



Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo



LAJES EM CONCRETO

PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS

[2021]

COMO CITAR ESTE MATERIAL

MARTINS, ALEXANDRE AUGUSTO. **LAJES EM CONCRETO**. MATERIAL DIDÁTICO. SÃO PAULO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE; ABRIL DE 2021. DISPONÍVEL EM:
HTTP://WWW.GPARQCON.COM.BR/. ACESSO EM: _____

CONTEÚDO APRESENTADO EM MEIO DIGITAL NA DISCIPLINA DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES III – RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS E PROPRIEDADES (PROFESSORES: SASQUIA HIZURU OBATA, KAREN NICOLLI RAMIREZ, ALBERTO ALONSO LÁZARO, RENATO RODRIGUES E ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS) EM 16 DE ABRIL DE 2021.

LAJES PRÉ-FABRICADAS

- TAMBÉM CONHECIDAS COMO LAJES PRÉ-MOLDADAS
- VIGOTAS (OU TRILHOS):
 - DESEMPENHO: ARMAÇÃO + APOIO PARA OS BLOCOS
 - ESPAÇAMENTOS USUAIS: 40,0cm – 50,0cm – 60,0cm
 - SE EM CONCRETO ARMADO, VÃOS $\leq 7,0\text{m}$
 - SE EM CONCRETO PROTENDIDO, VÃOS $\cong 10,0\text{m}$ (OU MAIS)
- BLOCOS:
 - CERÂMICOS, DE ISOPOR OU DE CONCRETO
 - ALTURAS VARIÁVEIS, CONFORME VÃOS E CARREGAMENTOS
- CAPA DE CONCRETO:
 - ESPESSURA DEFINIDA PELO USO DA LAJE: 2,0cm – 4,0cm – 5,0cm



[[HTTPS://WWW.CERAMICAKASPARY.COM.BR/SITE/PRODUTOS/LAJES-PROTENDIDAS-IMAGEM-FOTO.JPG](https://www.ceramicakaspary.com.br/site/produtos/lajes-protendidas-imagem-foto.jpg)]



[[HTTPS://I.PINIMG.COM/474X/3A/C2/83/3AC283A4FA65E6803083CB272BF0606D.JPG](https://i.pinimg.com/474x/3a/c2/83/3ac283a4fa65e6803083cb272bf0606d.jpg)]



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?CID=TJ18ZBQVTC8A](https://www.bing.com/images/blob?CID=TJ18ZBQVTC8A)]

LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS



[[HTTPS://WWW.CERAMICAKASPARY.COM.BR/SITE/FOTOS/ALBUM-OBRA-S-COM-LAJES-PROTENDIDAS-3-G.JPG](https://www.ceramicakaspary.com.br/site/fotos/album-obras-com-lajes-protendidas-3-g.jpg)]



[[HTTPS://SULFARARTEFATOS.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2018/09/20180911_101358-300X169.JPG](https://sulfarartefatos.com.br/wp-content/uploads/2018/09/20180911_101358-300x169.jpg)]

CONSTRUOHR
A base de confiança da sua obra.

LAJES PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS PROTENDIDAS

VIGOTAS FABRICADAS

- Com concreto classe (fck = 40MPa) e aço tipo CP 175 RBE, específico para protensão;
- Por pré-tensionamento dos fios de aço e pelo processo de fios aderentes;
- Por vibro extrusão tipo "T" invertido com formato de cunha e alta rugosidade para facilitar a aderência do concreto da capa complementar.

				
3 FIOS	4 FIOS	5 FIOS	6 FIOS	7 FIOS

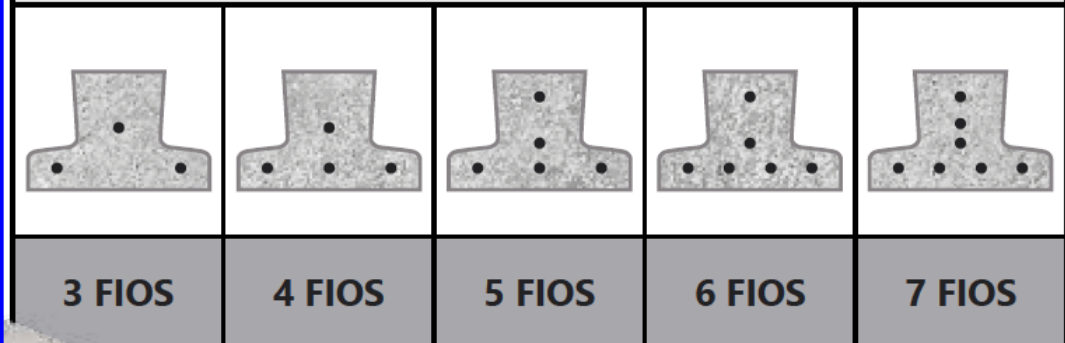
VANTAGENS

- Permite atingir vãos e cargas elevadas, até mesmo na etapa de montagem;
- Redução escoramento;
- Redução do peso próprio;
- Redução de vigamento e pilares;
- Diminuição da mão de obra;
- Remoção antecipada do escoramento;
- Diminuição de fissuras;
- Concreto com rígido controle tecnológico garantido por laboratório próprio.

CONSTRUOHR 4 A base de confiança da sua obra.

VIGOTAS FABRICADAS

- Com concreto classe (fck = 40MPa) e aço tipo CP 175 RBE, específico para protensão;
- Por pré-tensionamento dos fios de aço e pelo processo de fios aderentes;
- Por vibro extrusão tipo "T" invertido com formato de cunha e alta rugosidade para facilitar a aderência do concreto da capa complementar.



LAJES PRÉ-FABRICADAS

TABELA ORIENTATIVA: MÁXIMOS VÃOS A SEREM VENCIDOS X SOBRECARGAS

LAJES CONSTRUROHR COM VIGOTAS PROTENDIDAS E TAVELAS CERÂMICAS – UNIDIRECIONAL – BI-APOIADAS
LAJE LP 13 (8 + 5) – TAVELA H8 – VIGOTA VP 9 – INTEREIXO 47 cm – CAPA DE CONCRETO 5 cm

		SOBRECARGAS (kg/m ²) ⁽¹⁾							
		150	200	250	300	350	400	450	500
ACIDENTAL		150	200	250	300	350	400	450	500
REVESTIMENTOS		100	100	100	100	100	100	100	100
TIPO DE VIGOTA ⁽¹⁾	QUANTIDADE DE FIOS	VÃOS LIVRES MÁXIMOS ⁽⁵⁾ (m)							
VP 09421	3	3,50	3,30	3,15	3,00	2,85	2,75	2,65	2,55
VP09431	4	4,10	3,90	3,70	3,50	3,35	3,25	3,15	3,00
VP09432	5	4,55	4,30	4,10	3,90	3,75	3,60	3,45	3,35
VP 09442	6	5,05	4,75	4,80	4,30	4,15	3,95	3,85	3,70
VP 09443	7	5,35	5,05	4,80	4,55	4,35	4,20	4,05	3,90

PESO PRÓPRIO 202 kgf/m²
CONSUMO DE CONCRETO 52 L/M²

Vigotas com até 3,00m
Sem escoramento
Vão: 2,80m

Vigotas de 3,05 a 6,00m
Uma linha de escoras

Vigotas de 6,05 a 7,50m
Duas linhas de escoras

Escoramento mínimo travado e contraventado. Cada caso deverá ser avaliado pelo executante da obra.

SEM ESCORAMENTO

COM UMA LINHA DE ESCORAMENTO
Permite vencer vãos e/ou sobrecargas maiores do que os indicados na tabela com a substituição das tabelas H8 por tabelas mais altas, H12 ou H16, resultando em lajes mais espessas (LP17 ou LP21).

NOTAS DAS TABELAS

- (1) A largura (bv) das vigotas protendidas é de 10cm e a altura (hv) é de 9cm;
- (2) A largura (bv) das vigotas treliçadas é de 12cm e a altura (hv) é de 8cm para VT8, 12cm para VT12, 16cm para VT16, 20cm para VT20 e 25cm para VT25;
- (3) Consumo de concreto iniciando a montagem com tábua e desconsiderando as vigas da estrutura;
- (4) Vãos e sobrecargas maiores poderão ser vencidos com a utilização de materiais alternativos e/ou alturas maiores de lajes a serem estudados caso a caso pelo setor de Engenharia.

OBSERVAÇÕES

- (1) - Diâmetro máximo das tubulações embutidas na capa: 2cm para capas de 4cm; 3cm para capas de 5cm; e 4cm para capas de 6cm;
- (2) - Para as lajes descritas nas tabelas deverá ser utilizada o concreto classe 20 ou maior (fck ≥ 20MPa). Atenção quando no Projeto Estrutural ou no Croqui de Montagem estiver indicada outra classe de concreto (utilizar sempre a maior);
- (3) - Para lajes com paredes sobre as mesmas, devido às deformações (flechas), a solução deverá ser estudada junto ao setor de Engenharia de maneira a evitar possíveis fissuras nas paredes.

TABELA ORIENTATIVA: MÁXIMOS VÃOS A SEREM VENCIDOS X SOBRECARGAS

LAJES CONSTRUROHR COM VIGOTAS PROTENDIDAS E TAVELAS CERÂMICAS – UNIDIRECIONAL – BI-APOIADAS
LAJE LP 13 (8 + 5) – TAVELA H8 – VIGOTA VP 9 – INTEREIXO 47 cm – CAPA DE CONCRETO 5 cm

		SOBRECARGAS (kg/m ²) ⁽⁵⁾							
		150	200	250	300	350	400	450	500
ACIDENTAL		150	200	250	300	350	400	450	500
REVESTIMENTOS		100	100	100	100	100	100	100	100
TIPO DE VIGOTA ⁽¹⁾	QUANTIDADE DE FIOS	VÃOS LIVRES MÁXIMOS ⁽⁵⁾ (m)							
VP 09421	3	3,50	3,30	3,15	3,00	2,85	2,75	2,65	2,55
VP09431	4	4,10	3,90	3,70	3,50	3,35	3,25	3,15	3,00
VP09432	5	4,55	4,30	4,10	3,90	3,75	3,60	3,45	3,35
VP 09442	6	5,05	4,75	4,80	4,30	4,15	3,95	3,85	3,70
VP 09443	7	5,35	5,05	4,80	4,55	4,35	4,20	4,05	3,90

PESO PRÓPRIO 202 kgf/m²
CONSUMO DE CONCRETO 52 L/M²

Vigotas com até 3,00m
Sem escoramento
Vão: 2,80m

Vigotas de 3,05 a 6,00m
Uma linha de escoras

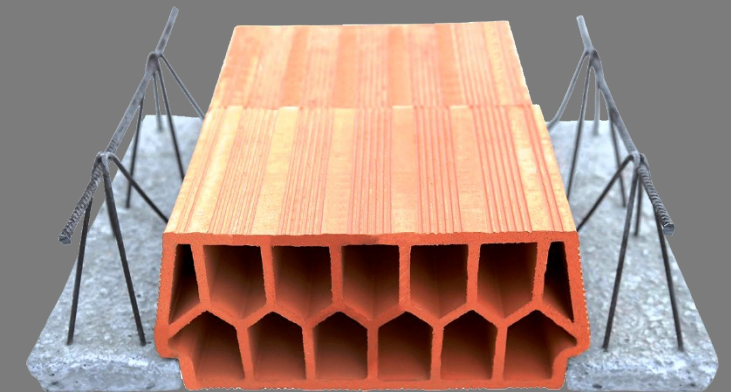
Vigotas de 6,05 a 7,50m
Duas linhas de escoras

Escoramento mínimo travado e contraventado. Cada caso deverá ser avaliado pelo executante da obra.

- TAMBÉM CHAMADAS DE LAJES PRÉ-MOLDADAS TRELIÇADAS
- VIGOTAS TRELIÇADAS (OU TRILHOS TRELIÇADOS):
 - ATUAM COMO ARMAÇÃO + APOIO PARA OS BLOCOS
 - ARMAÇÃO TRELIÇADA (h): 8,0cm – 12,0cm – 16,0cm – 20,0cm
 - VÃOS \cong 15,0m (OU MAIS, MEDIANTE CÁLCULOS ESPECIAIS)
- BLOCOS:
 - CERÂMICOS, DE ISOPOR OU DE CONCRETO
 - ALTURAS VARIÁVEIS, CONFORME VÃOS E CARREGAMENTOS
- CAPA DE CONCRETO:
 - ESPESSURA DEFINIDA PELO USO DA LAJE: 2,0cm – 4,0cm – 5,0cm



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=THX8OVBADCCDRA](https://www.bing.com/images/blob?BCID=THX8OVBADCCDRA)]



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TNSVDUI9KSCDGQ](https://www.bing.com/images/blob?BCID=TNSVDUI9KSCDGQ)]

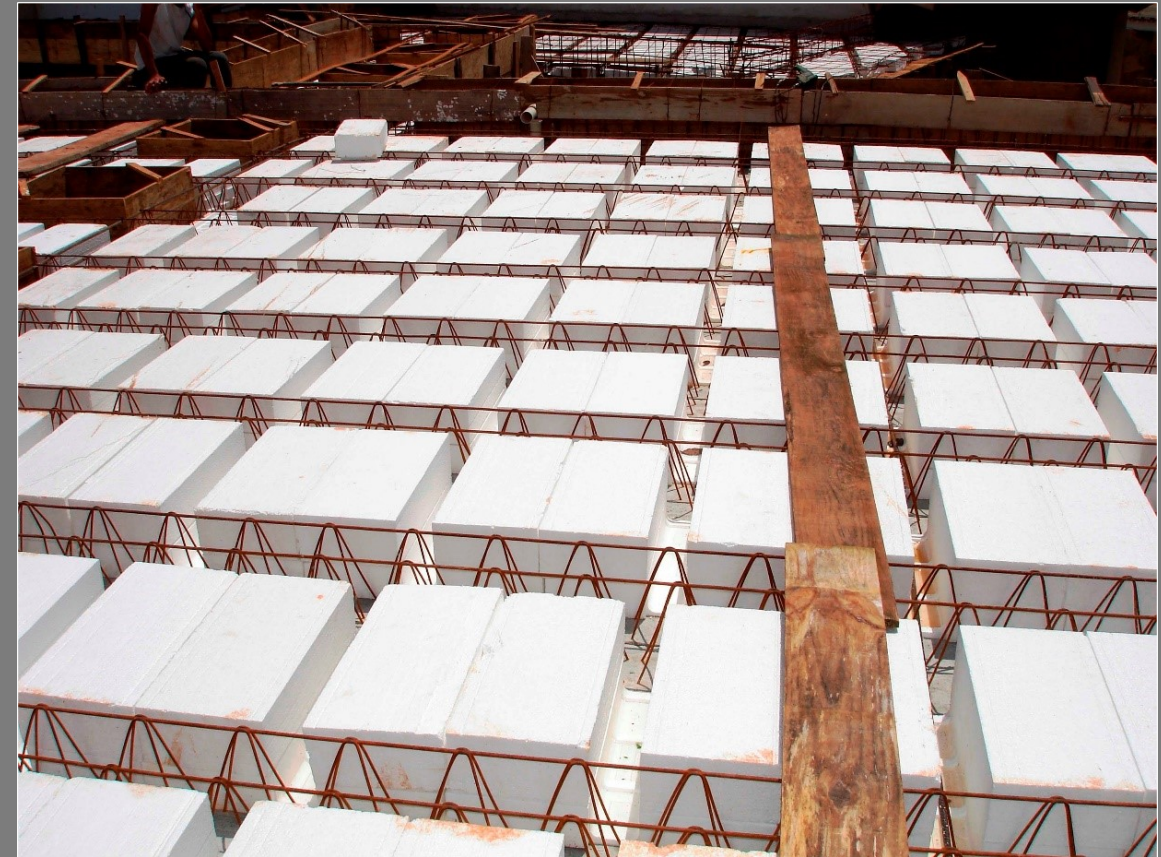
LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS



[[HTTP://WWW.LAJESSANTAROSA.COM.BR/IMAGES/SERVICO/1585657297.JPG](http://www.lajessantarosa.com.br/images/servico/1585657297.jpg)]



[[HTTPS://WWW.PREMOLDRM.COM.BR/IMAGENS/INFORMACOES/LAJE-
PRE-MOLDADA-BIDIRECIONAL-01.JPG](https://www.premoldrm.com.br/imagens/informacoes/laje-pre-moldada-bidirecional-01.jpg)]



LAJES PRÉ-FABRICADAS

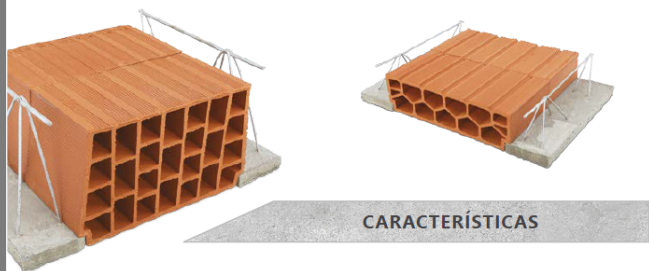
COM VIGOTAS TRELIÇADAS

TABELA ORIENTATIVA: MÁXIMOS VÃOS A SEREM VENCIDOS X SOBRECARGAS

LAJES CONSTRUIR COM VIGOTAS TRELIÇADAS E TAVELAS CERÂMICAS: UNIDIRECIONAL – BI-APOIADAS

TIPO DE EDIFICAÇÃO		RESIDENCIAL										COMERCIAL					ESPESSURA DA CAPA (cm)	CONSUMO DE CONCRETO DA CAPA (L/m ²) ⁽⁴⁾							
SOBRECARGAS ⁽⁵⁾		ACIDENTAL (kg/m ²)		150		150		200		200		300		300		400			400		500		500		
TIPO DE LAJE	TIPO DE TAVELA	TIPO DE VIGOTA ⁽²⁾	PESO PRÓPRIO (KG/M ²)	INTER-EIXO (CM)	VÃOS LIVRES MÁXIMOS ⁽⁵⁾ (m)																				
LT 12 (7+5)	H7	VT 8	202	42	4,30	4,10	4,20	4,05	4,10	3,95	4,00	3,90	3,95	3,80	5	63									
LT 12 (8+4)	H8	VT 8	182	49	4,25	4,05	4,15	3,95	4,05	3,90	3,95	3,80	3,90	3,75	4	53									
LT 13 (8+5)	H8	VT 8	207	49	4,65	4,45	4,55	4,20	4,25	4,10	4,15	4,00	4,10	3,95	5	64									
LT 15 (10+5)	H10	VT 12	227	49	5,15	4,95	5,05	4,85	4,95	4,75	4,85	4,70	4,75	4,60	5	68									
LT 16 (12+4)	H12	VT 12	221	49	5,40	5,20	5,30	5,15	5,20	5,05	5,15	4,95	5,05	4,90	4	62									
LT 17 (12+5)	H12	VT 12	246	49	5,55	5,40	5,50	5,30	5,40	5,20	5,30	5,15	5,20	5,05	5	73									
LT 20 (16+4)	H16	VT 16	261	49	6,40	6,20	6,30	5,95	6,00	5,85	5,95	5,75	5,85	5,70	4	71									
LT 21 (16+5)	H16	VT 16	286	49	6,55	6,35	6,45	6,30	6,35	6,20	6,30	5,95	6,0	5,85	5	81									
LT 24 (20+4)	H20	VT 20	301	49	7,20	7,00	7,10	6,90	7,00	6,80	6,90	6,75	6,80	6,65	4	80									
LT 25 (20+5)	H20	VT 20	326	49	7,35	7,15	7,25	7,05	7,15	7,00	7,05	6,90	6,95	6,80	5	90									
LT 29 (24+5)	H24	VT 25	375	49	8,20	8,00	8,10	7,70	8,00	7,65	7,90	7,55	7,60	7,45	5	101									
LT 30 (24+6)	H24	VT 25	400	49	8,30	8,10	8,20	8,05	8,10	7,95	8,05	7,70	7,75	7,60	6	112									

Nota: Lajes calculadas de acordo com prescrições das normas da ABNT: NBR 6118:2014, NBR 9062:2017, NBR 14859:2016.



CARACTERÍSTICAS

- Indicada para vãos grandes e cargas elevadas;
- Indicada para locais de difícil acesso devido ao peso reduzido da vigota, facilitando a montagem;
- Permite diversas alturas de lajes, conforme indicado na tabela a seguir, podendo vencer os mais variados vãos e sobrecargas;
- Possibilidade de execução de paredes sobre a laje, desde que observados os critérios da norma;
- Fabricada especificamente para as necessidades de cada obra/projeto.

TABELA ORIENTATIVA: MÁXIMOS VÃOS A SEREM VENCIDOS X SOBRECARGAS

LAJES CONSTRUIR COM VIGOTAS TRELIÇADAS E TAVELAS CERÂMICAS: UNIDIRECIONAL – BI-APOIADAS

TIPO DE EDIFICAÇÃO		RESIDENCIAL		COMERCIAL								ESPESSURA DA CAPA (cm)	CONSUMO DE CONCRETO DA CAPA (L/m ²) ⁽⁴⁾			
SOBRECARGAS ⁽⁵⁾		ACIDENTAL (kg/m ²)		150	150	200	200	300	300	400	400			500	500	
TIPO DE LAJE	TIPO DE TAVELA	TIPO DE VIGOTA ⁽²⁾	PESO PRÓPRIO (KG/M ²)	INTER-EIXO (CM)	VÃOS LIVRES MÁXIMOS ⁽⁵⁾ (m)											
LT 12 (7+5)	H7	VT 8	202	42	4,30	4,10	4,20	4,05	4,10	3,95	4,00	3,90	3,95	3,80	5	63
LT 12 (8+4)	H8	VT 8	182	49	4,25	4,05	4,15	3,95	4,05	3,90	3,95	3,80	3,90	3,75	4	53
LT 13 (8+5)	H8	VT 8	207	49	4,65	4,45	4,55	4,20	4,25	4,10	4,15	4,00	4,10	3,95	5	64
LT 15 (10+5)	H10	VT 12	227	49	5,15	4,95	5,05	4,85	4,95	4,75	4,85	4,70	4,75	4,60	5	68
LT 16 (12+4)	H12	VT 12	221	49	5,40	5,20	5,30	5,15	5,20	5,05	5,15	4,95	5,05	4,90	4	62
LT 17 (12+5)	H12	VT 12	246	49	5,55	5,40	5,50	5,30	5,40	5,20	5,30	5,15	5,20	5,05	5	73
LT 20 (16+4)	H16	VT 16	261	49	6,40	6,20	6,30	5,95	6,00	5,85	5,95	5,75	5,85	5,70	4	71
LT 21 (16+5)	H16	VT 16	286	49	6,55	6,35	6,45	6,30	6,35	6,20	6,30	5,95	6,0	5,85	5	81
LT 24 (20+4)	H20	VT 20	301	49	7,20	7,00	7,10	6,90	7,00	6,80	6,90	6,75	6,80	6,65	4	80
LT 25 (20+5)	H20	VT 20	326	49	7,35	7,15	7,25	7,05	7,15	7,00	7,05	6,90	6,95	6,80	5	90
LT 29 (24+5)	H24	VT 25	375	49	8,20	8,00	8,10	7,70	8,00	7,65	7,90	7,55	7,60	7,45	5	101
LT 30 (24+6)	H24	VT 25	400	49	8,30	8,10	8,20	8,05	8,10	7,95	8,05	7,70	7,75	7,60	6	112

Nota: Lajes calculadas de acordo com prescrições das normas da ABNT: NBR 6118:2014, NBR 9062:2017, NBR 14859:2016.

- SISTEMA SEMELHANTE AO DAS LAJES PRÉ-MOLDADAS TRELIÇADAS
- SEGUNDO O PROJETO E A NECESSIDADE, PODE OU NÃO ADOTAR LAJOTAS CERÂMICAS, DE CONCRETO OU DE ISOPOR
- EM CASO NEGATIVO E JÁ DISPOSTA A ARMAÇÃO COMPLEMENTAR, SOBRE OS PAINÉIS TRELIÇADOS DISTRIBUÍDOS LADO A LADO É LANÇADO DIRETAMENTE O CONCRETO FRESCO
- BASES PRÉ-FABRICADAS COM LARGURAS MAIS USUAIS DE 25,0cm – 33,0cm – 40,0cm – 100,0cm – 125,0cm
- ALTURAS DAS ARMAÇÕES TRELIÇADAS SÃO FUNÇÃO DOS VÃOS E DOS CARREGAMENTOS ESPERADOS, SENDO AS MAIS FREQUENTES (h): 6,0cm – 8,0cm – 12,0cm – 16,0cm – 20,0cm – 25,0cm – 30,0cm



[[HTTP://WWW.ANHANGUERA.COM.BR/IMAGES/PRODUTOS/PAINEL-TRELICADO-120/IMG-PAINEL-TRELICADO-120-2_G.JPG](http://www.anhanguera.com.br/images/produtos/painel-trelicado-120/img-painel-trelicado-120-2_g.jpg)]



[[HTTPS://FRONZA.IND.BR/SITE/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/01/LAJE-SQUARE.PNG](https://fronza.ind.br/site/wp-content/uploads/2020/01/laje-square.png)]

LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS

PAINÉIS
TRELIÇADOS



[[HTTPS://WWW.PREMOLDRM.COM.BR/IMAGENS/INFORMACOES/LAJE-TRELICADA-OU-MACICA-02.JPG](https://www.premoldrm.com.br/imagens/informacoes/laje-trelicada-ou-macica-02.jpg)]

[[HTTPS://WWW.PREMOLDRM.COM.BR/IMAGENS/INFORMACOES/LAJE-PRE-MOLDADA-PRECO-M2-03.JPG](https://www.premoldrm.com.br/imagens/informacoes/laje-pre-moldada-preco-m2-03.jpg)]



Painel Treliçado 35 cm

Dimensões

Os painéis treliçados Anhanguera, com largura de 35 cm e espessura de 3 cm, são uma ótima opção no mercado de lajes pré-fabricadas, pois reúnem, num só produto, características como baixo custo, alta velocidade de montagem, e baixo peso

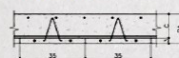
Montagem

Os painéis podem ser facilmente manuseados e montados pois pesam apenas 22kg/m. Por isto, o uso de equipamentos é uma escolha do cliente, que não depende da contratação de maquinário especial para a instalação. Os painéis Anhanguera ainda oferecem excelentes vantagens nas relações de largura, peso, autonomia para movimentação e velocidade de montagem.

