
Vigas	25 mm
Pilares moldados in loco	25 mm
Pilares pré-moldados	30 mm
Lajes	20 mm
Elementos estruturais de fundação	30 mm

## 8. AÇÕES E CARREGAMENTOS NA ESTRUTURA

São as ações que atuam na estrutura ao longo da sua vida útil.

### 8.1. AÇÕES PERMANENTES (G)

Consiste nas ações que atuam com valores praticamente constantes, ou com pequena variação em torno de sua média, durante a vida útil da edificação ou que aumentam com o tempo, tendendo a um valor limite constante.

#### 8.1.1 Peso morto (dead)

Consiste no peso próprio dos elementos estruturais, conforme peso específico do material empregado e geometria dos elementos. São adotados os seguintes valores de referência:

- ☐ Concreto simples = 2.400 kg/m<sup>3</sup>
- ☐ Concreto armado = 2.500 kg/m<sup>3</sup>
- ☐ Aço = 7.850 kg/m<sup>3</sup>

#### 8.1.2 Ações permanentes na cobertura

São os carregamentos atuantes na estrutura metálica de cobertura.



- ☐ Terça metálica = conforme geometria adotada
- ☐ Telha metálica = 5 kg/m<sup>2</sup>
- ☐ Pannel solar = 15 kg/m<sup>2</sup>

### 8.1.3 Ações permanentes na estrutura

São os carregamentos atuantes nas vigas e lajes dos pavimentos, conforme tabela a seguir:

Pavimento	Permanentes	Descrição
Piso do Galpão	0 kg/m <sup>2</sup>	Revestimento - Não foi considerado revestimento
Piso do 1º Pavimento	100 kg/m <sup>2</sup>	Revestimento
Piso do 2º Pavimento trecho coberto	100 kg/m <sup>2</sup>	Revestimento
Piso do 2º Pavimento trecho descoberto	300 kg/m <sup>2</sup>	Revestimento +IMP+PM+ Cobertura vegetal
Cobertura e Teto da Guarita	100 kg/m <sup>2</sup>	Revestimento +IMP+PM+ Cobertura vegetal

## 8.2. AÇÕES ACIDENTAIS (Q)

Consiste nas ações cujos valores, estabelecidos por consenso, apresentam variações significativas em torno de sua média durante a vida da edificação. Seus valores possuem de 25 % a 35 % de probabilidade de serem ultrapassados no sentido desfavorável em um período de 50 anos.

### 8.2.1 Ações acidentais na cobertura

Conforme NBR 8800:2008, “Nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificação mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de 25 kg/m<sup>2</sup>, em projeção horizontal. Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmicos e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de 5 kg/m<sup>2</sup>.”



- ☐ Sobrecarga cobertura = 15 kg / m<sup>2</sup>
- ☐ Acidental cobertura = 25 kg / m<sup>2</sup> NBR 8800:2008)

Conforme o projeto da ROLL-ON

### 8.2.2 Ações acidentais na estrutura

São os carregamentos atuantes nas vigas e lajes dos pavimentos, conforme tabela a seguir:

Pavimento	Permanentes	Descrição
Piso do Galpão	1000 kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga
Piso do 1º Pavimento	300 kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga (exceto área técnica 500kgf/m <sup>2</sup> )
Piso do 2º Pavimento trecho	300 kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga
Cobertura e teto da guarita	100 kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga

## 9. AÇÃO DO VENTO NA ESTRUTURA

Consiste na ação de vento que atua na superfície da estrutura.

V0 = Considerado 35 m/s para a Caeté – MG, adequada ao local onde a estrutura será construída.

Fator S1 = Terrenos planos com poucas ondulações. (1,0)

Categoria = III - Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebraventos de árvores, edificações baixas e esparsas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 3m.

Exemplos: granjas e casas de campo, com exceção das partes com matos, fazendas com sebes e/ou muros, subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas.

Classe C (dimensão maior que 50m)

Fator S3 = Grupo 2 - Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação. (1,0)





## 10. SISMOS

Não foi adotado carregamento de sismos.

## 11. CRITÉRIOS DE MODELO ESTRUTURAL

A estrutura foi construída no software CYPECAD : 2017, adequado para a análise deste tipo de edificação. Foi desenvolvido um modelo tridimensional com geometria fiel ao layout da estrutura proposta, juntamente com as especificações contidas no anteprojeto estrutural e neste relatório.

### 11.1. PARÂMETROS DE INSTABILIDADE GLOBAL

O pórtico espacial é um modelo composto por barras que simulam as vigas, pilares e painéis de laje

da estrutura, foi aplicado o efeito de diafragma rígido das lajes, que existirá após o capeamento das lajes. Através deste modelo é possível analisar os efeitos das ações horizontais e das redistribuições de esforços na estrutura provenientes dos carregamentos verticais.