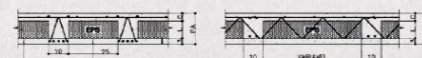
Dados Técnicos

PA	Maciças			Nervuras Unidirecionais 35cmx180cm				Nervuras Bidirecionais 35cmx60cm			
	Capa [cm]	Consumo [m³/m²]	P.P. [kgf/m²]	Capa [cm]	EPS [L] [cm]	Consumo [m³/m²]	P.P. [kgf/m²]	Capa [cm]	EPS [L] [cm]	Consumo [m³/m²]	P.P. [kgf/m²]
10	7	0,07	250	-	-	-	-	-	-	-	-
12	9	0,09	300	4	5	0,056	216	4	5	0,060	226
14	11	0,11	350	4	7	0,063	232	4	7	0,068	246
16	13	0,13	400	4	9	0,069	248	4	9	0,076	266
18	15	0,15	450	4	11	0,076	264	4	11	0,085	286
20	17	0,17	500	4	13	0,082	281	4	13	0,093	307
25	-	-	-	5	17	0,105	338	5	17	0,119	372
30	-	-	-	5	22	0,122	379	5	22	0,139	423
35	-	-	-	5	27	0,138	420	5	27	0,159	473
40	-	-	-	6	31	0,161	477	6	31	0,185	539

Laje Maciça



Laje Nervurada



Painel Treliçado 120 cm

Dimensões

Os painéis treliçados Anhanguera, com largura de 120 cm por espessura de 4 cm, atendem a uma busca do mercado por produtos que aliem maior rapidez na montagem com redução da mão de obra aplicada. Isto significa economia dupla para o construtor.

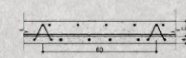
Montagem

A colocação dos painéis é feita com o uso de equipamentos, obtendo alto rendimento na montagem e praticamente eliminando o esforço físico, acidentes e perda de materiais.

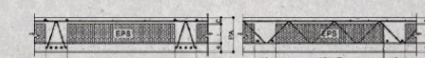
Dados Técnicos

PA	Maciças			Nervuras Unidirecionais 60cmx180cm				Nervuras Bidirecionais 60cmx60cm			
	Capa [cm]	Consumo [m³/m²]	P.P. [kgf/m²]	Capa [cm]	EPS [L] [cm]	Consumo [m³/m²]	P.P. [kgf/m²]	Capa [cm]	EPS [L] [cm]	Consumo [m³/m²]	P.P. [kgf/m²]
10	6	0,06	250	-	-	-	-	-	-	-	-
12	8	0,08	300	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	0,10	350	4	6	0,053	232	4	6	0,058	246
16	12	0,12	400	4	8	0,057	243	4	8	0,064	261
18	14	0,14	450	4	10	0,061	253	4	10	0,071	276
20	16	0,16	500	4	12	0,066	264	4	12	0,077	292
25	-	-	-	5	16	0,084	310	5	16	0,099	347
30	-	-	-	5	21	0,095	337	5	21	0,114	385
35	-	-	-	5	26	0,105	363	5	26	0,129	424
40	-	-	-	6	30	0,124	410	6	30	0,152	479

Laje Maciça



Laje Nervurada



Apoio ao cliente

O departamento Técnico/Comercial da Lajes Anhanguera fornece continuamente serviços de apoio ao cliente. Isto garante a você mais tranquilidade na decisão e segurança na compra de nossos produtos.



Informações preliminares de custos, consumos, materiais complementares, pré-dimensionamentos e demais informações indispensáveis aos construtores e projetistas na elaboração das propostas técnico-comerciais.



Execução de projetos de montagem das lajes, contendo as informações indispensáveis, como quantidades, tipos, armações complementares, espessura da capa de concreto, instruções para remoção do escoramento e detalhes em geral.



Suporte técnico aos Calculistas/Projetistas na fase de dimensionamento, fornecendo detalhes sobre os diversos tipos de lajes, capacidades, distribuição das cargas, cargas concentradas, consumos de concreto e aço e demais informações inerentes ao processo de cálculo.



Fiscalização da montagem das lajes, em obediência ao projeto fornecido, incluindo distribuição adequada do material, escoramentos, armação complementar e liberação para concretagem, quando solicitado.



Medições "in loco" por Engenheiro/e ou técnico, onde são confirmadas as medidas e fornecidas informações iniciais sobre a montagem das lajes, escoramentos, sentidos de armação, entrega dos materiais, etc.



Estudos de viabilidade, para fabricação e fornecimento de produtos especiais, que não são produzidos em série pela empresa.



Assessoria, orientação e acompanhamento para contratação de equipamentos de montagem como munks, guindastes, etc., sempre que a colocação manual não for viável.

Apoio ao cliente

O departamento Técnico/Comercial da Lajes Anhanguera fornece continuamente serviços de apoio ao cliente. Isto garante a você mais tranquilidade na decisão e segurança na compra de nossos produtos.



Informações preliminares de custos, consumos, materiais complementares, pré-dimensionamentos e demais informações indispensáveis aos construtores e projetistas na elaboração das propostas técnico-comerciais.



Execução de projetos de montagem das lajes, contendo as informações indispensáveis, como quantidades, tipos, armações complementares, espessura da capa de concreto, instruções para remoção do escoramento e detalhes em geral.



Suporte técnico aos Calculistas/Projetistas na fase de dimensionamento, fornecendo detalhes sobre os diversos tipos de lajes, capacidades, distribuição das cargas, cargas concentradas, consumos de concreto e aço e demais informações inerentes ao processo de cálculo.



Fiscalização da montagem das lajes, em obediência ao projeto fornecido, incluindo distribuição adequada do material, escoramentos, armação complementar e liberação para concretagem, quando solicitado.



Medições "in loco" por Engenheiro/e ou técnico, onde são confirmadas as medidas e fornecidas informações iniciais sobre a montagem das lajes, escoramentos, sentidos de armação, entrega dos materiais, etc.



Estudos de viabilidade, para fabricação e fornecimento de produtos especiais, que não são produzidos em série pela empresa.



Assessoria, orientação e acompanhamento para contratação de equipamentos de montagem como munks, guindastes, etc., sempre que a colocação manual não for viável.

Sistema Integrado

Pré-Laje + Escoramento + Montagem

Desde o início, percebemos que a necessidade do cliente está em concentrar responsabilidades e reduzir custos. Por isso, desenvolvemos a possibilidade de entregar a laje para o cliente em um sistema integrado.

Como funciona?

Aluguel de escoramento metálico

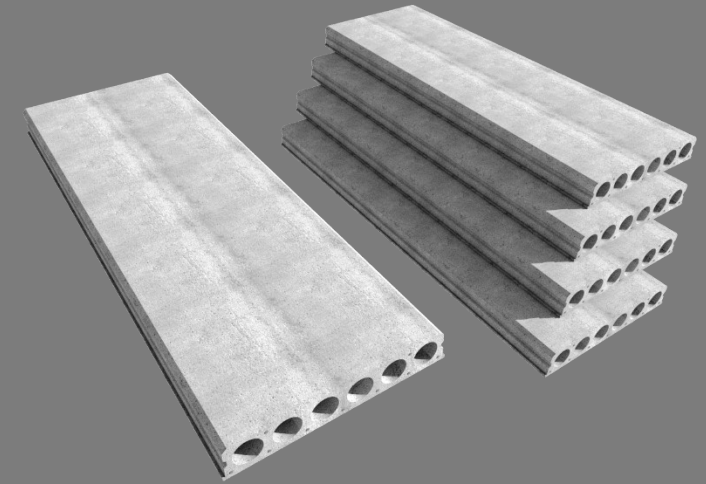
Fazemos o projeto de escoramento metálico já otimizado em função do uso da pré laje ou maciça e alugamos o escoramento para o cliente. Dessa forma centralizamos a responsabilidade de projeto e cronograma de escoras e lajes em um único fornecedor.

Equipe de montagem e içamento

Desenvolvemos parceiros que executam a montagem do escoramento, içamento da pré laje através de equipamentos específicos (gruas/guindastes) e efetuam a montagem da laje. Montamos até 800m² de laje em um único dia!

Centralizamos a responsabilidade, aumentamos a produtividade e repassamos essa economia e agilidade aos nossos clientes.

- PAINÉIS DE CONCRETO PROTENDIDO EM CUJO INTERIOR ESTÃO ALVÉOLOS LONGITUDINAIS RESPONSÁVEIS PELA REDUÇÃO DO PESO TOTAL DAS PEÇAS (E DA ESTRUTURA COMO UM TODO) SEM COMPROMETER A RESISTÊNCIA FINAL
- LAJES MOLDADAS EM CONCRETO PROTENDIDO DE ALTA RESISTÊNCIA, GERALMENTE NA LARGURA DE 124,5cm E EM ESPESSURAS E COMPRIMENTOS DEFINIDOS PELA SOBRECARGA TOTAL ESPERADA PARA A OBRA
- PODEM SER ADOTADAS EM SISTEMAS METÁLICOS, DE CONCRETO (ARMADO OU PROTENDIDO) OU EM ALVENARIAS ESTRUTURAIS



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TOYNGAJSocCDUA](https://www.bing.com/images/blob?BCID=TOYNGAJSocCDUA)]



[[HTTP://V1.IGETWEB.COM/WWW/KC2000/CATALOG/P_1154577.JPG](http://v1.iGETWEB.COM/WWW/KC2000/CATALOG/P_1154577.JPG)]

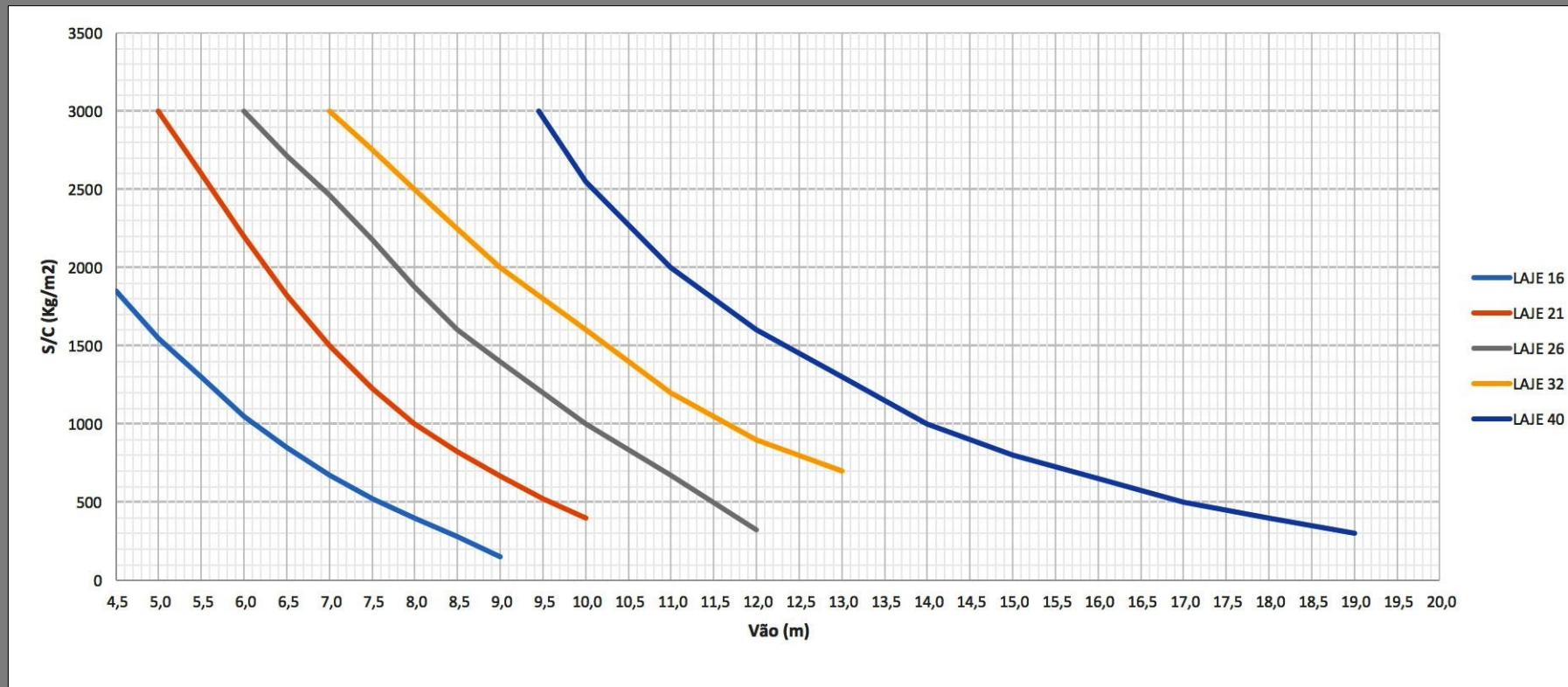
LAJES PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS

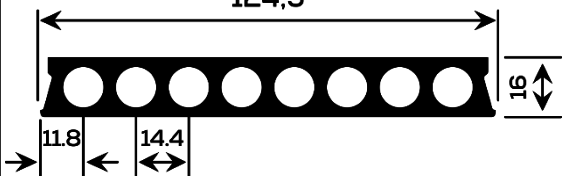
PAINÉIS TRELIÇADOS

ALVEOLARES



LAJE 16

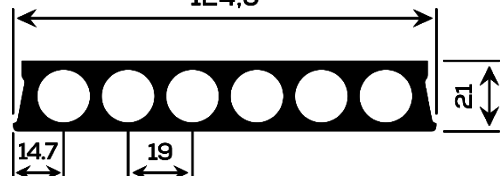
124,5



PESO = 230 Kg/m²

LAJE 21

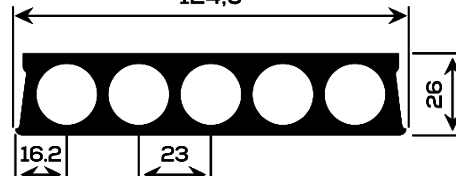
124,5



PESO = 290 Kg/m²

LAJE 26

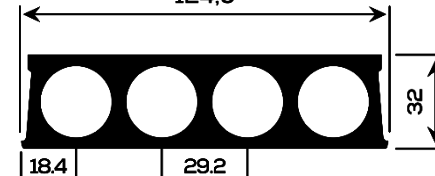
124,5



PESO = 340 Kg/m²

LAJE 32

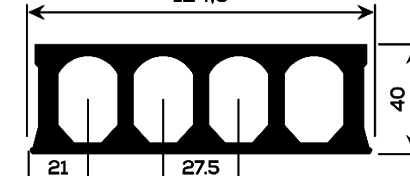
124,5



PESO = 405 Kg/m²

LAJE 40

124,5



PESO = 465 Kg/m²

LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS

PAINÉIS
TRELIÇADOS

ALVEOLARES



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TQQ5QLPVFICDPQ](https://www.bing.com/images/blob?BCID=TQQ5QLPVFICDPQ)]



[[HTTPS://WWW.BISON.CO.UK/WP-CONTENT/UPLOADS/2018/11/HOLLOWCORE-MAIN-CAROUSEL_1.JPG](https://www.bison.co.uk/wp-content/uploads/2018/11/hollowcore-main-carousel_1.jpg)]

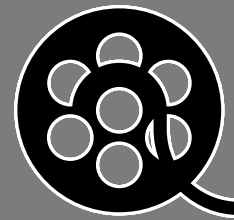
LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS

PAINÉIS
TRELIÇADOS

ALVEOLARES



LAJES ALVEOLARES

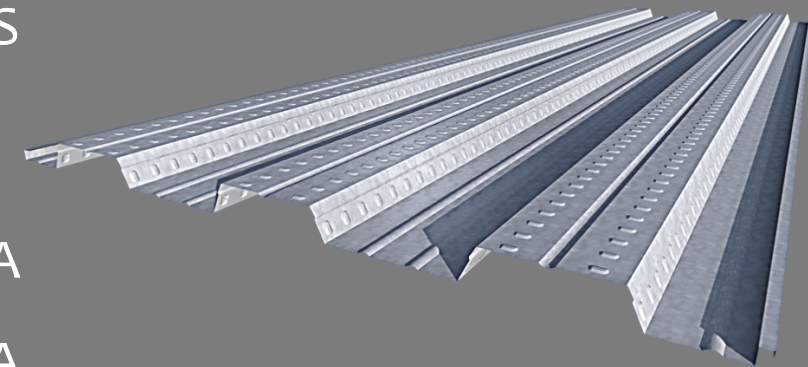
[“INSTALAÇÃO DE LAJES ALVEOLARES”, EM: [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=RT6DTXXUVXo](https://www.youtube.com/watch?v=RT6DTXXUVXo)]

LAJES PRÉ-FABRICADAS

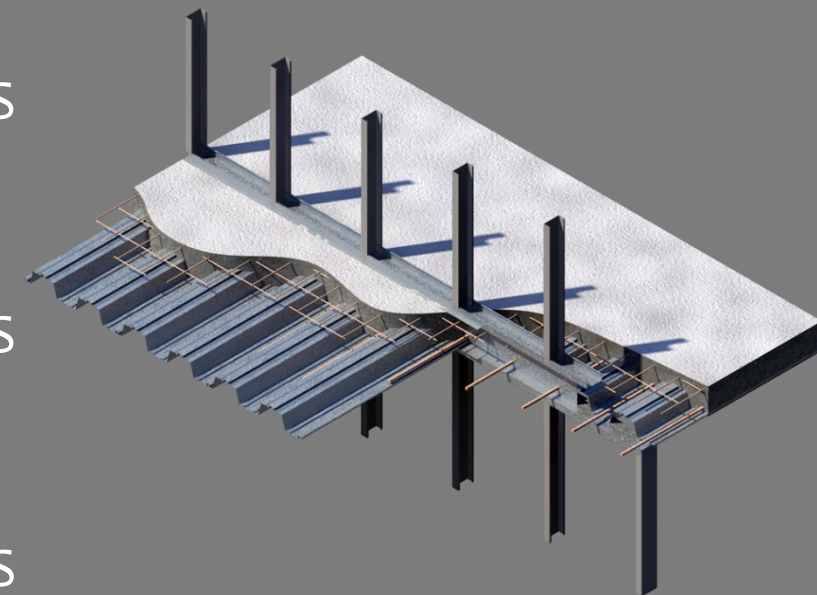
TIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
COM VIGOTAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BAIXO CUSTO ▪ MONTAGEM FÁCIL E RÁPIDA ▪ NÃO EXIGEM MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ QUALQUER SOBRECARGA PRECISA SER PREVISTA EM PROJETO (COMO ALVENARIAS E/OU OUTROS ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS) ▪ FLEXIBILIDADE DE USO LIMITADA
TRELIÇADAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DISPENSAM O USO DE FÔRMAS E, SEGUNDO O VÃO VENCIDO, TAMBÉM NÃO USAM ESCORAMENTOS ▪ SE ADOTADO EPS COMO PREENCHIMENTO INTERNO, MELHORA-SE O CONFORTO AMBIENTAL TÉRMICO DA EDIFICAÇÃO 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EM FUNÇÃO DO TIPO DE MATERIAL ADOTADO COMO PREENCHIMENTO, FUROS OU ABERTURAS NAS LAJES SÃO DIFÍCEIS DE FAZER ▪ NORMALMENTE AS SOLUÇÕES COM EPS SÃO INDICADAS APENAS PARA LAJES DE COBERTURA
PAINÉIS TRELIÇADOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SE COMPARADOS ÀS LAJES PRÉ-FABRICADAS COM VIGOTAS E/OU ÀS TRELIÇADAS: <ul style="list-style-type: none"> ▪ RESISTÊNCIA FINAL E VELOCIDADE DE MONTAGEM SUPERIORES ▪ MENOS CONSUMO DE MATERIAL PARA ESCORAMENTO E MADEIRAMENTO ▪ MENOR ÁREA DE ARMAZENAMENTO NO CANTEIRO DE OBRAS 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SE COMPARADOS ÀS LAJES PRÉ-FABRICADAS COM VIGOTAS E/OU ÀS TRELIÇADAS: <ul style="list-style-type: none"> ▪ MAIOR CONSUMO DE CONCRETO ▪ LAJES MAIS PESADAS (DEPENDENDO DO CASO, PODEM IMPLICAR FUNDAÇÕES MAIORES E MAIS RESISTENTES) ▪ CUSTO MAIS ELEVADO
ALVEOLARES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CAPACIDADE DE CARGA ELEVADA ▪ VENCEM GRANDES VÃOS (MÉDIA DE ATÉ 20,0m) MESMO COM BAIXAS ESPESSURAS ▪ DISPENSAM FÔRMAS E ESCORAMENTOS ▪ DENTRE TODOS OS MODELOS DE LAJES PRÉ-FABRICADAS, É O MAIS RÁPIDO A SER INSTALADO 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ POR SEREM ESTRUTURAS PROTENDIDAS, O PREÇO POR METRO QUADRADO – SE CONSIDERADOS OS OUTROS TIPOS DE LAJES PRÉ-FABRICADAS – É SENSIVELMENTE MAIS ALTO ▪ POR CHEGAREM PRONTAS AO CANTEIRO DE OBRAS, É PRECISO PREVER ÁREAS DE MANOBRA PARA CAMINHÕES, GUINDASTES E/OU GRUAS ▪ NORMALMENTE FORNECIDAS APENAS NO FORMATO RETANGULAR

LAJES MOLDADAS IN LOCO

- A DEPENDER DA BIBLIOGRAFIA, PODEM SER CONSIDERADAS LAJES MOLDADAS *IN LOCO* OU LAJES PRÉ-FABRICADAS
- TRATA-SE DE UMA ESTRUTURA MISTA FORMADA POR UMA CHAPA VINCADA E RANHURADA DE AÇO SOBRE A QUAL É DISTRIBUÍDA UMA MALHA ANTI-FISSURAÇÃO E O CONCRETO FRESCO
- ESTE SISTEMA MOSTRA-SE DE FATO COMPETITIVO PARA VÃOS ENTRE 2,0m E 4,0m (POIS DISPENSA ESCORAMENTOS)
- AS ESPESSURAS FINAIS DAS LAJES STEEL-DECK DEPENDEM DOS VÃOS VENCIDOS E DOS MODELOS DE CHAPAS USADOS
- RECOMENDA-SE QUE A CAMADA DE CONCRETO ACIMA DAS NERVURAS MAIS ALTAS TENHA AO MENOS 50,0mm DE ESPESSURA



[[HTTPS://WWW.ARCHITECKS.COM.PH/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/06/DECK5-1.PNG](https://www.architecks.com.ph/wp-content/uploads/2017/06/deck5-1.png)]



[[HTTPS://WWW.METEK.CO.UK/PUBLIC/ASSETS/IMG/SOLUTIONS/CONCRETEFLOOR-SM.PNG](https://www.metek.co.uk/public/assets/img/solutions/concretefloor-sm.png)]

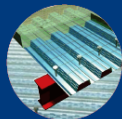


[https://www.solucoesindustriais.com.br/images/produtos/imagen_s_10139/thumbnails/220/p_laje-steel-deck-6.jpg]



[<https://fibermesh.com/wp-content/uploads/2016/09/composite-metal-deck.jpg>]

S T E E L D E C K



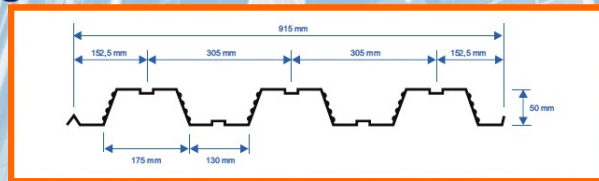
A SOLUÇÃO DEFINITIVA EM LAJES

[METFORM (2021)]

Tabela de cargas e vãos máximos - MF 50

Altura da Laje (mm)	Espessura Telha-fôrma (mm)	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio (kN/m²)	M. Inércia Laje Mista (10 ⁶ mm ⁴ /m)	Carga Sobreposta M Vãos (m)									
		Simples (mm)	Duplo (mm)	Triplo (mm)	Balanço (mm)			1,800	1,900	2,000	2,100	2,200	2,300	2,400	2,500	2,600	2,700
100	0,80	2.050	2.800	2.900	900	1,85	5,25	9,31	8,14	7,14	6,28	5,54	4,89	4,30	3,82		
	0,95	2.550	3.150	3.250	1.100	1,86	5,61	11,08	10,24	9,01	7,96	7,04	6,25	5,55	4,94		
	1,25	3.200	3.800	3.800	1.450	1,89	6,26	16,43	14,45	12,76	11,31	10,06	8,97	8,02	7,18		
110	0,80	1.800	2.700	2.800	900	2,08	6,89	10,56	9,23	8,10	7,13	6,29	5,55	4,91	4,34		
	0,95	2.400	3.050	3.150	1.050	2,10	7,35	13,25	11,82	10,23	9,03	8,00	7,10	6,31	5,61		
	1,25	3.050	3.650	3.650	1.400	2,13	8,19	19,04	16,38	14,45	12,84	11,42	10,18	9,10	8,15		
120	0,80	1.650	2.550	2.700	850	2,32	8,85	11,81	10,33	9,05	7,98	7,03	6,21	5,50	4,85		
	0,95	2.250	2.900	3.000	1.050	2,33	9,43	14,82	13,00	11,44	10,10	8,95	7,94	7,08	6,28		
	1,25	2.950	3.550	3.550	1.350	2,36	10,49	20,00	18,34	16,20	14,36	12,78	11,40	10,19	9,13		
130	0,80	1.400	2.300	2.450	800	2,55	11,16	13,08	11,42	10,02	8,82	7,78	6,89	6,09	5,38		
	0,95	2.050	2.800	2.900	1.000	2,57	11,87	16,39	14,37	12,65	11,18	9,90	8,79	7,81	6,96		
	1,25	2.800	3.400	3.400	1.350	2,60	13,19	20,00	20,00	17,91	15,89	14,13	12,61	11,28	10,10		
140	0,80	1.300	2.250	2.350	800	2,79	13,85	14,31	12,52	10,99	9,87	8,93	7,94	6,87	5,90		
	0,95	1.850	2.750	2.850	1.000	2,80	14,72	17,96	15,76	13,87	12,25	10,85	9,63	8,57	7,63		
	1,25	2.700	3.300	3.300	1.300	2,83	16,32	20,00	20,00	18,63	17,41	15,49	13,82	12,38	11,08		
150	0,80	1.250	2.300	2.400	800	3,02	16,98	15,07	13,61	11,96	10,52	9,28	8,20	7,28	6,42		
	0,95	1.700	2.650	2.750	950	3,04	17,98	19,53	17,13	15,08	13,33	11,80	10,48	9,32	8,30		
	1,25	2.600	3.200	3.200	1.250	3,07	19,90	20,00	20,00	20,00	18,94	16,85	15,04	13,45	12,05		
160	0,80	1.150	2.200	2.300	800	3,26	20,45	18,02	16,71	14,91	13,37	12,03	10,87	9,74	8,85		
	0,95	1.600	2.550	2.650	950	3,27	21,89	20,00	18,51	16,30	14,40	12,76	11,33	10,07	8,97		
	1,25	2.550	3.150	3.150	1.250	3,30	23,67	20,00	20,00	20,00	18,21	16,25	14,53	13,03			
170	0,80	1.050	2.050	2.150	750	3,49	24,43	18,07	16,81	14,88	13,22	11,78	10,53	9,43	7,47		
	0,95	1.500	2.400	2.500	900	3,51	25,87	20,00	18,89	17,51	15,47	13,71	12,17	10,80	9,64		
	1,25	2.450	3.050	3.050	1.200	3,54	28,06	20,00	20,00	20,00	19,67	17,48	15,62	14,00			

Dimensões



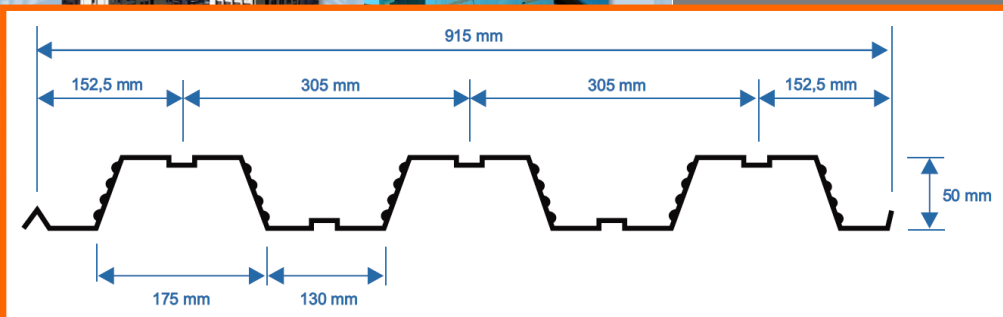
Consumo de concreto - A armadura para retração

Altura de laje (mm)	Consumo de Concreto (m ³ /m ²)	Tipo de armadura para retração, em tela soldada		
		Denominação	Composição	Peso (kg/m ²)
100	0,0750	C 75	Ø3,8 x Ø3,8 - 150 x 150	1,21
110	0,0850	C 75	Ø3,8 x Ø3,8 - 150 x 150	1,21
120	0,0950	C 75	Ø3,8 x Ø3,8 - 150 x 150	1,21
130	0,1050	C 75	Ø4,2 x Ø4,2 - 150 x 150	1,48
140	0,1150	C 75	Ø4,2 x Ø4,2 - 150 x 150	1,48
150	0,1250	C 75	Ø3,8 x Ø3,8 - 100 x 100	1,80
160	0,1350	C 75	Ø3,8 x Ø3,8 - 100 x 100	1,80
170	0,1450	C 75	Ø4,2 x Ø4,2 - 100 x 100	2,20

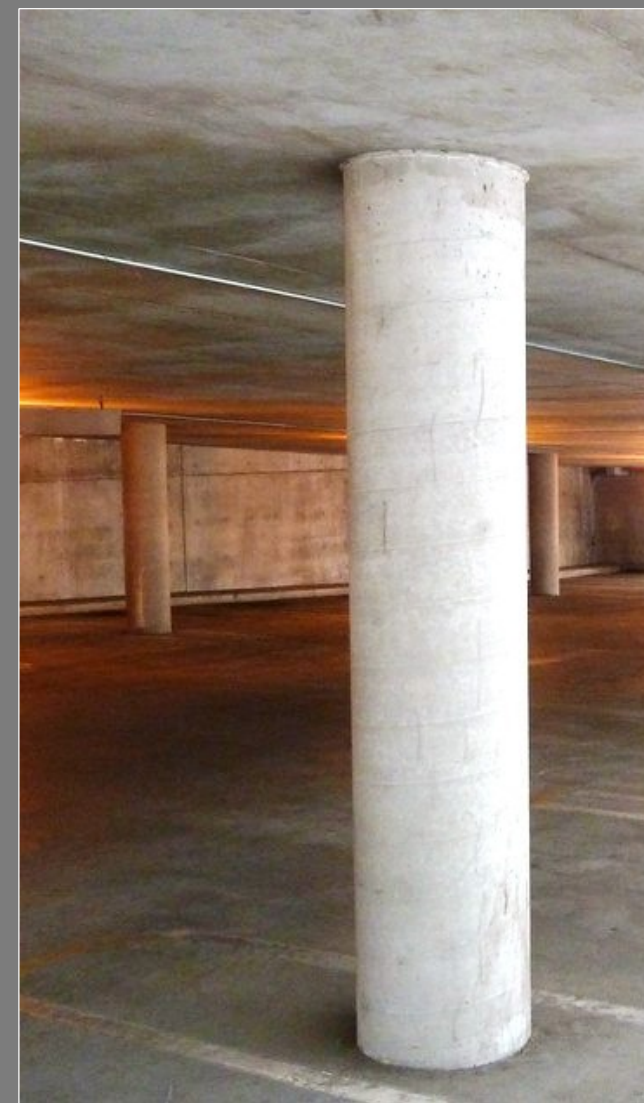
Propriedades físicas (para largura de 1.000mm)

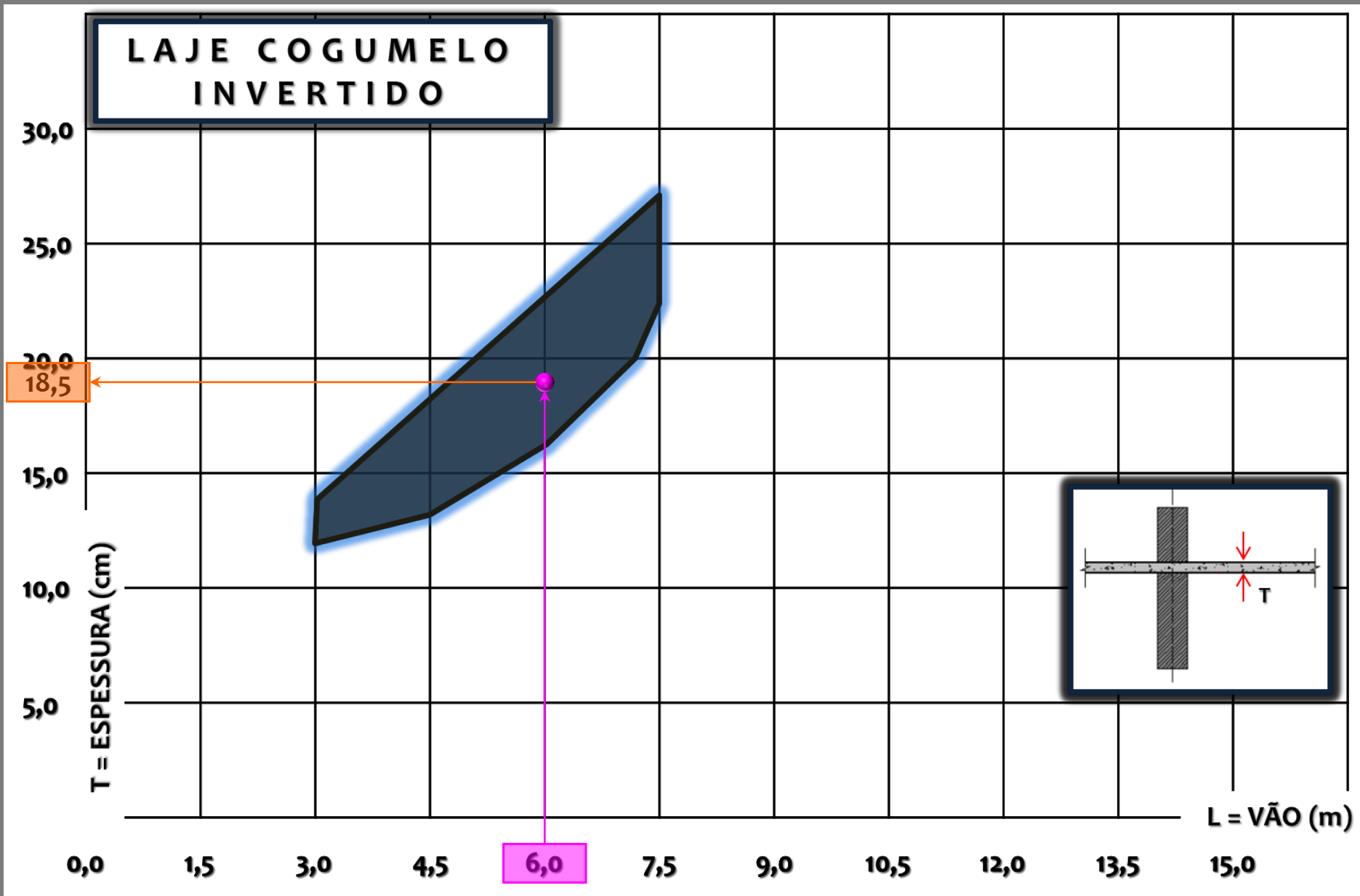
Esp. Nominal (mm)	Esp. Projeto (mm)	Altura total (mm)	Peso (kg/m ²)	Reações máximas de apoio Externo (kN)	Reações máximas de apoio Interno (kN)	Módulo de Resistência (mm ²)	Inércia para Deformação (mm ⁴)	Área de apo (mm ²)	Centro de Gravidade (mm)
0,80	0,76	52,26	8,39	4,95	14,67	14,999	449,419	357	26,13
0,95	0,91	52,41	9,97	5,51	16,776	16,776	562,372	1.193	28,21
1,25	1,21	52,71	13,11	11,41	35,43	27,791	786,502	1.587	28,36

Laje de Forro	Altura da Laje (mm)	Espessura Telha-fôrma (mm)	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio (kN/m ²)	M. Inércia Laje Mista (10 ⁶ mm ⁴ /m)
			Simples (mm)	Duplo (mm)	Triplo (mm)	Balanço (mm)		
Laje de Forro	100	0,80	2.050	2.800	2.900	900	1,85	5,25
		0,95	2.550	3.150	3.250	1.100	1,86	5,61
		1,25	3.200	3.800	3.800	1.450	1,89	6,26
Laje de Piso	110	0,80	1.800	2.700	2.800	900	2,08	6,89
		0,95	2.400	3.050	3.150	1.050	2,10	7,35
		1,25	3.050	3.650	3.650	1.400	2,13	8,19
Laje de Piso	120	0,80	1.650	2.600	2.700	850	2,32	8,85
		0,95	2.250	2.900	3.000	1.050	2,33	9,43
		1,25	2.950	3.550	3.550	1.350	2,36	10,49
Laje de Piso	130	0,80	1.490	2.500	2.600	850	2,55	11,16
		0,95	2.050	2.800	2.900	1.000	2,57	11,87
		1,25	2.800	3.400	3.400	1.350	2,60	13,19
Laje de Piso	140	0,80	1.350	2.450	2.500	800	2,79	13,85
		0,95	1.850	2.750	2.800	1.000	2,80	14,72
		1,25	2.700	3.300	3.300	1.300	2,83	16,32
Laje de Piso	150	0,80	1.250	2.300	2.450	800	3,02	16,93
		0,95	1.700	2.650	2.750	950	3,04	17,98
		1,25	2.600	3.200	3.250	1.250	3,07	19,90
Laje de Piso	160	0,80	1.150	2.200	2.300	800	3,26	20,45
		0,95	1.600	2.550	2.650	950	3,27	21,69
		1,25	2.550	3.100	3.150	1.250	3,30	23,97
Laje de Piso	170	0,80	1.050	2.050	2.150	750	3,49	24,43
		0,95	1.500	2.500	2.600	900	3,51	25,87
		1,25	2.450	3.050	3.050	1.200	3,54	28,55



- TAMBÉM DENOMINADAS LAJES LISAS, LAJES PLANAS OU LAJES LISAS PLANAS
- MEDIANTE ARTIFÍCIOS ESTRUTURAIS INTERNOS AO PONTO DE CONTATO, AS LAJES DE CONCRETO PERMANECEM APOIADAS DIRETAMENTE POR SOBRE OS PILARES
- DISPENSAM O USO DE VIGAS
- PODEM SER EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO OU EM CONCRETO PROTENDIDO (RESULTADO MAIS EFICIENTE)
- **IMPORTANTE:** NEM TODA LAJE QUE EM UM PRIMEIRO MOMENTO PAREÇA TER SIDO EXECUTADA SEM VIGAS, REALMENTE O FOI !





LAJES MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO
INVERTIDO



[[HTTPS://CIVILSGUIDE.COM/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/10/TYPES-OF-CONCRETE-SLABS-600X315-1.JPG](https://civilsguide.com/wp-content/uploads/2020/10/types-of-concrete-slabs-600x315-1.jpg)]

[[HTTPS://WWW.PROPLIST.COM/LISTING/STRETTONS-CITY-CITY-FRIDGE/7GB-5](https://www.proplist.com/listing/strettons-city-city-fringe/7GB-5)]

- POR NÃO TER VIGAS, AS LAJES COGUMELO FICAM SUJEITAS A ALTAS TENSÕES DE CISALHAMENTO NOS LOCAIS DE CONTATO COM OS PILARES (FENÔMENO CONHECIDO COMO “PUNÇÃO”)
- A INTENSIDADE DA TENDÊNCIA AO PUCIONAMENTO PODE TRAZER SÉRIOS PROBLEMAS ESTRUTURAIS ÀS EDIFICAÇÕES
- PARA EVITÁ-LA (OU AO MENOS MINIMIZÁ-LA), É POSSÍVEL:
 - ELEVAR A ESPESSURA DAS LAJES (SOLUÇÃO ANTIECONÔMICA)
 - AUMENTAR A DIMENSÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS FINAIS DOS PILARES (GERANDO MAIOR INTERFERÊNCIA ESPACIAL)
 - EXECUTAR REFORÇOS PONTUAIS (ESPESSAMENTOS DAS LAJES NOS PONTOS DE TRANSIÇÃO PARA COM OS PILARES)

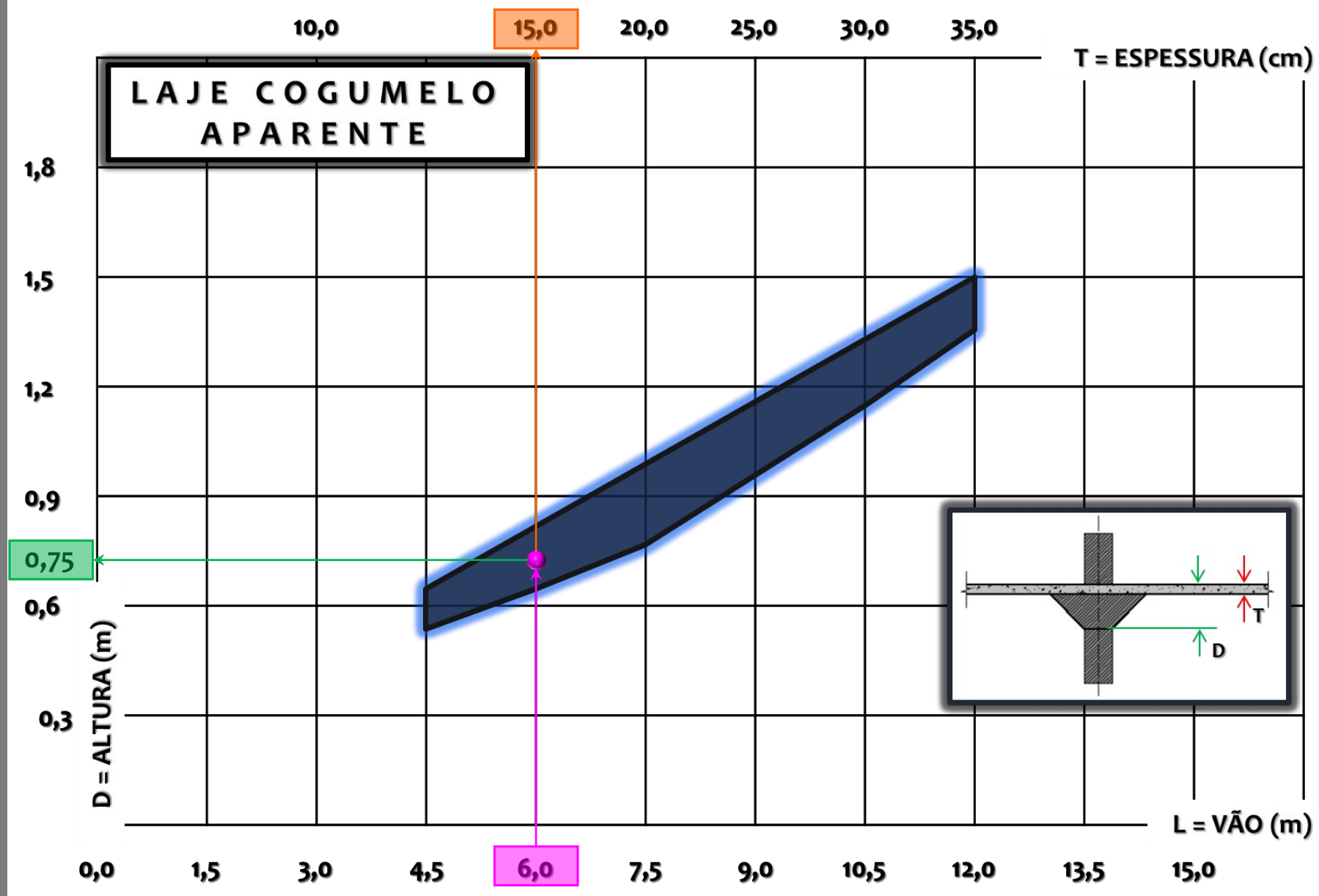


LAJES MOLDADAS IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO INVERTIDO

COGUMELO APARENTE



[DO AUTOR (2021),
A PARTIR DE
REBELLO, (2011.c)]

LAJES MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO
INVERTIDO

COGUMELO
APARENTE

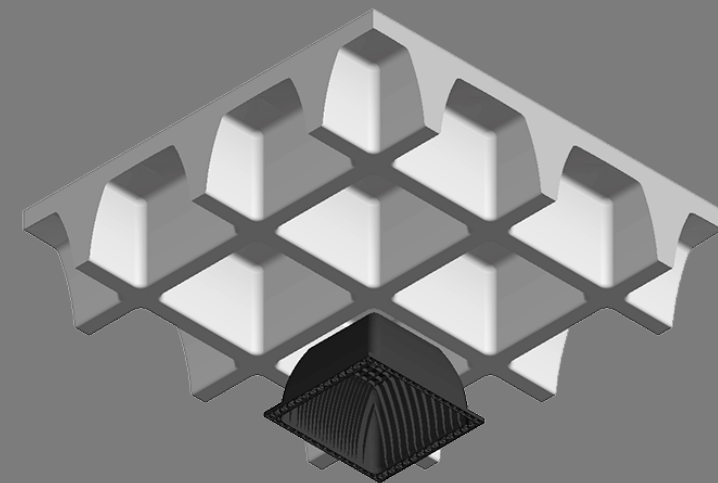


[[HTTPS://WWW.ENGINEERINGFEED.COM/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/04/REASONS-WHY-THE-FLAT-SLAB-WITH-DROP-PANELS-IS-WIDELY-USED-1-2.JPG](https://www.engineeringfeed.com/wp-content/uploads/2017/04/reasons-why-the-flat-slab-with-drop-panels-is-widely-used-1-2.jpg)]



[[HTTPS://CONSTRUINDOCASAS.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2021/04/CONCRETO-DE-ALTO-DESEMPENHO-768X476-1.JPG](https://construindocasas.com.br/wp-content/uploads/2021/04/concreto-de-alto-desempenho-768x476-1.jpg)]