Nas ligações entre pilares e vigas do modelo foi considerado a excentricidade do consolo através de barra rígida, resultando em esforços e deslocamentos mais próximos da realidade.

Para a análise de ELU, conforme item 15.7.3 da ABNT NBR 6118:2014, a não-linearidade física pode ser considerada de forma aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores abaixo, definida por meio da redução da rigidez bruta  $0,7 * E_c I_c$ .



## 11.2. OUTRAS CONSIDERAÇÕES RELEVANTES

- a) A análise da estrutura foi feita de forma separada do galpão.
- b) A consideração da não linearidade foi feita juntamente com o parâmetro Gama Z.
- c) Todos os pilares foram considerados engastados na base.
- d) A transmissão de esforços na estrutura é de acordo com as vinculações e características adotadas na concepção estrutural.
- e) A estrutura metálica de cobertura, contribui para o efeito de pórtico na estrutura conforme rigidez dos elementos, os esforços da estrutura metálica foram fornecidos pela ROLL-ON.

## 12. COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Para as combinações de ações, foi utilizado como referência as normas NBR 8681, NBR 8800, NBR 6118. Segue uma breve descrição das ações de carregamento utilizadas no modelo do SAP 2000, são elas:

### Cargas permanentes (G)

- (PP) Dead: Peso próprio da estrutura, considerado de acordo com a geometria lançada no modelo a as características dos materiais.
- (CP) Alvenaria + Revestimento : Peso próprio das alvenarias no perímetro da estrutura e do revestimento na laje.

### Cargas variáveis (Q)

- (Qa) SC Utilização: Sobrecarga de utilização nas lajes.

Comb.	PP	CP	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.400	1.400	
3	1.000	1.000	1.400
4	1.400	1.400	1.400

### Combinações de Estado Limite Último (ELU)

As combinações últimas, foram classificadas como normais. Em cada combinação última são incluídas as ações permanentes e a ação variável principal com seu valor característico e as demais ações

As combinações últimas normais são dadas pela seguinte expressão:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q \left[ F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,k} \right]$$

onde:

$F_{Gi,k}$  é o valor característico das ações permanentes;

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável considerada como ação principal para a combinação;

$\psi_{0j} F_{Qj,k}$  é o valor reduzido de combinação de cada uma das demais ações variáveis.

variáveis, consideradas como secundárias, com seus valores reduzidos de combinação, conforme NBR

8681.

### Combinações de Estado Limite de Serviço (ELS)

As combinações em serviço, foram feitas de duas formas:

- Combinação quase permanente: Podem atuar durante grande parte da vida útil da estrutura, na ordem da metade deste período, e foi considerada para a verificação do estado limite de deformação excessiva na atuação do da sobrecarga nas lajes
- Combinação frequente: Repetem-se muitas vezes durante o período da vida útil da estrutura, na ordem de 10 vezes em 50 anos. Foi considerada para a verificação de estado limite de deformação excessiva decorrente de vento, onde o vento é a ação variável principal.

#### 5.1.5.1 Combinações quase permanentes de serviço

Nas combinações quase permanentes de serviço, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes  $\psi_2 F_{Qk}$ :

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G_{i,k}} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} F_{Q_{j,k}}$$

#### 5.1.5.2 Combinações freqüentes de serviço

Nas combinações freqüentes de serviço, a ação variável principal  $F_{Q1}$  é tomada com seu valor freqüente  $\psi_1 F_{Q1,k}$  e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase-permanentes  $\psi_2 F_{Qk}$ :

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G_{i,k}} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{Q_{j,k}}$$

Sendo assim, os coeficientes adotados foram:

- a) Pressão dinâmica do vento:  $\psi_0=0,6$  |  $\psi_1=0,3$  |  $\psi_2=0,0$
- b) Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas:  
 $\psi_0=0,5$  |  $\psi_1=0,4$  |  $\psi_2=0,3$

#### Considerações importantes sobre as hipóteses de dimensionamento:

Para a carga nas fundações, foi utilizada a combinação última com carga característica (sem majoração).

Para o estado limite de serviço, na combinação freqüente, o efeito do vento foi considerado como principal.

Para o dimensionamento dos pilares pré-moldados foi utilizado o programa PCALC Ver.1.4

## 13. DESLOCAMENTOS ADMISSÍVEIS

Foram atendidos os limites para deslocamentos estabelecidos na Tabela 13.3 da NBR 6118:2014.