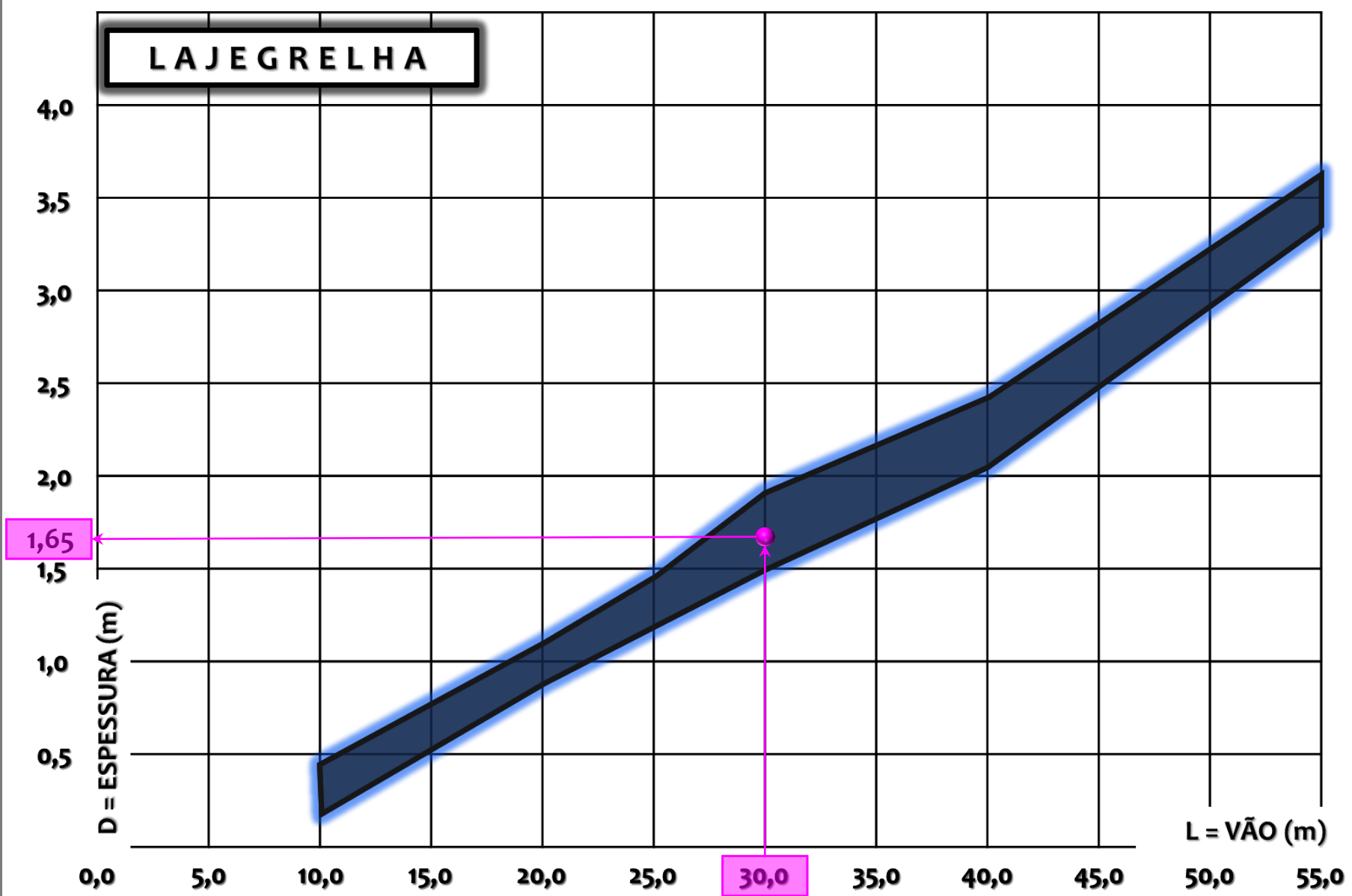
- SÃO TAMBÉM CHAMADAS DE LAJES NERVURADAS EM DUAS DIREÇÕES
- A CONFIGURAÇÃO ESTRUTURAL DESTA TIPO DE LAJE SE BASEIA NO FUNCIONAMENTO SIMULTÂNEO DAS NERVURAS E DAS LAJES NELAS APOIADAS. COM ISSO, OS ELEMENTOS RESULTANTES TRAZEM MENORES ESPESSURAS TOTAIS SE COMPARADOS À IDEIA DE LAJES APOIADAS SOBRE VIGAS EM SITUAÇÕES SIMILARES DE USO
- A ADOÇÃO DE LAJES NERVURADAS FAVORECE UMA MODULAÇÃO DE PILARES MAIS AMPLA QUE AQUELA FEITA PARA CONCRETO ARMADO (SENDO ENTÃO INDICADA PARA VÃOS A PARTIR DE 7,0m)
- BALANÇOS: SE LIMITADOS A 20,0% DO VÃO CENTRAL NÃO EXIGEM INCREMENTO NAS DIMENSÕES OU NA QUANTIDADE DE NERVURAS



[[HTTPS://WWW.ATEX.COM.BR/UPLOAD/FAMILIA/AAAA_636427102839040616.PNG](https://www.atex.com.br/upload/familia/aaaa_636427102839040616.png)]



[[HTTPS://DEBUG.PI.GR/BOOKIMAGE/EN/00200.JPG](https://debug.pi.gr/bookimage/en/00200.jpg)]

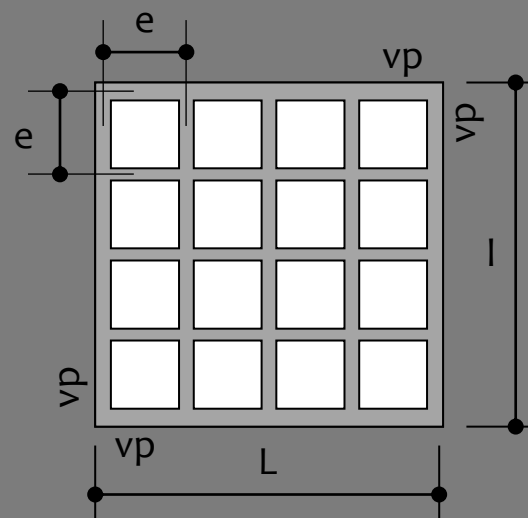


■ CRITÉRIOS DE PROJETO PARA LAJES-GRELHA:

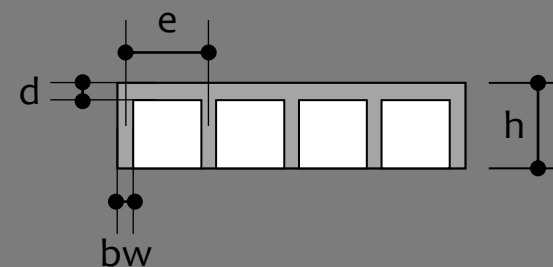
- L: VÃO MAIOR
- I: VÃO MENOR
- vp: VIGA PRINCIPAL
- e: ESPAÇAMENTO ENTRE NERVURAS
- bw: ESPESSURA DAS NERVURAS
- d: ESPESSURA DA CAPA

- VIGA PRINCIPAL: $h = 12\%$ DO VÃO
- NERVURAS:
 - $h = 4\%$ DE $[(L + I) / 2]$
 - $e = 1,5$ a $2,0 \cdot h$
- INDICA-SE O ESPAÇAMENTO ENTRE NERVURAS MENOR QUE 1,10m

- $b_w = \text{ESPESSURA DAS NERVURAS} = h/5$
(SE O RESULTADO FOR INFERIOR A 8,0cm, ADOTAR 8,0cm)
- $d = \text{ESPESSURA DA CAPA} = e/30$
(SE O RESULTADO FOR INFERIOR A 4,0cm, ADOTAR 4,0cm)



PLANTA



CORTE

LAJES MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO
INVERTIDO

COGUMELO
APARENTE

GRELHA



[[HTTPS://WWW.ATEX.COM.BR/BLOG/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/08/FACILIDADE-NA-MONTAGEM-DA-LAJE-NERVURADA-768X576.JPG](https://www.atex.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/08/facilidade-na-montagem-da-laje-nergurada-768x576.jpg)]



[[HTTPS://WWW.ARCHDAILY.MX/MX/770126/CENTRO-PAULA-SOUZA-SPADONI-AA-PLUS-PEDRO-TADDEI-ARQUITETOS-ASSOCIADOS/5747EABDE58ECEA27200014C-PAULA-SOUZA-CENTER-SPADONI-AA-PLUS-PEDRO-TADDEI-ARQUITETOS-ASSOCIADOS-PHOTO](https://www.archdaily.mx/mx/770126/centro-paula-souza-spadoni-aa-plus-pedro-taddei-arquitetos-associados/5747EABDE58ECEA27200014C-PAULA-SOUZA-CENTER-SPADONI-AA-PLUS-PEDRO-TADDEI-ARQUITETOS-ASSOCIADOS-PHOTO)]

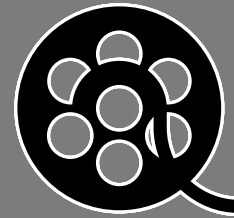
LAJES MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO
INVERTIDO

COGUMELO
APARENTE

GRELHA



FÔRMAS PARA LAJES NERVURADAS

[“FÔRMAS ATEX”, EM: [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=PL8RFOO6RQ4](https://www.youtube.com/watch?v=PL8RFOO6RQ4)]

LAJES MOLDADAS IN LOCO

TIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
STEEL-DECK	<ul style="list-style-type: none"> PARA VÃOS \cong 4,0m, DISPENSA O USO DE ESCORAS (REDUZINDO GASTOS E/OU EVENTUAIS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS) INSTALAÇÃO SIMPLIFICADA E RAPIDEZ CONSTRUTIVA INTERAGE BEM COM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS PODEM SER INSTALADAS EM SISTEMAS METÁLICOS, DE CONCRETO (ARMADO OU PROTENDIDO) OU EM ALVENARIAS ESTRUTURAIS 	<ul style="list-style-type: none"> A FRAGILIDADE NO VENCIMENTO DE VÃOS ACIMA DE 4,0m PODE REQUERER A ADAPTAÇÃO DA MALHA ESTRUTURAL (REDUÇÃO DOS VÃOS ENTRE PILARES OU USO DE VIGAS SECUNDÁRIAS) PARA VÃOS ACIMA DE 4,0m DEIXAM DE SER COMPETITIVAS ECONOMICAMENTE, POIS ESCORAMENTOS SÃO OBRIGATÓRIOS SE APARENTES NA FACE INFERIOR, PODEM ENTRAR EM CONFLITO COM A SOLUÇÃO PLÁSTICA DADA AOS AMBIENTES
COGUMELO INVERTIDO	<ul style="list-style-type: none"> SEM VIGAS, TEM-SE A SENSÇÃO DE MAIS AMPLIDÃO ESPACIAL ADAPTAM-SE BEM A DESENHOS IRREGULARES E A PILARES SEM MODULAÇÕES MUITO RÍGIDAS 	<ul style="list-style-type: none"> A INEXISTÊNCIA DE VIGAS ACARRETA INVESTIMENTO FINANCEIRO ELEVADO DIRECIONADO À COMPENSAÇÃO ESTRUTURAL, OU SEJA, PASSA A OCORRER ALTO CONSUMO DE CONCRETO E DE AÇO PARA FAZER COM QUE ESTE TIPO DE LAJE RESPONDA ADEQUADAMENTE ÀS CARGAS DE SERVIÇO (ALGO QUE MUITAS VEZES CHEGA A INVIABILIZAR A SUA UTILIZAÇÃO)
COGUMELO APARENTE	<ul style="list-style-type: none"> VENCEM MAIORES VÃOS, SÃO MENOS ESPESSAS E MAIS RESISTENTES QUE AS LAJES DE COGUMELO INVERTIDO PASTILHAS E CAPITEIS AJUDAM A REDUZIR OS EFEITOS NEGATIVOS DO PUNÇIONAMENTO SOBRE A ESTRUTURA COGUMELOS APARENTES PODEM CONTRIBUIR PARA A ESTÉTICA DOS ESPAÇOS NOS QUAIS A ESTRUTURA PERMANECE EXPOSTA 	
GRELHA	<ul style="list-style-type: none"> ESTRUTURA DE CONCRETO ADEQUADA PARA GRANDES VÃOS CONSTRUÇÃO RACIONAL, OTIMIZADA E DE QUALIDADES ESTÉTICAS E ACÚSTICAS INTERESSANTES REDUÇÃO NO USO DE AÇO E NO CONSUMO DE CONCRETO ADAPTA-SE A DIFERENTES FORMATOS E ADMITE VARIADOS DESENHOS DE NERVURAS 	<ul style="list-style-type: none"> MANTIDOS INTOCADOS OS VÃOS, APRESENTAM ESPESSURAS ACIMA DAQUELAS ENCONTRADAS EM OUTROS TIPOS DE LAJE (ALGO QUE PRECISA SER LEVADO EM CONSIDERAÇÃO, QUANDO EM EDIFICAÇÕES DE GABARITO LIMITADO) EXIGEM MÃO DE OBRA QUALIFICADA PARA EXECUÇÃO, SE O PROJETO DE ARQUITETURA PREVÊ DEIXÁ-LAS APARENTES

LAJES MACIÇAS EM CONCRETO ARMADO

CONCEITOS GERAIS

- **ESQUEMA SEQUENCIAL DE CARREGAMENTOS**



- E AINDA: ESTRUTURA DO TELHADO (QUANDO O CASO) + RESERVATÓRIO D'ÁGUA SUPERIOR

■ CONCEITUAÇÃO

- A DEPENDER DA BIBLIOGRAFIA, AS LAJES SÃO TAMBÉM CHAMADAS DE ELEMENTOS DE SUPERFÍCIE, OU DE PLACAS
- AS LAJES SÃO CLASSIFICADAS COMO ELEMENTOS PLANOS BIDIMENSIONAIS, OU SEJA, AQUELES NOS QUAIS AS DUAS DIMENSÕES PRINCIPAIS (O COMPRIMENTO E A LARGURA) SÃO DA MESMA ORDEM DE GRANDEZA E MUITO MAIORES QUE A TERCEIRA DIMENSÃO (A ESPESSURA)
- É DE RESPONSABILIDADE DIRETA DAS LAJES SUPORTAR A MAIOR PARTE DOS ESFORÇOS APLICADOS A UMA EDIFICAÇÃO, NORMALMENTE REPRESENTADOS POR PESSOAS, MÓVEIS, PISOS, PAREDES, E OS MAIS VARIADOS TIPOS DE CARREGAMENTOS QUE PODEM EXISTIR EM FUNÇÃO DA FINALIDADE DE USO DOS ESPAÇOS NOS QUAIS ESTEJAM INSERIDAS



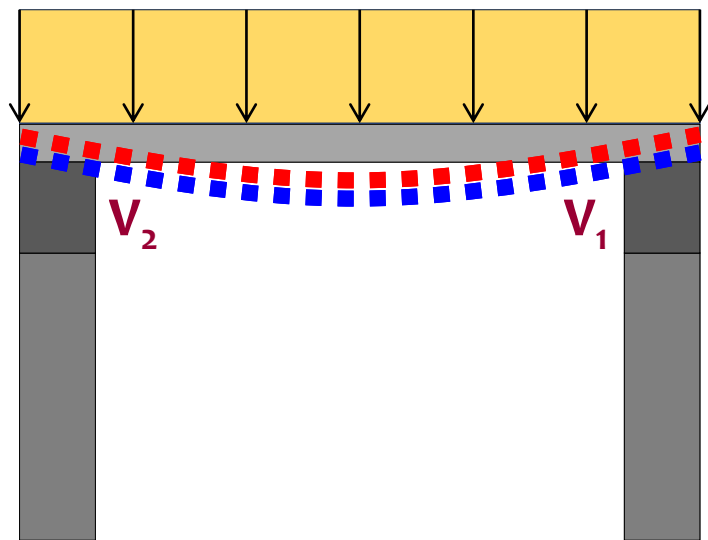
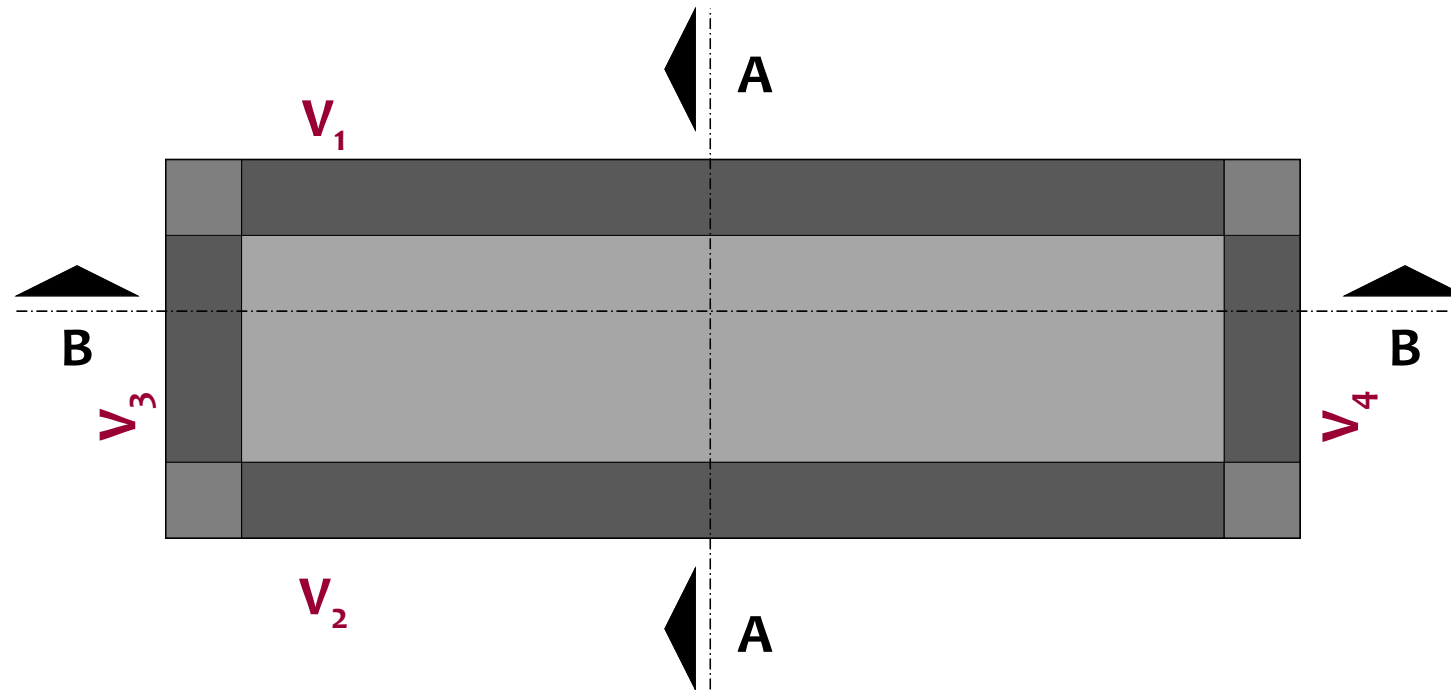
[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TRDoSCCFKSGD-W](https://www.bing.com/images/blob?BCID=TRDoSCCFKSGD-W)]



[[HTTP://CORTESDEHORMIGON.ES/WP-CONTENT/UPLOADS/2016/12/SHUTTERSTOCK_174659183.JPG](http://cortesdehormigon.es/wp-content/uploads/2016/12/shutterstock_174659183.jpg)]

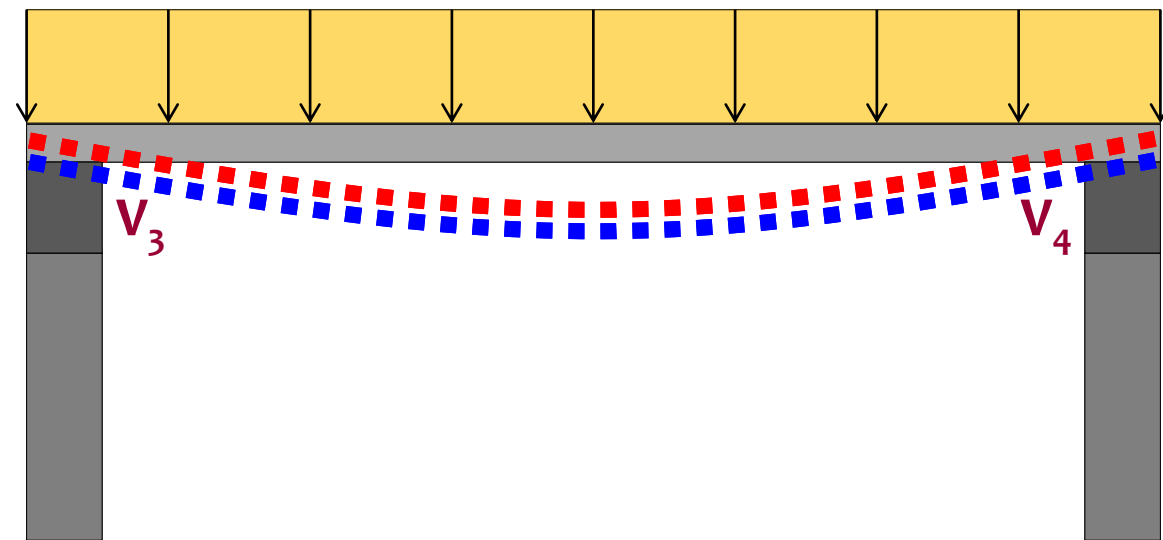


[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TTFLH3TRDCGDLG](https://www.bing.com/images/blob?bcid=TTFLH3TRDCGDLG)]



CORTE A-A

FIBRA SUPERIOR:
COMPRESSÃO
FIBRA INFERIOR:
TRAÇÃO



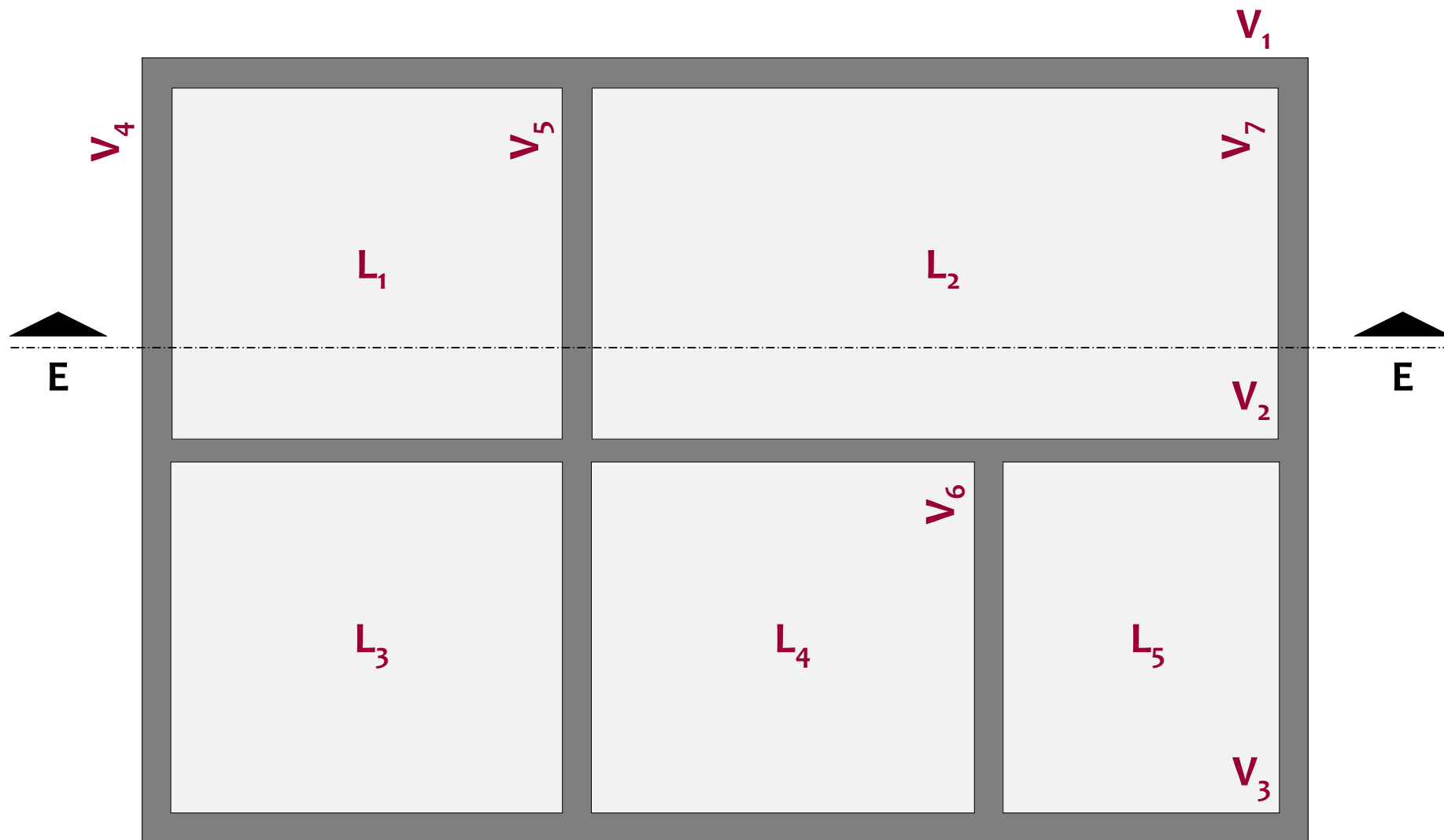
CORTE B-B

[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE BOTELHO E MARCHETTI (2019)]

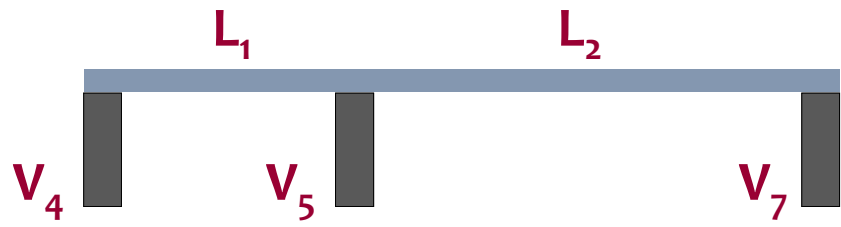
■ LAJES MACIÇAS EM CONCRETO

- AS “LAJES TRADICIONAIS” MOLDADAS *IN LOCO* EM CONCRETO ARMADO SÃO CONSTRUÍDAS E CONCRETADAS JUNTAMENTE COM AS VIGAS QUE LHEM DÃO SUPORTE
- CONSIDERANDO QUE, AO RECEBER UM DETERMINADO CARREGAMENTO AS LAJES TENDEM A SE DEFORMAR, O CÁLCULO DIMENSIONAL ADMITE QUE AS VIGAS NÃO POSSUEM CONDIÇÕES FÍSICAS DE IMPEDIR TOTALMENTE A DEFORMAÇÃO DAS LAJES LOCALIZADAS DIRETAMENTE SOBRE ELAS
- NO CASO MOSTRADO PELA IMAGEM A SEGUIR, A TENDÊNCIA AO GIRO DA BORDA ESQUERDA DA LAJE L_2 É MINIMIZADO E PARCIALMENTE COMPARTILHADO PELA BORDA DIREITA DA LAJE L_1

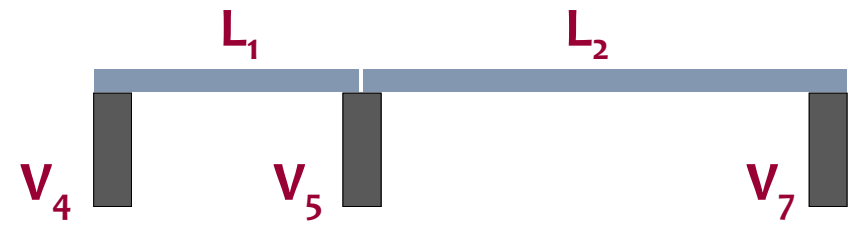
- LAJES MACIÇAS EM CONCRETO



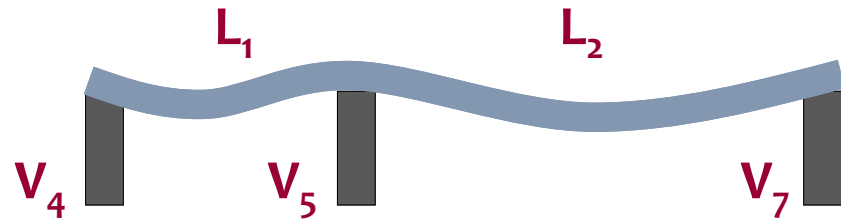
[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE BOTELHO E MARCHETTI (2019)]



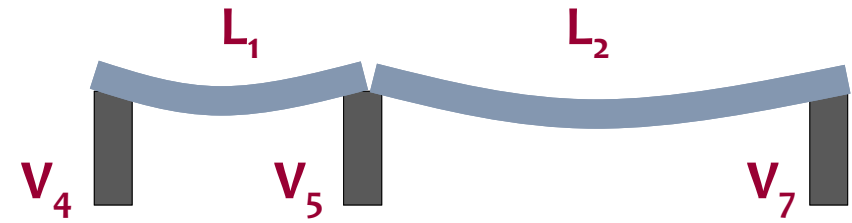
CORTE E-E



ESQUEMAS DO TRABALHO DE DEFORMAÇÃO DAS LAJES $L_1 + L_2$:

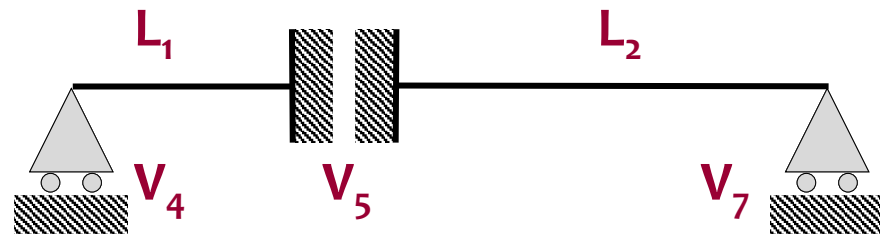


CORRETO:
CONTINUIDADE ENTRE LAJES

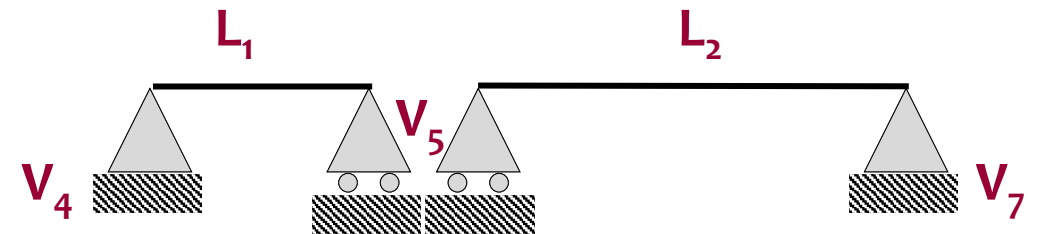


INCORRETO:
DESCONTINUIDADE DAS LAJES

ESQUEMA ESTRUTURAL ASSOCIADO AO CÁLCULO DE LAJES $L_1 + L_2$:



CORRETO:
BORDAS INTERNAS DAS LAJES ENGASTADAS



INCORRETO:
BORDAS INTERNAS DAS LAJES COMO APOIOS MÓVEIS

■ CONCEITUAÇÃO

- SE AS LAJES FOSSEM MOLDADAS SEPARADAMENTE UMAS EM RELAÇÃO ÀS OUTRAS, ENTÃO, PRATICAMENTE NÃO HAVERIA INFLUÊNCIA MÚTUA ENTRE ELAS, O QUE PODERIA EXIGIR LAJES MAIS ESPESSAS, COM MAIOR CONSUMO DE MATERIAL E, CONSEQUENTEMENTE, DE CUSTO MAIS ELEVADO!
- NA PRÁTICA, AS LAJES SÃO SEMPRE CONSTRUÍDAS JUNTAS E SOLIDÁRIAS, O QUE TRAZ MAIS ESTABILIDADE E EFICIÊNCIA AOS EDIFÍCIOS DOS QUAIS FAZEM PARTE
- LOGO, NO EXEMPLO ANTERIOR, HÁ VÍNCULOS ATUANTES ENTRE AS SEGUINTE LAJES: $(L_1 \times L_3)$; $(L_1 \times L_2)$; $(L_2 \times L_4)$; $(L_2 \times L_5)$; $(L_4 \times L_5)$; E $(L_3 \times L_4)$
- **CONCLUSÃO:**
 - DUAS LAJES CONTÍGUAS SE INTERENGASTAM NOS SEUS PONTOS EM COMUM



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TR1YNMYXKIGDBG](https://www.bing.com/images/blob?BCID=TR1YNMYXKIGDBG)]



- **ARMADURA NEGATIVA NO APOIO COMPARTILHADO**

- EM FUNÇÃO DA OCORRÊNCIA DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO APOIO COMUM ÀS DUAS LAJES CONTÍGUAS, DEVEM SER PREVISTAS E ADICIONADAS **ARMADURAS NEGATIVAS** CONECTANDO ESSES TRÊS ELEMENTOS. ISSO SE JUSTIFICA PELA NECESSIDADE DE CONTROLAR QUALQUER INTERFERÊNCIA PREJUDICIAL QUE ESSE MESMO MOMENTO FLETOR POSSA INCORPORAR À ESTRUTURA

- **IMPORTANTE:**

- O ENGASTAMENTO NOS APOIOS DAS LAJES CONTÍGUAS NÃO ACONTECE CASO UMA DELAS SEJA REBAIXADA. EM CASOS ASSIM, AMBAS AS ESTRUTURAS DEVEM SER ENTENDIDAS COMO LIVREMENTE APOIADAS

ESQUEMA
ESTRUTURAL
($L_1 + L_2$)

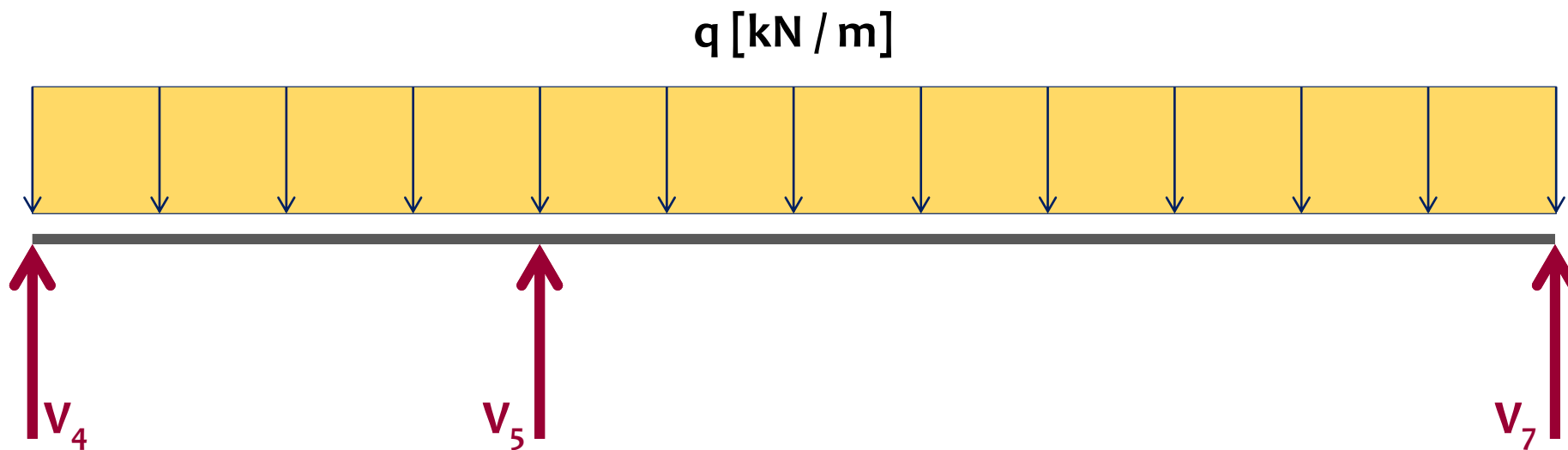
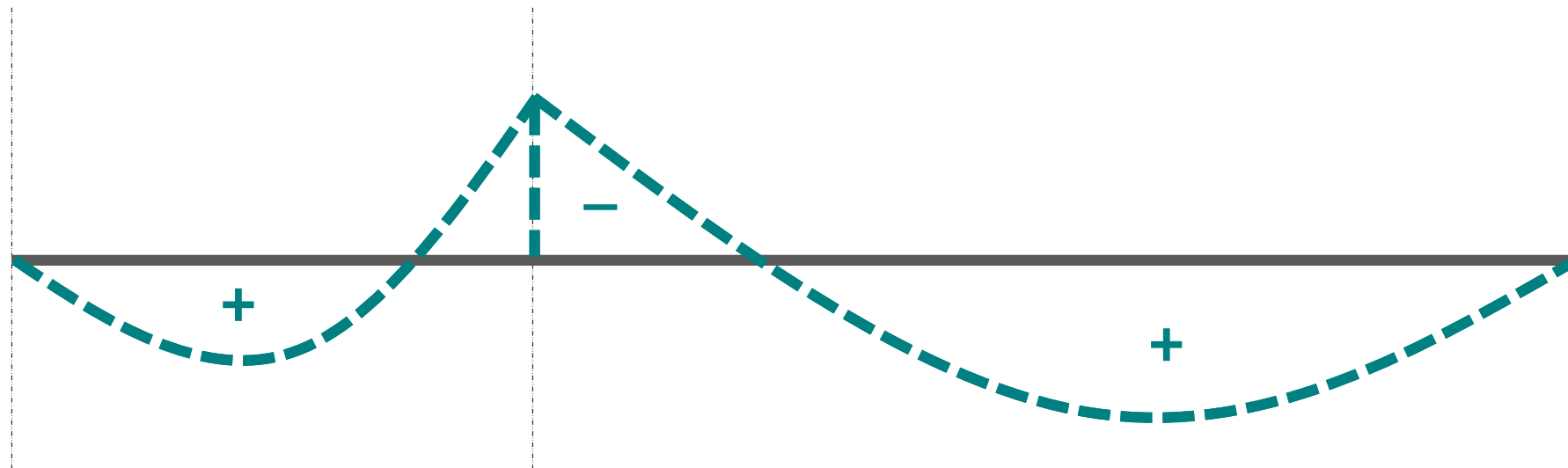


DIAGRAMA DE
MOMENTOS FLETORES
(DMF)
($L_1 + L_2$)



- **RESUMINDO ...**

- CONSIDERANDO QUE NOS CENTROS DOS VÃOS OCORREM MOMENTOS FLETORES POSITIVOS E NOS APOIOS INTERMEDIÁRIOS MOMENTOS FLETORES NEGATIVOS, E LEMBRANDO TAMBÉM QUE O CONCRETO NÃO TRABALHA BEM À TRAÇÃO, NAS LAJES CONTÍGUAS, ALÉM DE LANÇAR AÇO NAS ÁREAS CENTRAIS DAS LAJES, DEVE-SE PREVER TAMBÉM UM CONJUNTO DE ARMADURAS SUPERIORES ESPECÍFICO PARA OS APOIOS INTERMEDIÁRIOS



[[HTTPS://BR.HABCDN.COM/PHOTOS/PROJECT/MEDIUM/EXECUCAO-DE-LAJE-MACICA-1969082.JPG](https://br.habcdn.com/photos/project/medium/execucao-de-laje-macica-1969082.jpg)]



[<https://hcsolucoese estruturais.com/wp-content/gallery/verificacao-de-armaduras-e-vigas-de-transicao/armaduras-e-vigas-de-transi%C3%A7%C3%A3o-9.jpg>]





[[HTTP://2.BP.BLOGSPOT.COM/-OIYSEIH3CO/TZZAF_ZZWJI/AAAAAAAAABQ4/AJLXFPC5ISW/S1600/2+LAJE+005.JPG](http://2.bp.blogspot.com/-OIYSEIH3CO/TZZAF_ZZWJI/AAAAAAAAABQ4/AJLXFPC5ISW/S1600/2+LAJE+005.JPG)]



[[HTTPS://WWW.COPLAS.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/09/APC222.JPG](https://www.coplas.com.br/wp-content/uploads/2019/09/APC222.JPG)]



[[HTTPS://WWW.COPLAS.COM.BR/PRODUTO/SPACADORES-PLASTICO/PILARES-LATERAIS-DE-VIGAS-E-ARMADURAS-HORIZONTALS/CE/](https://www.coplas.com.br/produto/spacadores-plastico/pilares-laterais-de-vigas-e-armaduras-horizontais/ce/)]



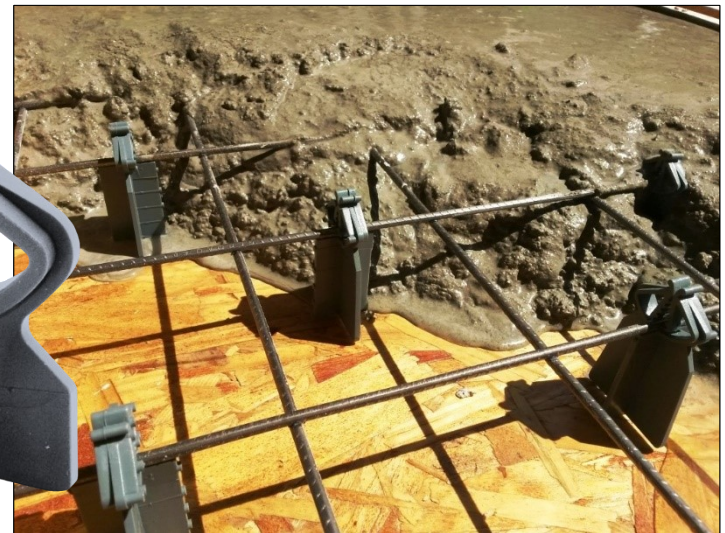
[[HTTPS://WWW.COPLAS.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/09/APCB333.JPG](https://www.coplas.com.br/wp-content/uploads/2019/09/APCB333.JPG)]



[[HTTPS://WWW.COPLAS.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/09/IMG8873.JPG](https://www.coplas.com.br/wp-content/uploads/2019/09/IMG8873.JPG)]



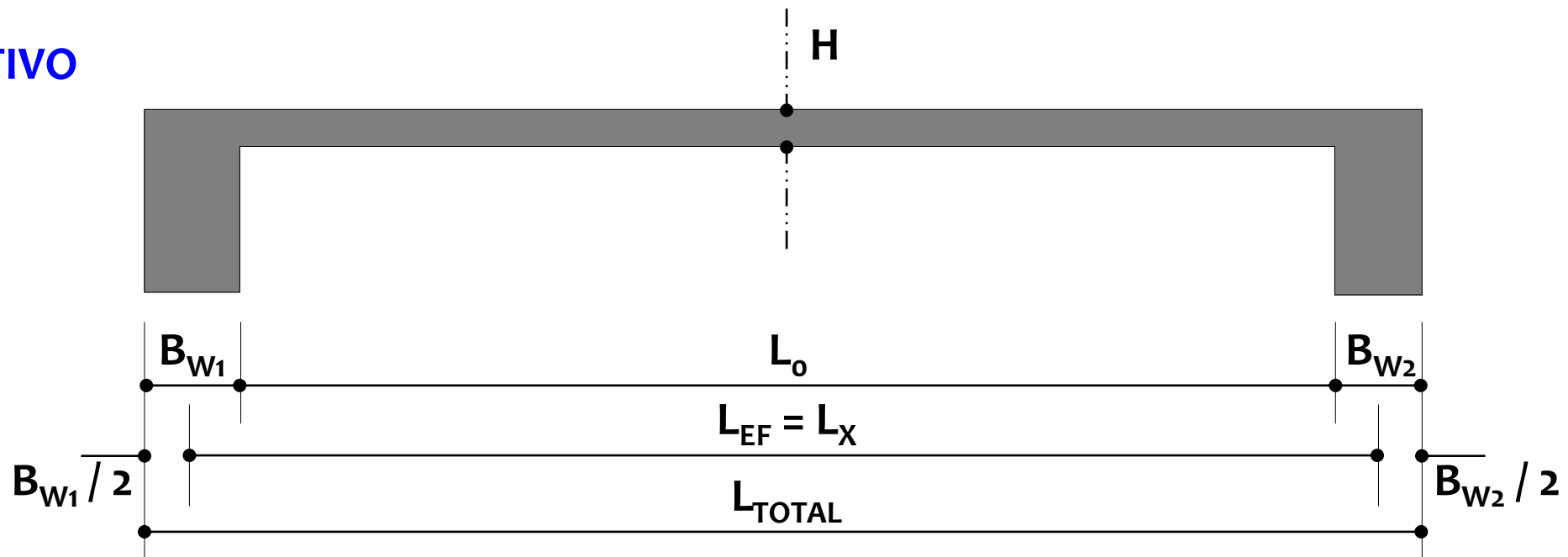
[[HTTPS://WWW.JERUELPLAST.COM.BR/SITE/WP-CONTENT/UPLOADS/MODELO-SL-04.JPG](https://www.jeruelplast.com.br/site/wp-content/uploads/modelo-sl-04.jpg)]



VÃO; GEOMETRIA; CLASSIFICAÇÃO

VÃO EFETIVO

■ VÃO EFETIVO



ONDE:

- H = ESPESSURA DA LAJE
- $B_{W1} + B_{W2}$ = LAGURAS DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DOS APOIOS SOB A LAJE
- L_0 = VÃO LIVRE DA LAJE
- $L_{EF} = L_X$ = VÃO EFETIVO, CONSIDERADO DE EIXO A EIXO DOS APOIOS
- L_{TOTAL} = VÃO TOTAL (DE FACE EXTERNA A FACE EXTERNA DOS APOIOS)

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À DIREÇÃO

LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO

- **LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO**

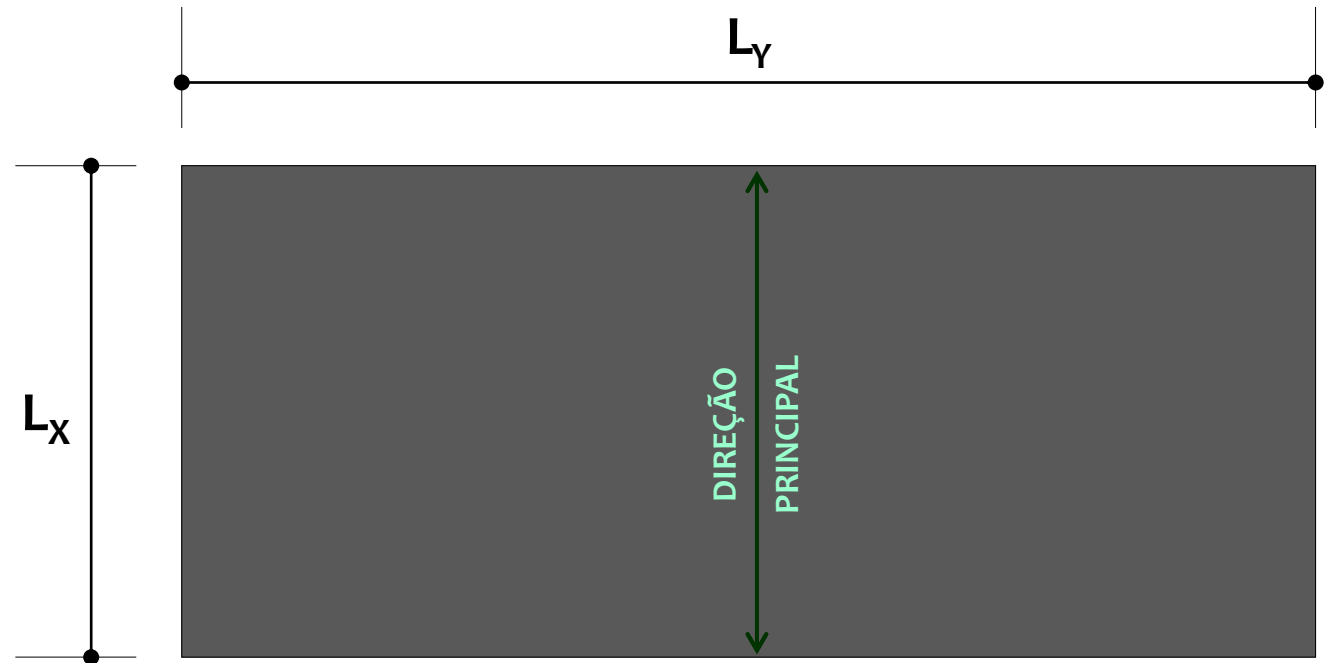
- NAS LAJES ARMADAS EM UMA ÚNICA DIREÇÃO (NAS QUAIS A RELAÇÃO ENTRE OS LADOS É MAIOR QUE DOIS), OS ESFORÇOS SOLICITANTES SÃO CONSIDERADOS SEGUNDO A DIREÇÃO PRINCIPAL DA ESTRUTURA, TAL QUE:

$$\lambda = \frac{L_y}{L_x} > 2,0$$

ONDE:

L_y = MAIOR VÃO

L_x = MENOR VÃO



- **LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO**

- OS ESFORÇOS SOLICITANTES DE MAIOR INTENSIDADE OCORREM **DE ACORDO COM A DIREÇÃO DO MENOR VÃO**, NORMALMENTE CHAMADA DIREÇÃO PRINCIPAL
- **NA OUTRA DIREÇÃO**, CONHECIDA COMO LONGITUDINAL OU SECUNDÁRIA, OS ESFORÇOS SOLICITANTES SÃO MUITO SUAVES, POR ISSO OS MOMENTOS FLETORES ALI EXISTENTES PODEM SER **DESPREZADOS NOS CÁLCULOS ESTRUTURAIS**



[[HTTPS://WWW.BING.COM/IMAGES/BLOB?BCID=TUGJPNONYGDFW](https://www.bing.com/images/blob?bcid=tugjpnonygdfw)]



[<https://br.habcdn.com/photos/project/big/execucao-de-laje-macica-1969095.jpg>]



[<http://www.celentano-maconnerie.fr/medias/1451-galerie-construction-gros-oeuvre-piscine-miroir-en-beton-arme-grimaud-var.jpg>]

- **LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO**

- **IMPORTANTE:**

- PARA OS CASOS DE LAJES RETANGULARES ARMADAS EM UMA SÓ DIREÇÃO, NÃO SÃO LEVADAS EM CONTA AS POSSIBILIDADES DE ENGASTAMENTO DOS LADOS MENORES
 - MESMO PARA LAJES ARMADAS EM UMA SÓ DIREÇÃO, EXISTE A OBRIGATORIEDADE DE SE FAZER UMA ARMADURA TRANSVERSAL DE DISTRIBUIÇÃO DOS CARREGAMENTOS

LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

- LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES (OU EM CRUZ)

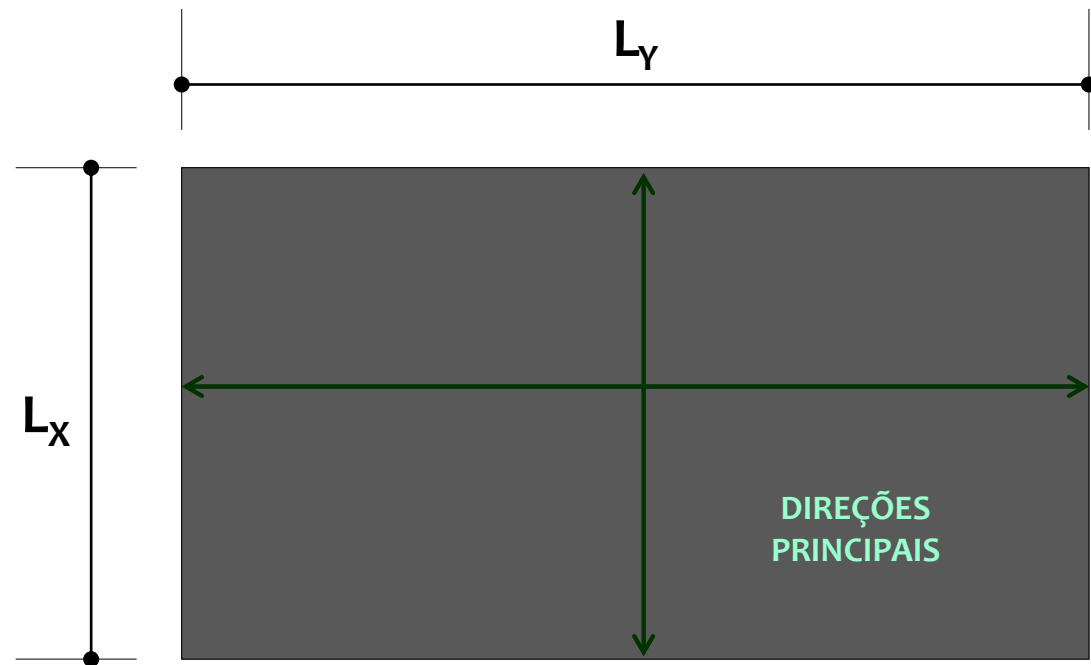
- NAS LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES (NAS QUAIS A RELAÇÃO ENTRE OS LADOS É MENOR OU IGUAL A DOIS), OS ESFORÇOS SOLICITANTES SÃO CONSIDERADOS SEGUNDO AS DUAS DIREÇÕES PRINCIPAIS DA LAJE, DE MODO QUE:

$$\lambda = \frac{L_y}{L_x} \leq 2,0$$

ONDE:

L_y = MAIOR VÃO

L_x = MENOR VÃO



■ LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

- OS ESFORÇOS SOLICITANTES DE MAIOR INTENSIDADE OCORREM NAS DUAS DIREÇÕES DO VÃO, CHAMADAS, POR ISSO MESMO E SIMULTANEAMENTE, DE DIREÇÕES PRINCIPAIS
- NAS LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES, AS ARMADURAS QUE CORREM PARALELAMENTE ENTRE UM E OUTRO LADO SÃO CALCULADAS PARA RESISTIR OS MOMENTOS FLETORES NESSAS MESMAS DIREÇÕES
- A INTENÇÃO DE ARMAR LAJES EM CRUZ – LEVANDO EM CONTA A PROPORÇÃO ENTRE SUAS DIMENSÕES – RESULTA DA NECESSIDADE DE DISTRIBUIR E DE DIRECIONAR, DE MANEIRA MAIS HOMOGÊNEA E EFICIENTE, OS CARREGAMENTOS INCIDENTES PARA OS APOIOS DE SUSTENTAÇÃO



[https://www.facebook.com/1500356143606826/photos/a.1690742774568161/1690743034568135/?type=3&is_lookaside=1]



AÇÕES (OU CARREGAMENTOS)

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

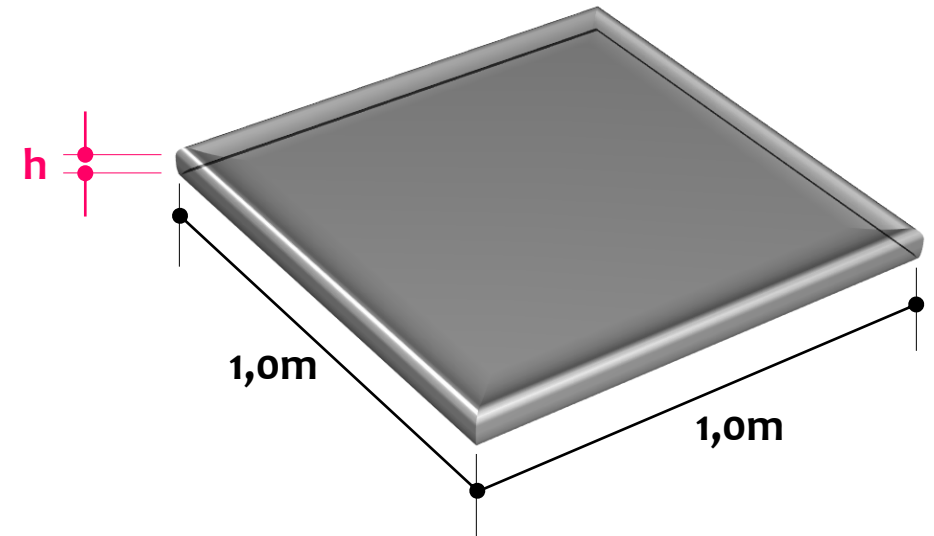
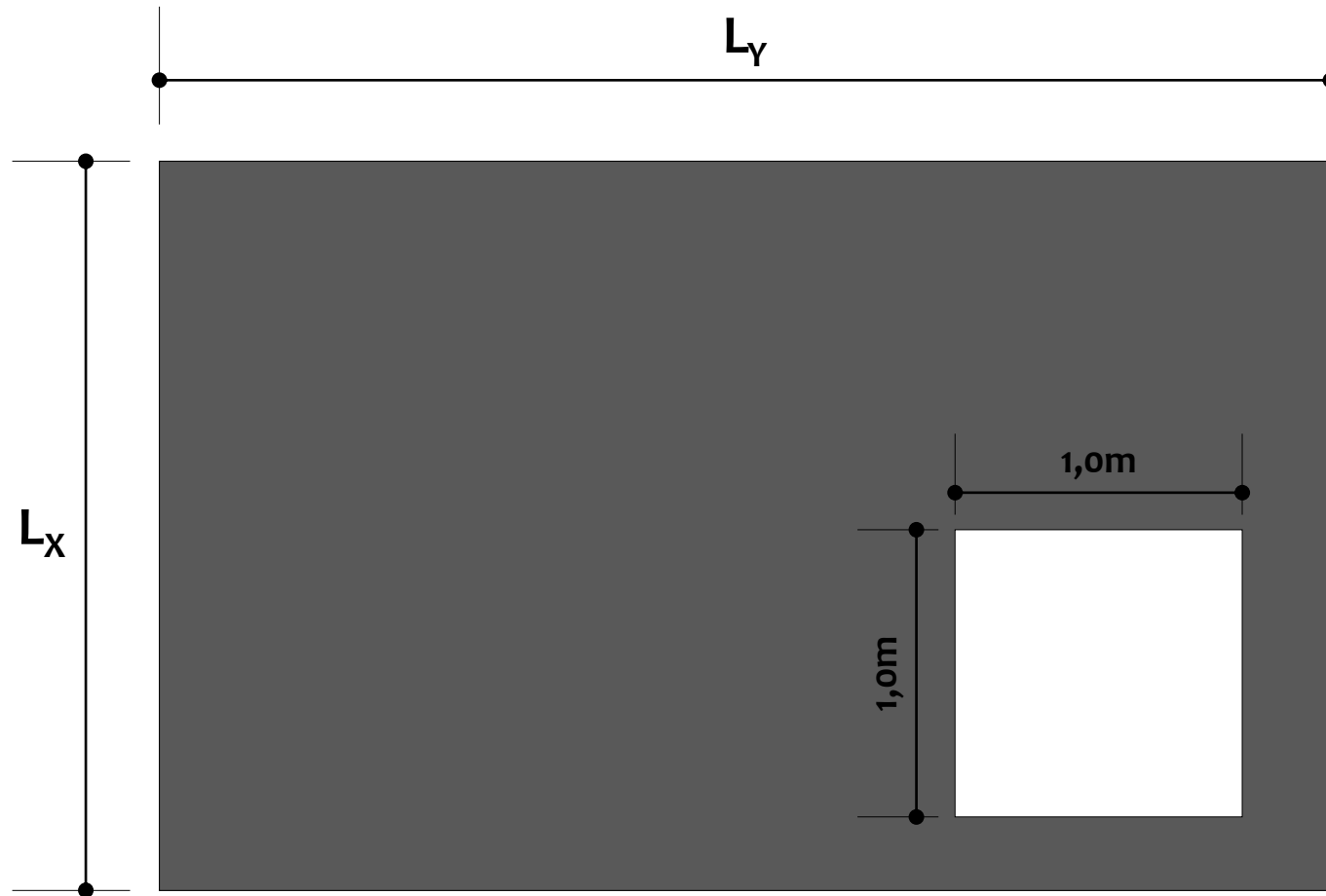
- AÇÕES / CARREGAMENTOS CONSIDERADOS QUANDO AGINDO POR SOBRE AS LAJES SÃO OS MAIS VARIADOS, DESDE PESSOAS ATÉ MOBILIÁRIOS, EQUIPAMENTOS FIXOS OU MÓVEIS, PAREDES, DIVISÓRIAS, REVESTIMENTOS, ...
- AS LAJES ATUAM RECEBENDO AS CARGAS DE UTILIZAÇÃO, TRANSMITINDO-AS ENTÃO PARA OS APOIOS, GERALMENTE REPRESENTADOS PELAS VIGAS COLOCADAS SOB SUAS BORDAS
- NOS EDIFÍCIOS, AS LAJES AINDA TÊM A FUNÇÃO DE TRABALHAREM COMO DIAFRAGMAS RÍGIDOS (ELEMENTOS DE RIGIDEZ INFINITA NO SEU PRÓPRIO PLANO), AJUDANDO A DISTRIBUIR OS ESFORÇOS HORIZONTAIS DO VENTO PARA AS ESTRUTURAS DE CONTRAVENTAMENTO (PÓRTICOS, PILARES-PAREDE, NÚCLEOS DE RIGIDEZ), RESPONSÁVEIS POR PARCELA SIGNIFICATIVA DA ESTABILIDADE GLOBAL DOS EDIFÍCIOS

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

- PARA DETERMINAÇÃO DAS AÇÕES ATUANTES NAS LAJES, DEVE-SE RECORRER ÀS NORMAS NBR 6118:2014 (PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO); NBR 8681:2004 (AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS – PROCEDIMENTO); E NBR 6120:2019 (AÇÕES PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES)
- SITUAÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA PROJETO TAMBÉM DEVEM SER AVALIADAS. PARA CASOS NOS QUAIS AS NORMAS BRASILEIRAS NÃO TRATEM DE CARGAS ESPECIAIS, É COMUM RECORRER ÀS NORMAS ESTRANGEIRAS, À BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZADA, AOS FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS, ...
- NAS CONSTRUÇÕES DE EDIFÍCIOS, GERALMENTE AS AÇÕES PRINCIPAIS A SEREM CONSIDERADAS SÃO AS AÇÕES PERMANENTES (g) E AS AÇÕES VARIÁVEIS (q), ESTAS, BATIZADAS PELAS NORMAS DE CARGAS ACIDENTAIS

■ AÇÕES (OU CARREGAMENTOS)

- NO MAIS DAS VEZES SÃO DEFINIDOS POR UNIDADE DE ÁREA DE LAJE, VARIANDO SOMENTE A ESPESSURA, CONFORME O CASO



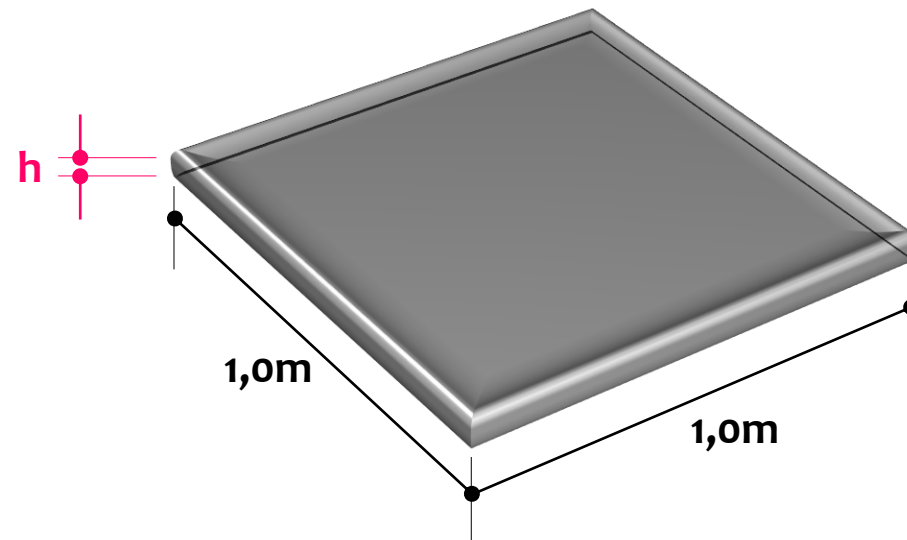
1. CARGAS PERMANENTES

a. PESO PRÓPRIO

- O PESO PRÓPRIO DE UMA LAJE MACIÇA É IGUAL AO PESO DO CONCRETO ARMADO QUE A COMPÕE
- PARA O PESO ESPECÍFICO DO CONCRETO ARMADO (γ_{CONC}), PORÉM, A NBR 6118:2014 (PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO) INDICA O VALOR DE 25,0 kN/m³
- O PESO PRÓPRIO PARA UMA LAJE COM ESPESSURA CONSTANTE DEVE SER ENTÃO DISTRIBUÍDO UNIFORMEMENTE POR TODA SUA ÁREA



[https://www.librahaus.com.br/wp-content/uploads/2018/01/20200117_145547-1920X675.JPG]



$$g_{PP.LJ} = \gamma_{CONCRETO} \cdot h = 25,0 \cdot h$$

ONDE:

- $g_{PP.LJ}$ = PESO PRÓPRIO DA LAJE [kN / m²]
- $\gamma_{CONCRETO}$ = 25,0 kN / m³
- h = ESPESSURA DA LAJE [m]

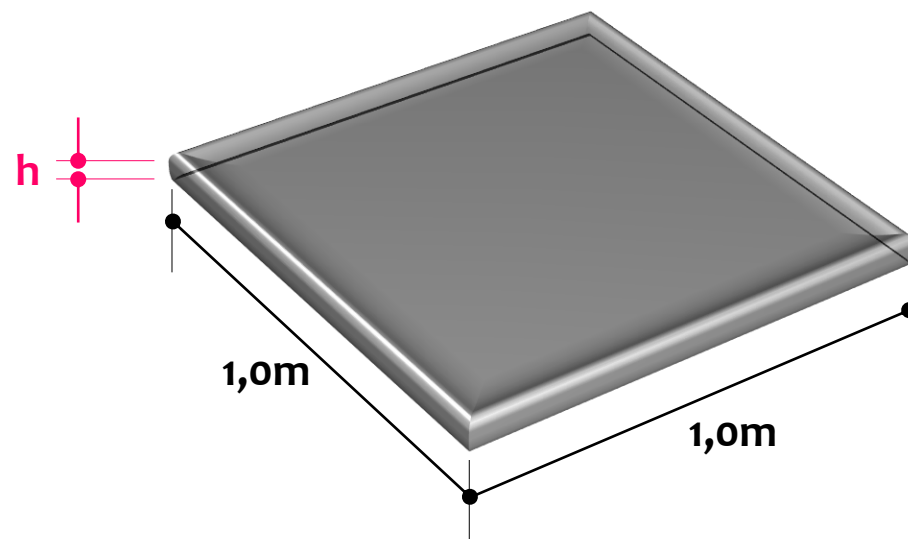
1. CARGAS PERMANENTES

b. CONTRAPISO

- A CAMADA DE ARGAMASSA COLOCADA LOGO ACIMA DO CONCRETO DA SUPERFÍCIE SUPERIOR DAS LAJES RECEBE O NOME DE CONTRAPISO (OU DE ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO). SUA PRINCIPAL FUNÇÃO É A DE NIVELAR E DIMINUIR A RUGOSIDADE DA LAJE, PREPARANDO-A PARA RECEBER O REVESTIMENTO DE FINAL
- A ESPESSURA DO CONTRAPISO DEVE SER AVALIADA PARA CADA CASO EM PARTICULAR. RECOMENDA-SE, PORÉM, ADOPTAR ESPESSURA NÃO INFERIOR A 3,0cm, SENDO CONSIDERADO O PESO ESPECÍFICO (γ_{CONTR}) DE 21,0 kN/m³, CONFORME APONTA A NBR 6120:2019 (AÇÕES PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES)



[[HTTP://WWW.MASSARETI.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/12/CONTRAPISO-BANNER-.JPG](http://www.massareti.com.br/wp-content/uploads/2017/12/contrapiso-banner-.jpg)]



$$g_{PP.CONTR} = \gamma_{CONTRAPISO} \cdot h = 21,0 \cdot h$$

ONDE:

- g_{PP} = PESO PRÓPRIO DO CONTRAPISO [kN / m²]
- $\gamma_{CONTRAPISO} = 21,0$ kN / m³
- h = ESPESSURA DO CONTRAPISO [$\geq 0,03$ m]

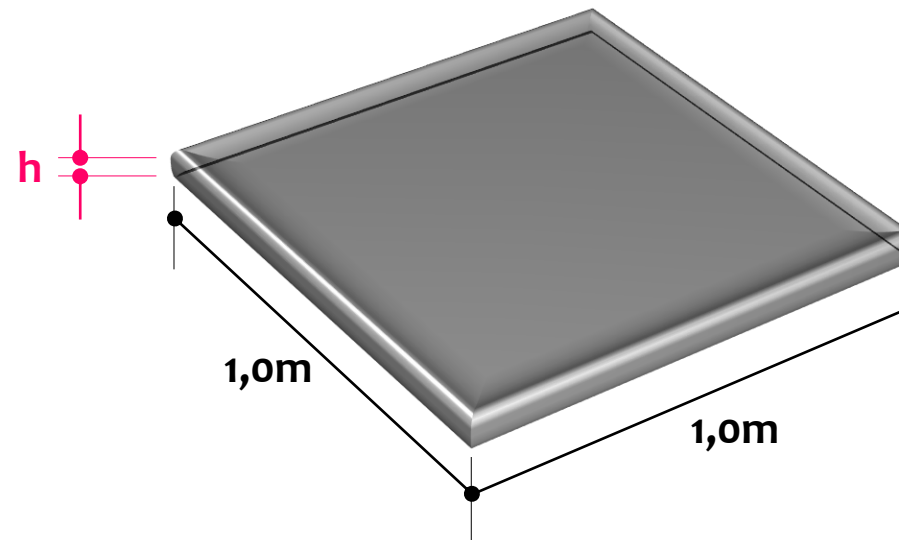
1. CARGAS PERMANENTES

c. REVESTIMENTO DE TETO

- NA SUPERFÍCIE INFERIOR DAS LAJES (TETO DO PAVIMENTO INFERIOR) É COMUM EXECUTAR-SE UMA CAMADA DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA, SOBRE A QUAL SERÁ FEITA A PINTURA FINAL. PARA ESSA ARGAMASSA, MENOS RICA EM CIMENTO, PODE-SE CONSIDERAR O PESO ESPECÍFICO (γ_{REV}) DE 19,0 kN/m³, SEGUNDO INDICA A JÁ CITADA NBR 6120:2019
- DE MODO GERAL, ESTE REVESTIMENTO TEM PEQUENA ESPESSURA, MAS RECOMENDA-SE QUE NÃO SEJA INFERIOR A 1,5cm OU 2,0cm



[[HTTPS://WWW.MONDOPRATICO.IT/MEDIA/ARTS/ABC_2.JPG](https://www.mondopratico.it/media/arts/abc_2.jpg)]



$$g_{PP.TETO} = \gamma_{REVESTIMENTO.TETO} \cdot h = 19,0 \cdot h$$

ONDE:

- g_{PP} = CARGA PERMANENTE DO REVESTIMENTO DO TETO [kN / m²]
- $\gamma_{REVESTIMENTO.TETO} = 19,0$ kN / m³
- h = ESPESSURA DO REVESTIMENTO DO TETO [0,015m \geq x \leq 0,02m]

1. CARGAS PERMANENTES

d. REVESTIMENTO DE PISO

- PISOS SÃO OS REVESTIMENTOS FINAIS NA SUPERFÍCIE SUPERIOR DA LAJE, ASSENTADOS SOBRE A ARGAMASSAS DE REGULARIZAÇÃO
- PARA A SUA CORRETA QUANTIFICAÇÃO, É PRECISO DEFINIR O TIPO OU O MATERIAL DO QUAL O PISO SERÁ COMPOSTO, O QUE NORMALMENTE É FEITO COM AUXÍLIO DO PROJETO ARQUITETÔNICO DE CADA AMBIENTE DA EDIFICAÇÃO
- OS TIPOS MAIS COMUNS SÃO OS DE MADEIRA, DE CERÂMICA, CARPETES OU FORRAÇÕES, E DE ROCHAS, COMO GRANITO E MÁRMORE
- A TABELA 1 DA NBR 6120:2019 (AÇÕES PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES) FORNECE OS PESOS ESPECÍFICOS DE DIVERSOS MATERIAIS, VALORES ESTES QUE AUXILIAM NO CÁLCULO DAS CARGAS DE PISO POR METRO QUADRADO DE ÁREA DE LAJE



[[HTTPS://I.IBB.CO/F248TB8/MAJSTOR-ZA-KUPATILO.JPG](https://i.ibb.co/F248TB8/MAJSTOR-ZA-KUPATILO.JPG)]

NBR 6120:2019 – TABELA 1: PESO ESPECÍFICO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

MATERIAIS		PESO ESPECÍFICO APARENTE (kN / m ³)
ROCHAS	ARENITO	26,0
	BASALTO	30,0
	GNEISS	30,0
	GRANITO	28,0
	MÁRMORE E CALCÁREO	28,0
BLOCOS ARTIFICIAIS	BLOCOS DE ARGAMASSA	22,0
	CIMENTO DE AMIANTO	20,0
	LAJOTAS CERÂMICAS	18,0
	TIJOLOS FURADOS	13,0
	TIJOLOS MACIÇOS	18,0
	TIJOLOS SÍLICO-CALCAREOS	20,0

NBR 6120:2019 – TABELA 1: PESO ESPECÍFICO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

	MATERIAIS	PESO ESPECÍFICO APARENTE (kN / m³)
REVESTIMENTOS E CONCRETOS	ARGAMASSA DE CAL, CIMENTO E AREIA	19,0
	ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	21,0
	ARGAMASSA DE GESSO	12,5
	CONCRETO SIMPLES	24,0
	CONCRETO ARMADO	25,0
MADEIRAS	PINHO; CEDRO	5,0
	LOURO; IMBUIA; PAU-ÓLEO	6,5
	GUAJUVIRÁ; GUATAMBU; GRÁPIA	8,0
	ANGICO; CABREÚVA; IPÊ RÓSEO	10,0

NBR 6120:2019 – TABELA 1: PESO ESPECÍFICO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

MATERIAIS		PESO ESPECÍFICO APARENTE (kN / m ³)
METAIS	AÇO	78,5
	ALUMÍNIO E LIGAS	28,0
	BRONZE	85,0
	CHUMBO	114,0
	COBRE	89,0
	FERRO FUNDIDO	72,5
	ESTANHO	74,0
	LATÃO	85,0
	ZINCO	72,0

NBR 6120:2019 – TABELA 1: PESO ESPECÍFICO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

	MATERIAIS	PESO ESPECÍFICO APARENTE (kN / m³)
MATERIAIS DIVERSOS	ALCATRÃO	12,0
	ASFALTO	13,0
	BORRACHA	17,0
	PAPEL	15,0
	PLÁSTICO EM FOLHAS	21,0
	VIDRO PLANO	26,0

1. CARGAS PERMANENTES

e. PAREDES

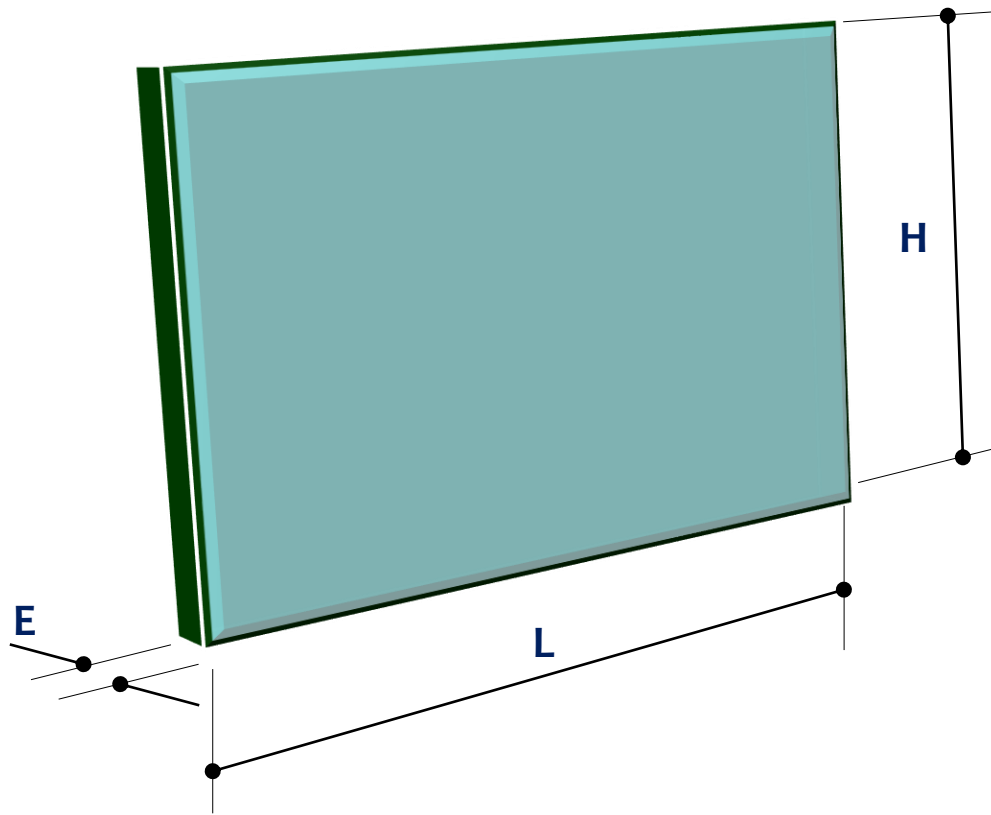
- A CARGA DAS PAREDES SOBRE AS LAJES MACIÇAS DEVE SER DETERMINADA EM FUNÇÃO DE A LAJE SER ARMADA EM UMA OU EM DUAS DIREÇÕES
- PARA CADA CASO, É NECESSÁRIO CONHECER O TIPO DE UNIDADE COMPOSITIVA DA ALVENARIA (TIJOLO, BLOCO, ...), QUE FORMA A PAREDE, OU O SEU PESO ESPECÍFICO, ALÉM DE SUA ESPESSURA E DE SUA ALTURA, BEM COMO A SUA DISPOSIÇÃO E A EXTENSÃO SOBRE A LAJE QUE A SUSTENTA