Tipo de Efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento limite
Aceitabilidade sensorial	Visível	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	L/250
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	L/350
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	L/250 (a)
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	L/350 + contraflecha (b)
			Ocorrido após a construção do piso	L/600
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após o nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	L/500 (c) e 10 mm e $\phi=0,0017$ rad (d)
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrida após a instalação da divisória	L/250 (c) e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ( $y=0,3$ )	H/1700 e H/850 (e) entre pavimentos (f)
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	L/400 (g,e) 15 mm
	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	Hi/500
		Revestimentos colados	Ocorrida após a construção do forro	L/350
Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Revestimentos pendurados ou com junta	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	L/175
	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenagem	H/400



Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.
(a) As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.		
(b) Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que $l/350$ .		
(c) O vão $l$ deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.		
(d) Rotação nos elementos que suportam paredes.		
(e) $H$ é a altura total do edifício e $H_i$ o desnível entre dois pavimentos vizinhos.		
(f) Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não devem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica para o deslocamento vertical relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando $H_i$ representa o comprimento do lintel. (g) O valor $l$ refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.		
<b>NOTAS</b>		
1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão $l$ suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.		
2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor $l$ é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a duas vezes o vão menor.		
3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.		
4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.		

## 14. DESLOCAMENTO DECORRENTE DO VENTO

Para a verificação do estado limite de deformação excessiva decorrente do vento, foi utilizada a combinação frequente. Combinação que se repete muitas vezes durante o período da vida útil da estrutura, da ordem de 10 vezes em 50 anos, ou que tenham duração total igual a uma parte não desprezível desse período, da ordem de 5%.

Nesta combinação o vento foi tomado com o valor principal e a ação da sobrecarga como secundária.

Os limites de deslocamento, foram considerados conforme tabela 7 da NBR 9062.

**Tabela 7 – Limites de deslocamentos horizontais globais**

Caso	Tipo de edificação	Deslocamentos horizontais globais máximos (Combinação frequente)
A	Galpão	$H/400^a$
B	Edifício térreo com laje	$H/500^b$
C	Edifício com um pavimento (mezanino)	$H/500^b$ ou $H_i/750^c$
D	Edifício com múltiplos pavimentos	$H/1200^b$ ou $H_i/750^c$ ou $H_2/500^d$

onde

<sup>a</sup>  $H$  corresponde à altura da viga de rolamento da ponte rolante, caso exista, ou altura total do edifício.

<sup>b</sup>  $H$  corresponde a altura total do edifício.

<sup>c</sup>  $H_i$  corresponde ao desnível entre dois pisos consecutivos.

<sup>d</sup>  $H_2$  corresponde ao desnível entre o último piso e face inferior da laje da cobertura.

Portanto, os deslocamentos máximos admitidos foram:

- ☐ Topo do pilar (região com laje) =  $H/1200$
- ☐ Região sem laje =  $H/400$





## 15. ORIENTAÇÕES GERAIS SOBRE A ESTRUTURA

A montagem da estrutura deverá ser feita por equipe capacitada e profissional responsável por esta etapa. A montagem deverá ser feita de forma equilibrada a fim de manter a estabilidade da estrutura. Deverão ser adotados sistemas para garantir a estabilidade durante a montagem. (Contraventamentos, tirantes, escoras, etc)

Após a montagem das vigas nos pilares, deverá ser grauteada a ligação viga x pilar, antes da montagem das lajes “pré-laje”.

A estrutura metálica deverá ser montada em módulos com terças e vigas de travamento.

Os painéis da parede corta-fogo, deverão ser montados em partes, sendo a montagem total apenas após a montagem da estrutura de cobertura neste vão e utilização de sistema de contraventamento.

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.



## 16. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da estrutura foi feita seguindo as normas técnicas vigentes aplicáveis e de acordo com as principais características apresentadas, como:

- a) Geometria da estrutura;
- b) Técnica construtiva empregada (estrutura pré-fabricada e cobertura metálica);
- c) Propriedade dos materiais construtivos;
- d) Aberturas e fechamentos;
- e) Classificação e utilização da edificação;
- f) Localização da edificação;
- g) Carregamentos solicitantes (Vento, empuxo, sobrecarga, alvenarias, etc..);
- h) Os perfis metálicos devem ser galvanizados
- i) As ligações metálicas devem ser preferencialmente aparafusadas, e fica a cargo do fabricante. Cabe a MEPE a aprovação das ligações.

Outras considerações importantes:

- j) Todos os pilares engastados na base;
- k) Consideração da contribuição da rigidez da cobertura no modelo estrutural;
- l) Consideração da excentricidade das ligações;
- m) Efeito de diafragma rígido nas lajes após o capeamento;
- n) Deverá ser enviado para MEPE o projeto de fabricação para aprovação.

Qualquer necessidade de alteração nestes itens, verificar com calculista estrutural.

Certo de sua compreensão, estaremos ao vosso inteiro dispor para esclarecer qualquer dúvida.

Meyer e Pedroso Engenharia Ltda.  
Mauro Pedroso Pires Ferreira  
Crea-RJ – 1993100516  
ART\_2020220164877