1. CARGAS PERMANENTES

f. PAREDES SOBRE LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

- PARA AS LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES É POSSÍVEL ASSUMIR SIMPLIFICADAMENTE A CARGA DA PAREDE UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDA NA ÁREA DA LAJE, DE FORMA QUE A CARGA É O PESO TOTAL DA PAREDE DIVIDIDO PELA ÁREA DA LAJE, ISTO É:

$$g_{PP.ALV} = \frac{\gamma_{ALV} \cdot E \cdot H \cdot L}{A_{LAJE}}$$



[DO AUTOR, 2021]

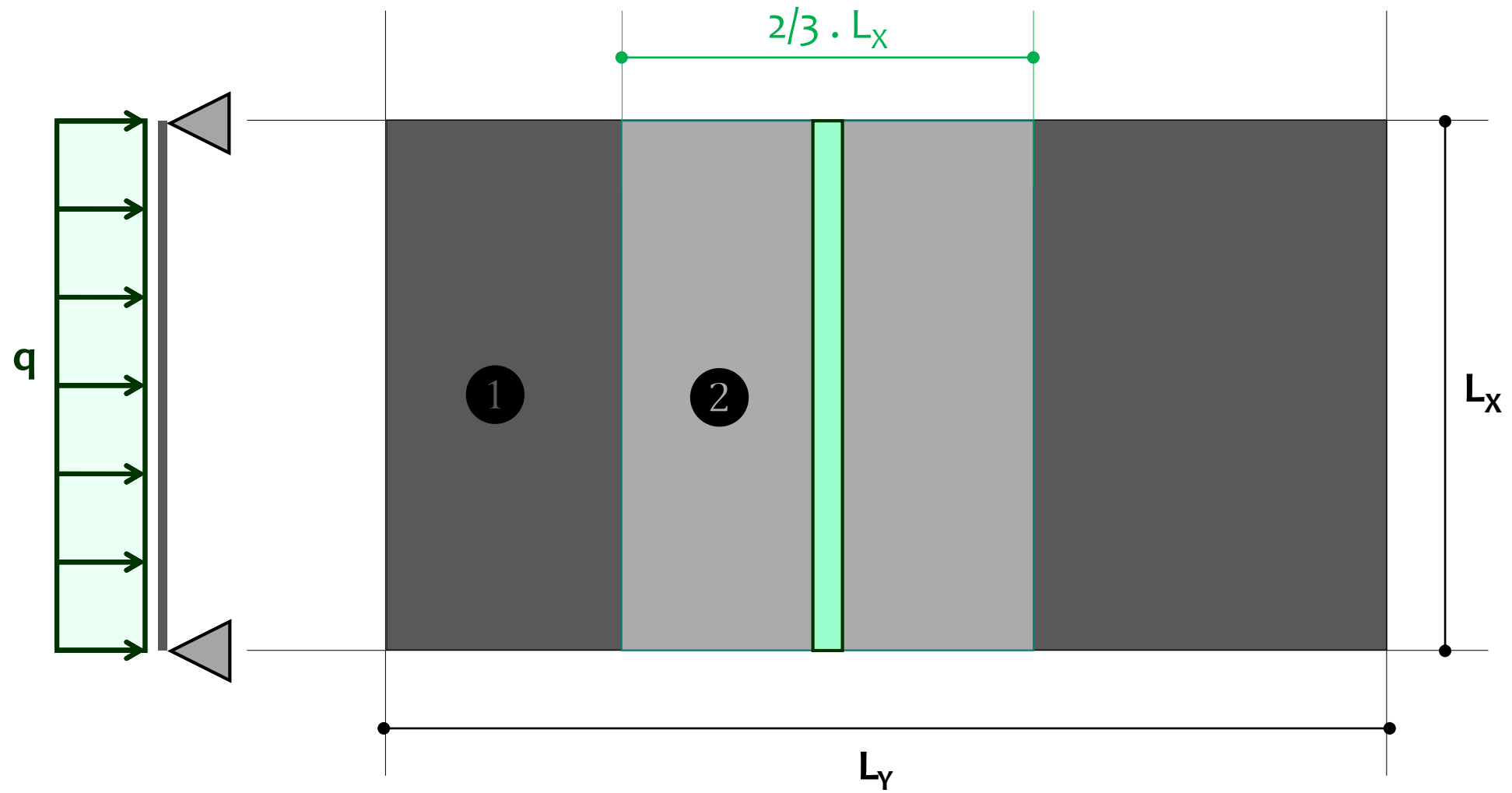
ONDE:

- $g_{PP.ALV}$ = CARGA PERMANENTE DA ALVENARIA SOBRE A LAJE [kN / m²]
- γ_{ALV} = PESO ESPECÍFICO DA PAREDE
- E = ESPESSURA DA PAREDE
- H = ALTURA DA PAREDE
- L = COMPRIMENTO DA PAREDE
- A_{LAJE} = ÁREA DA LAJE CONSIDERADA

1. CARGAS PERMANENTES

g. PAREDES SOBRE LAJES ARMADAS UMA DIREÇÃO

- PARA LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO, HÁ DOIS CASOS A SEREM ANALISADOS, EM FUNÇÃO DA DISPOSIÇÃO DA PAREDE SOBRE A LAJE:
 - PAREDES COM DIREÇÃO PARALELA À DIREÇÃO PRINCIPAL DA LAJE (DIREÇÃO DO MENOR VÃO): CONSIDERA-SE SIMPLIFICADAMENTE A CARGA DA PAREDE DISTRIBUÍDA UNIFORMEMENTE SOBRE UMA ÁREA DA LAJE ADJACENTE A ELA, COM LARGURA EQUIVALENTE A DE $\frac{2}{3} l_x$



[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE BOTELHO E MARCHETTI (2019)]

1. CARGAS PERMANENTES

g. PAREDES SOBRE LAJES ARMADAS UMA DIREÇÃO

- COM ISSO, A LAJE GANHA DUAS REGIÕES COM CARREGAMENTOS DIFERENTES: NA REGIÃO 1 NÃO OCORRE A CARGA DA PAREDE, QUE FICA LIMITADA APENAS À REGIÃO 2. PORTANTO, DOIS CÁLCULOS DE ESFORÇOS SOLICITANTES PODEM SER FEITOS, PARA AS REGIÕES I E II
- A CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDA GERADA PELA PAREDE, NA FAIXA $\frac{2}{3} L_x$, É:

$$g_{PAR} = \frac{P_{PAR}}{(2/3 \cdot L_X) \cdot L_X} = \frac{3 \cdot P_{PAR}}{2 \cdot (L_X^2)}$$

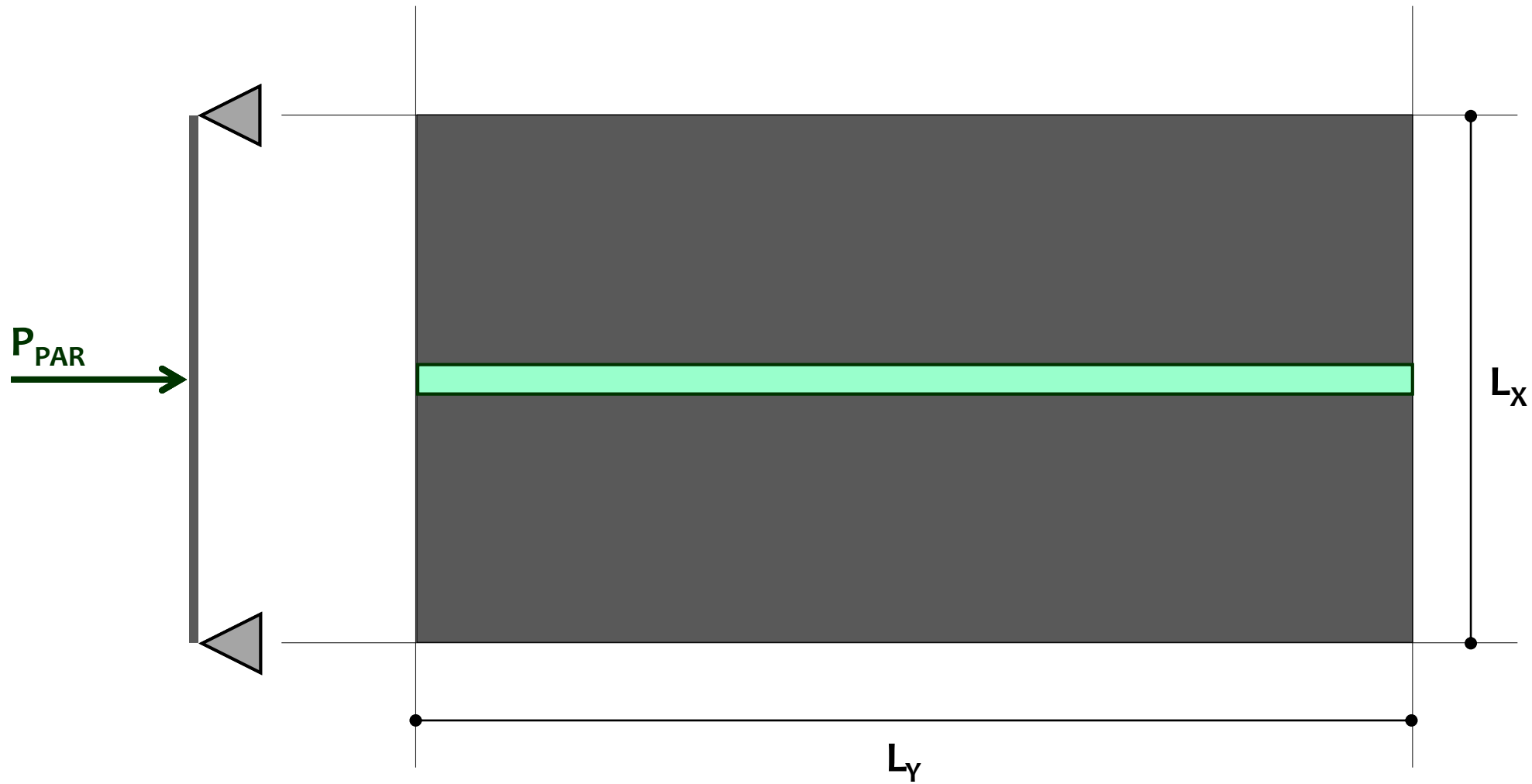
ONDE:

- g_{PAR} = CARGA UNIFORME DA PAREDE SOBRE A LAJE [kN / m²]
- P_{PAR} = PESO TOTAL DA PAREDE = $\gamma_{ALV} \cdot E \cdot H \cdot L$
- L_X = MENOR VÃO DA LAJE

1. CARGAS PERMANENTES

g. PAREDES SOBRE LAJES ARMADAS UMA DIREÇÃO

- PARA CASOS DE PAREDES CONSTRUÍDAS NA DIREÇÃO PERPENDICULAR À DIREÇÃO PRINCIPAL DA LAJE, A CARGA DEVE SER CONSIDERADA COMO UMA FORÇA CONCENTRADA NA VIGA QUE REPRESENTA A LAJE (COMO MOSTRADO A SEGUIR)



[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE BOTELHO E MARCHETTI (2019)]

$$P_{PAR} = \gamma_{ALV} \cdot E \cdot H \cdot L$$

ONDE:

- P_{PAR} = FORÇA CONCENTRADA REPRESENTATIVA DO PESO TOTAL DA PAREDE [kN]
- γ_{ALV} = PESO ESPECÍFICO DA ALVENARIA
- E = ESPESSURA DA PAREDE
- H = ALTURA DA PAREDE
- L = COMPRIMENTO LINEAR DA PAREDE

2. CARGAS VARIÁVEIS

- AS AÇÕES VARIÁVEIS NAS LAJES SÃO TRATADAS PELA [NBR 6120:2019](#) (AÇÕES PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES) COMO [CARGAS ACIDENTAIS](#), SENDO ALI DEFINIDAS COMO:

[...] TODA AQUELA QUE PODE ATUAR SOBRE A ESTRUTURA DE EDIFICAÇÕES EM FUNÇÃO DO SEU USO (PESSOAS, MÓVEIS, MATERIAIS DIVERSOS, VEÍCULOS, ETC.). AS CARGAS VERTICAIS QUE SE CONSIDERAM ATUANDO NOS PISOS DE EDIFICAÇÕES, ALÉM DAS QUE SE APLICAM EM CARÁTER ESPECIAL, REFEREM-SE A CARREGAMENTOS DEVIDOS A PESSOAS, MÓVEIS, UTENSÍLIOS MATERIAIS DIVERSOS E VEÍCULOS, E SÃO SUPOSTAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS, COM OS VALORES MÍNIMOS INDICADOS NA TABELA 2

NBR 6120:2019 – TABELA 2: VALORES MÍNIMOS DAS CARGAS VERTICAIS

LOCAL		CARGA (kN / m ²)
ARQUIBANCADAS		4,0
BALCÕES	MESMA CARGA DA PEÇA COM A QUAL SE COMUNICAM E AS PREVISAS EM 2.2.1.5	-- 0 --
BANCOS	ESCRITÓRIOS E BANHEIROS	2,0
	SALAS DE DIRETORIA E DE GERÊNCIA	1,5
BIBLIOTECAS	SALA DE LEITURA	2,5
	SALA PARA DEPÓSITO DE LIVROS	4,0
	SALA COM ESTANTE DE LIVROS A SER DETERMINADA EM CADA CASO OU 2,5 kN/m ² POR METRO DE ALTURA OBSERVADO, PORÉM, O VALOR MÍNIMO DE	6,0

NBR 6120:2019 – TABELA 2: VALORES MÍNIMOS DAS CARGAS VERTICAIS

	LOCAL	CARGA (kN / m ²)
CASAS DE MÁQUINAS	(INCLUINDO O PESO DAS MÁQUINAS) A SER DETERMINADA EM CADA CASO, PORÉM, COM O VALOR MÍNIMO DE	7,5
CINEMAS	PLATÉIA COM ASSENTOS FIXOS	3,0
	ESTÚDIO E PLATÉIA COM ASSENTOS MÓVEIS	4,0
	BANHEIRO	2,0
CLUBES	SALA DE REFEIÇÕES E DE ASSEMBLÉIA COM ASSENTOS FIXOS	3,0
	SALA DE ASSEMBLÉIA COM ASSENTOS MÓVEIS	4,0
	SALÃO DE DANÇAS E SALÃO DE ESPORTES	5,0
	SALA DE BILHAR E DE BANHEIRO	2,0

NBR 6120:2019 – TABELA 2: VALORES MÍNIMOS DAS CARGAS VERTICAIS

LOCAL		CARGA (kN / m ²)	
CORREDORES	COM ACESSO AO PÚBLICO	3,0	
	SEM ACESSO AO PÚBLICO	2,0	
COZINHAS NÃO RESIDENCIAIS	A SER DETERMINADA EM CADA CASO, PORÉM, COM O MÍNIMO DE	3,0	
DEPÓSITOS	A SER DETERMINADA EM CADA CASO E, NA FALTA DE VALORES EXPERIMENTAIS CONFORME O INDICADO EM 2.2.1.3	-- 0 --	
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	DORMITÓRIOS, SALA, COPA, COZINHA E WC	1,5	
	DESPENSA, ÁREA DE SERVIÇO E LAVANDERIA	2,0	
ESCADAS	COM ACESSO AO PÚBLICO	(VER 2.2.1.7)	3,0
	SEM ACESSO AO PÚBLICO		2,5

NBR 6120:2019 – TABELA 2: VALORES MÍNIMOS DAS CARGAS VERTICAIS

LOCAL		CARGA (kN / m ²)
ESCOLAS	ANFITEATRO COM ASSENTOS FIXOS	5,0
	CORREDOR E SALA DE AULA	3,0
	OUTRAS SALAS	2,0
ESCRITÓRIOS	SALAS DE USO GERAL E BANHEIRO	2,0
FORROS	SEM ACESSO A PESSOAS	0,5
GALERIA DE ARTE	A SER DETERMINADA EM CADA CASO, PORÉM, COM O MÍNIMO	3,0
GARAGENS E ESTACIONAMENTOS	PARA VEÍCULOS DE PASSAGEIROS OU SEMELHANTES, COM CARGA MÁXIMA DE 25 kN POR VEÍCULO. VALORES DE Φ INDICADOS EM 2.2.1.6	3,0

NBR 6120:2019 – TABELA 2: VALORES MÍNIMOS DAS CARGAS VERTICAIS

	LOCAL	CARGA (kN / m²)
GINÁSIOS DE ESPORTES		5,0
HOSPITAIS	DORMITÓRIOS, ENFERMARIAS, SALAS DE RECUPERAÇÃO, SALAS DE CIRURGIA, SALAS DE RAIOS X E BANHEIRO	2,0
	CORREDOR	3,0
LABORATÓRIOS	INCLUINDO EQUIPAMENTOS, A SER DETERMINADO EM CADA CASO, PORÉM, COM O MÍNIMO	3,0
LAVANDERIAS	INCLUINDO EQUIPAMENTOS	3,0
LOJAS		4,0
RESTAURANTES		3,0

NBR 6120:2019 – TABELA 2: VALORES MÍNIMOS DAS CARGAS VERTICAIS

LOCAL		CARGA (kN / m ²)
TEATROS	PALCO	5,0
	DEMAIS DEPENDÊNCIAS: CARGAS IGUAIS ÀS ESPECÍFICAS PARA CINEMAS	-- 0 --
TERRAÇOS	SEM ACESSO AO PÚBLICO	2,0
	COM ACESSO AO PÚBLICO	3,0
	INACESSÍVEL A PESSOAS	0,5
	DESTINADOS A HELIPORTOS ELEVADOS: AS CARGAS DEVERÃO SER FORNECIDAS PELO ÓRGÃO COMPETENTE DO MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA	-- 0 --
VESTÍBULOS	SEM ACESSO AO PÚBLICO	1,5
	COM ACESSO AO PÚBLICO	3,0

AÇÕES E CARREGAMENTOS TOTAIS

**CARGAS FINAIS SOBRE A LAJE
(QUADRO-RESUMO)**

ORIGEM DO CARREGAMENTO

**VALOR
(kN / m²)**

PESO PRÓPRIO DA LAJE

CONTRAPISO

REVESTIMENTO DE TETO

REVESTIMENTO DE PISO

CARGAS VARIÁVEIS

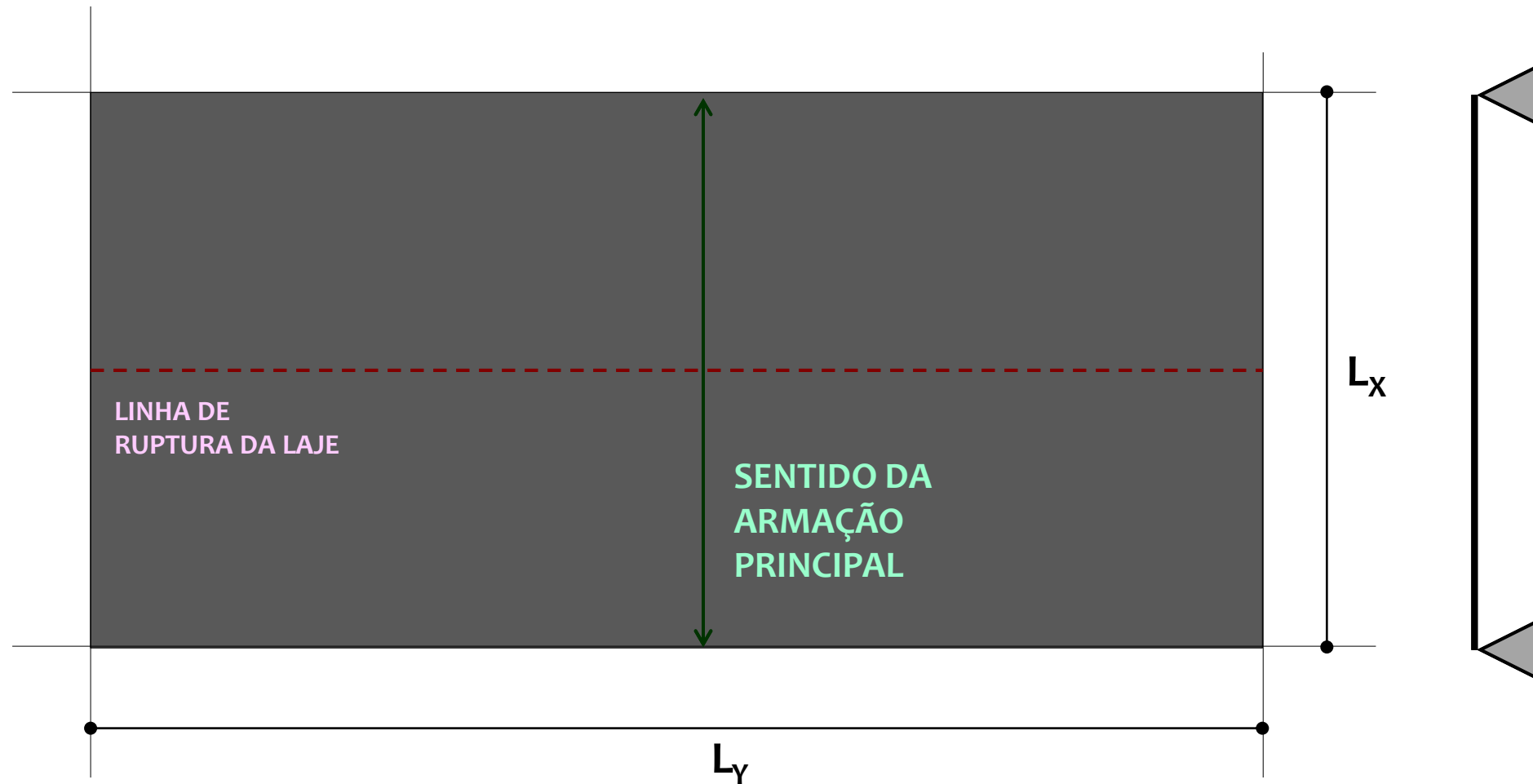
CARREGAMENTO TOTAL (Q_T)

CARGAS DAS LAJES QUE ATUAM SOBRE AS VIGAS

PARA LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO

■ CARGAS NAS VIGAS

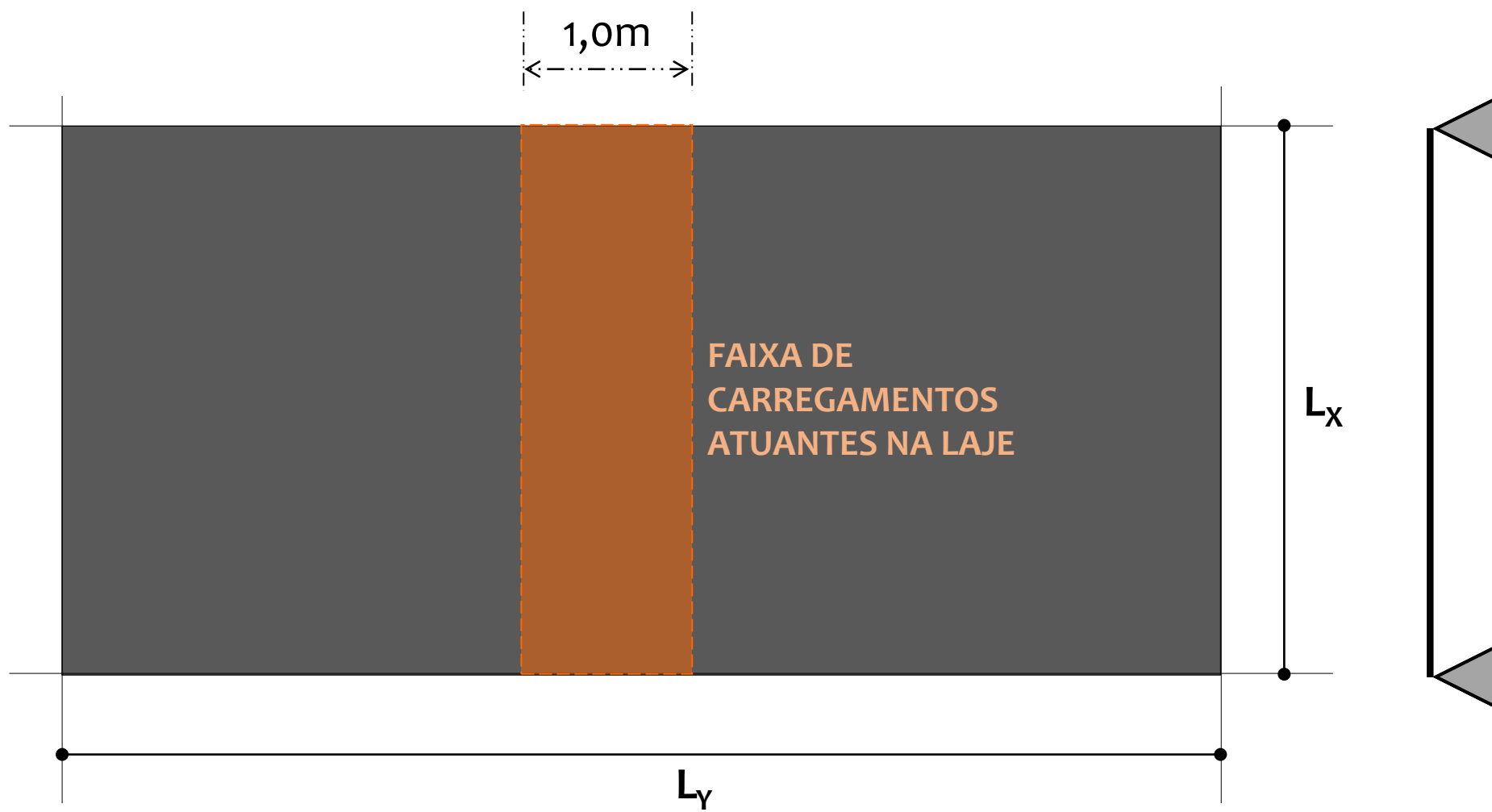
- NO CASO DE LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO, A DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS ACONTECE APENAS POR SOBRE AS VIGAS DO VÃO MAIOR, SENDO AQUELAS DE APOIO PARA O MENOR VÃO, DESCONSIDERADAS
- ESSA PREMISSE ESTÁ DIRETAMENTE RELACIONADA À LINHA DE RUPTURA DAS LAJES ARMADAS EM UMA SÓ DIREÇÃO, NO CENTRO DO VÃO, AO LONGO DO EIXO LONGITUDINAL DA ESTRUTURA, JÁ QUE ENCONTRA-SE AÍ A REGIÃO MAIS FRÁGIL DESTE TIPO DE LAJE



[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE REBELLO (2011.c)]

■ CARGAS NAS VIGAS

- PARA DETERMINAR O VALOR TOTAL DAS CARGAS DA LAJE ($Q_{T.LAJE}$) QUE INCIDEM SOBRE AS VIGAS LONGITUDINAIS DE SUPORTE, TOMA-SE A QUANTIDADE DEPOSITADA DE CARREGAMENTO EM UM METRO LINEAR DE VIGA
- PARA TANTO, CONSIDERA-SE UMA FAIXA DE LAJE COM UM METRO DE LARGURA
- A CARGA ATUANTE SOBRE ESSA FAIXA É DEFINIDA MULTIPLICANDO-SE A ÁREA DA FAIXA PELA CARGA POR METRO QUADRADO SOBRE A LAJE



[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE REBELLO (2011.c)]

LOGO ...

$$q_{\text{FAIXA}} = Q_{\text{T.LAJE}} \cdot 1,0 \cdot L_x$$

PORÉM, COMO METADE DA CARGA SOBRE ESSA FAIXA É DISTRIBUÍDA IGUALMENTE ENTRE CADA UMA DAS VIGAS LONGITUDINAIS, TEM-SE ...

$$q_{\text{VIGA.1}} = q_{\text{VIGA.2}} = \frac{(Q_{\text{T.LAJE}} \cdot 1,0 \cdot L_x)}{2}$$

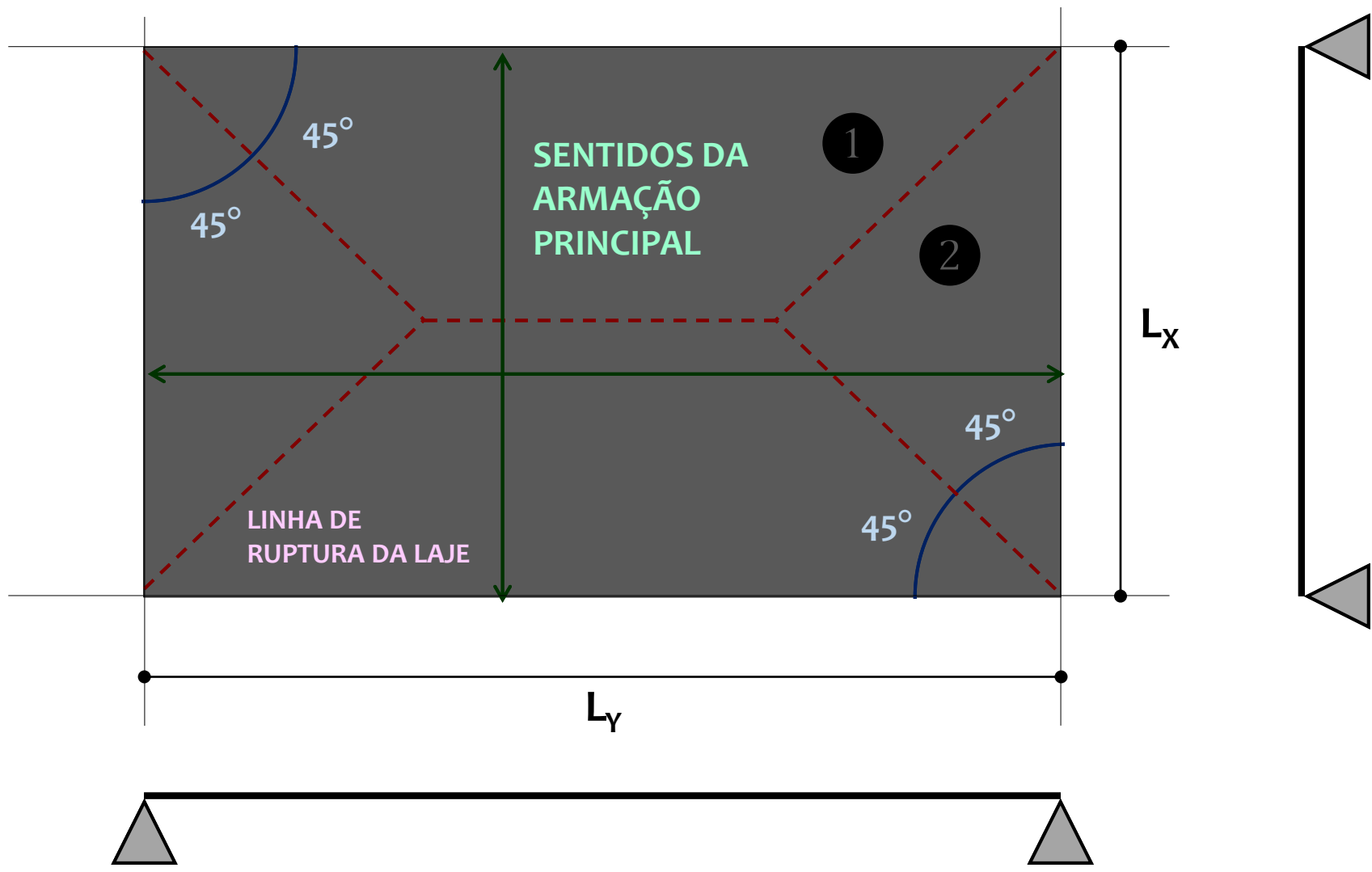
PARA LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

- **CARGAS NAS VIGAS**

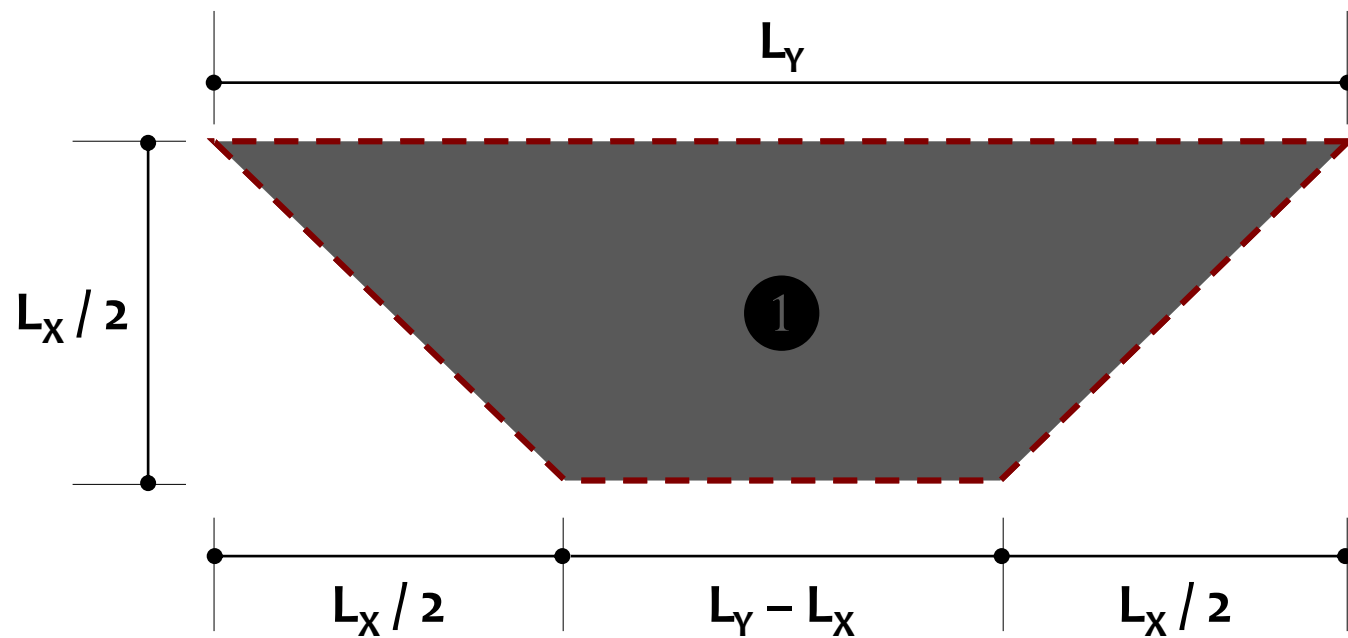
- PARA AS LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES, A DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS SE DÁ DE FORMA DIFERENTE DAQUELA EXISTENTE NAS LAJES ARMADAS EM UM DIREÇÃO
- AQUI, O ENTENDIMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS FICA CONDICIONADO PELOS PONTOS DE RUPTURA ESTRUTURAL QUE CAMINHAM DIFERENTEMENTE EM RELAÇÃO AO CASO ANTERIOR

■ CARGAS NAS VIGAS

- NAS PLACAS ARMADAS EM CRUZ OS MOMENTOS FLETORES SÃO EXPRESSIVOS – POR ISSO PRECISAM SER SEMPRE CONSIDERADOS NOS CÁLCULOS – E ACONTECEM NAS DUAS DIREÇÕES DAS LAJES
- AGINDO SIMULTANEAMENTE EM DUAS DIREÇÕES ORTOGONAIS, TAIS MOMENTOS, QUANDO SOMADOS UNS AOS OUTROS, TENDEM A PROVOCAR UM MOMENTO FLETOR RESULTANTE AINDA MAIS INTENSO, NORMALMENTE VERIFICADO EM UMA DIREÇÃO OBLÍQUA EM RELAÇÃO AOS LADOS DA LAJE, CONSIDERADA, PARA FINS PRÁTICOS, COMO UMA DIAGONAL INCLINADA A $45,0^\circ$

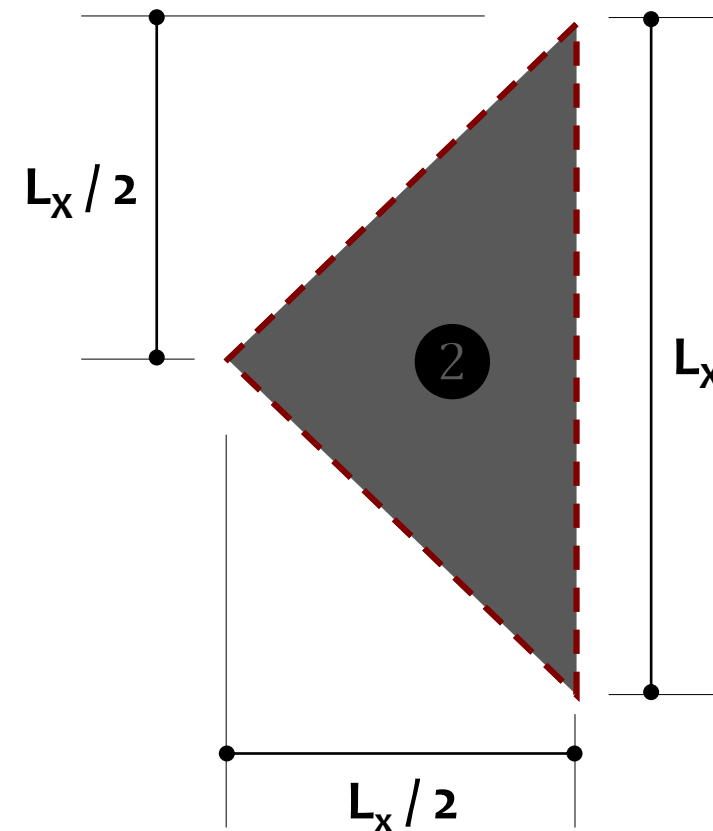


[DO AUTOR (2021), A PARTIR DE REBELLO (2011.c)]



PARCELA DA LAJE SOBRE O MAIOR VÃO
(= ÁREA DO TRAPÉZIO)

PORÇÃO DA LAJE SOBRE O MENOR VÃO
(= ÁREA DO TRIÂNGULO)



■ CARGAS NAS VIGAS

■ IMPORTANTE:

- CADA UMA DAS VIGAS DOS VÃOS MAIORES RECEBE AS CARGAS DAS ÁREAS OCUPADAS POR AMBOS OS TRAPÉZIOS, RESPECTIVAMENTE
- JÁ AS CARGAS QUE INCIDEM SOBRE OS LADOS DE SUPORTE MENORES SÃO PROVOCADAS PELAS ÁREAS TRIANGULARES
- A DETERMINAÇÃO DAS CARGAS EM CADA DIREÇÃO RESUME-SE, ASSIM, EM CALCULAR A ÁREA DE CARREGAMENTO INCIDENTE SOBRE CADA UMA DAS QUATRO VIGAS, A PARTIR DAS FIGURAS DELIMITADAS PELO CAMINHAMENTO DAS LINHAS DE RUPTURA
- COM ISSO, BASTA DISTRIBUÍ-LAS AO LONGO DAS VIGAS DE APOIO

■ CARGAS NAS VIGAS

■ RESUMINDO:

- PARA O PAR DE VIGAS DOS LADOS MAIORES, A PARCELA DE CARGA DA LAJE QUE CHEGA SOBRE ELAS É IGUAL À ÁREA DOS RESPECTIVOS TRAPÉZIOS MULTIPLICADA PELA CARGA POR METRO QUADRADO QUE INCIDE DIRETAMENTE SOBRE A LAJE COMO UM TODO (LEIA-SE: PESO PRÓPRIO + CONTRAPISO + REVESTIMENTO DO TETO + PISO FINAL + CARGAS ACIDENTAIS)
- ANALOGAMENTE, AS VIGAS DOS DOIS LADOS MENORES SUSTENTAM, CADA UMA, A ÁREA DO TRIÂNGULO QUE CHEGA POR SOBRE ELAS MULTIPLICADA PELO MESMO CARREGAMENTO DO CASO ANTERIOR (TAMBÉM POR METRO QUADRADO QUE ATUA SOBRE A LAJE)

CHEGA-SE ENTÃO A:

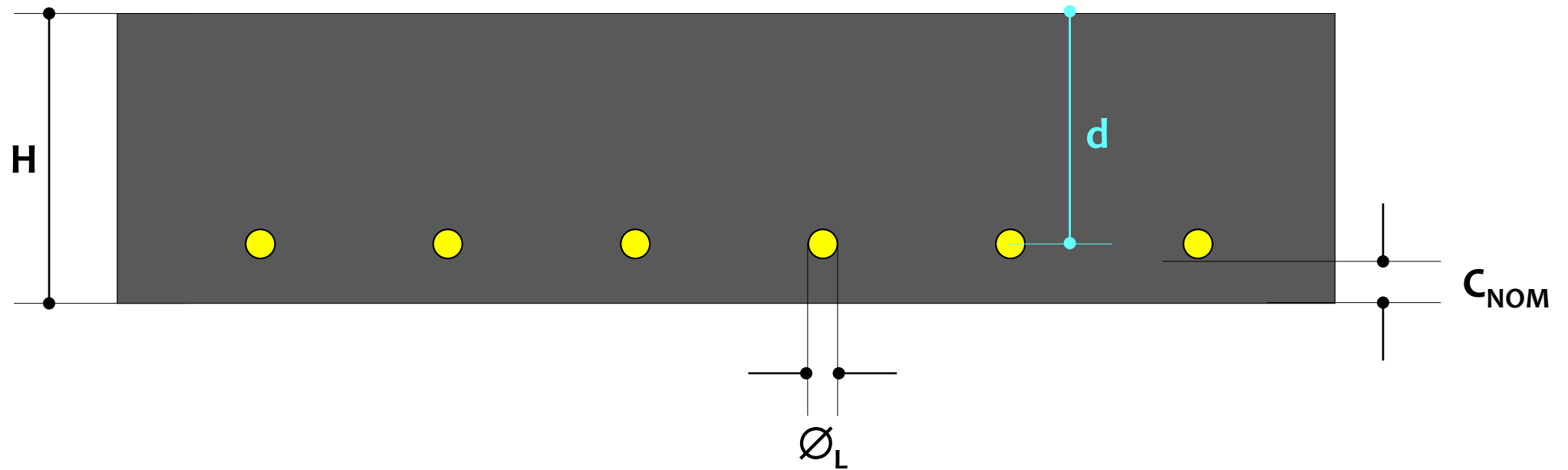
CARGA NA VIGA DE MENOR VÃO:

$$q_{\text{VIGA.MENOR}} = Q_{\text{T.LAJE}} \cdot (L_x / 4)$$

CARGA NA VIGA DE MAIOR VÃO:

$$q_{\text{VIGA.MAIOR}} = Q_{\text{T.LAJE}} \cdot (L_x / 4) \cdot [2 - (L_x / L_y)]$$

ESPESSURA DAS LAJES



ONDE:

- H = ESPESSURA FINAL DA LAJE [cm]
- d = ALTURA ÚTIL [cm]
- \varnothing_L = DIÂMETRO DA BARRA LONGITUDINAL DA LAJE
- C_{NOM} = COBRIMENTO NOMINAL DA ARMADURA

■ PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS EM CONCRETO ARMADO

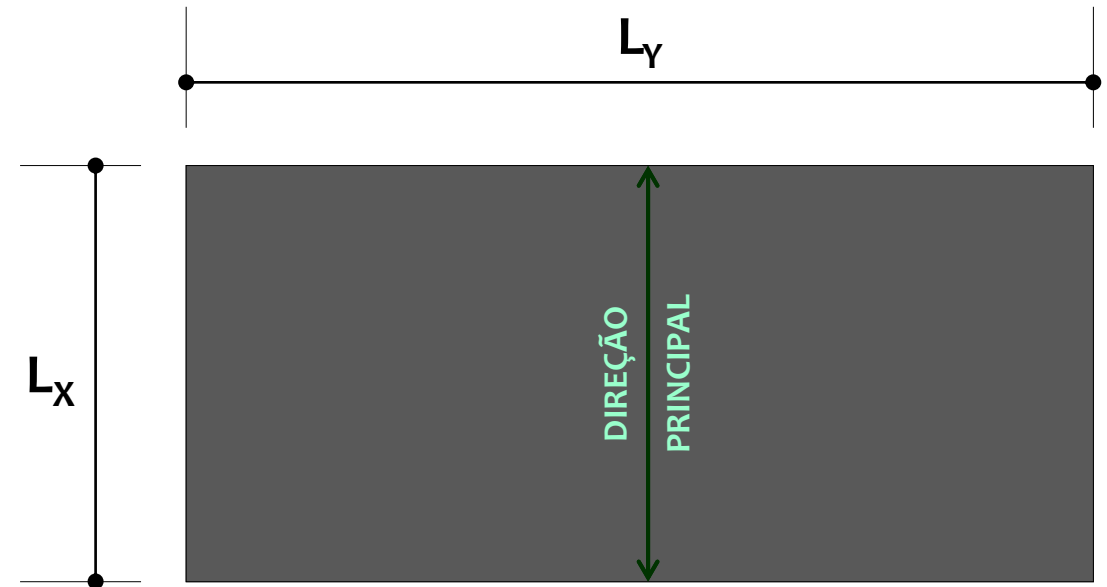
a. ESPESSURA MÍNIMA ($h_{MÍN}$) PARA LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO

$$\lambda = \frac{L_y}{L_x} > 2,0$$

ONDE:

L_y = MAIOR VÃO
 L_x = MENOR VÃO

$$\frac{L_x}{45} \leq h_{MÍN} \leq \frac{L_x}{25}$$



[DO AUTOR, 2021]

▪ PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS EM CONCRETO ARMADO

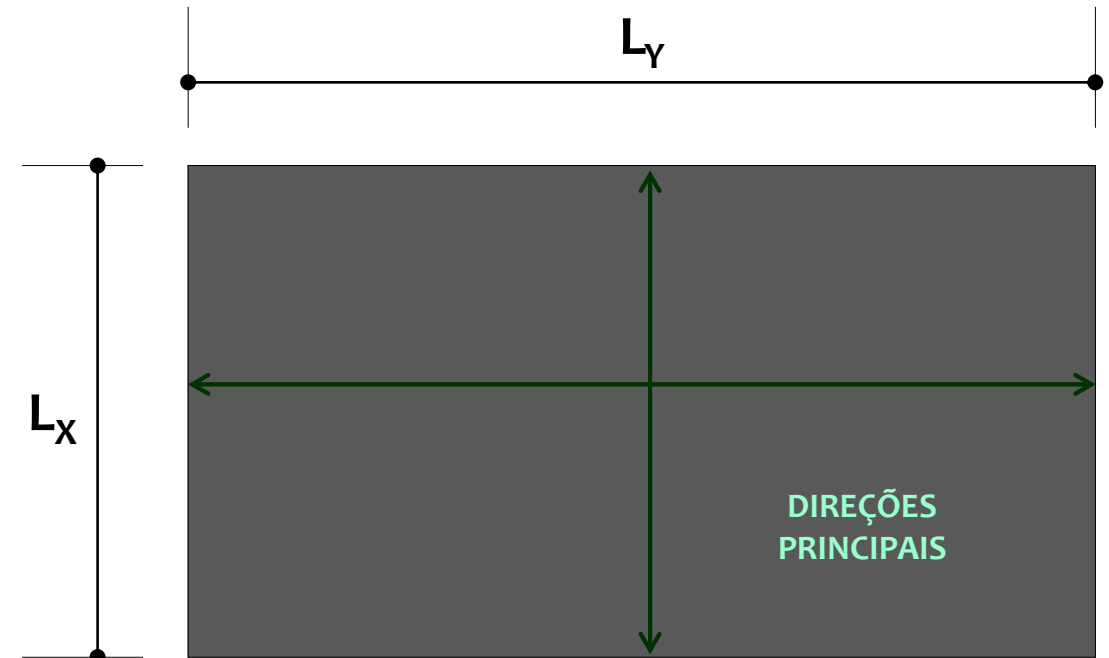
b. ESPESSURA MÍNIMA ($h_{MÍN}$) PARA LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

$$\lambda = \frac{L_y}{L_x} \leq 2,0$$

ONDE:

L_y = MAIOR VÃO
 L_x = MENOR VÃO

$$\frac{L_x}{50} \leq h_{MÍN} \leq \frac{L_x}{40}$$



[DO AUTOR, 2021]

NBR 6118:2014 – TABELA 13.2.4.1: ESPESSURAS MÍNIMAS DE LAJES MACIÇAS PARA CONCRETO ARMADO

TIPO DE LAJE		ESPESSURA MÍNIMA (cm)
DE COBERTURA (NÃO EM BALANÇO)		7,0
DE PISO (NÃO EM BALANÇO)		8,0
EM BALANÇO		10,0
QUE SUPORTAM VEÍCULOS DE PESO TOTAL ABAIXO DE 30,0 kN		10,0
QUE SUPORTAM VEÍCULOS DE PESO TOTAL ACIMA DE 30,0 kN		12,0
COM PROTENSÃO APOIADA EM VIGAS, COM O MÍNIMO DE $L/42$ PARA LAJES DE PISO BIAPOIADAS E $L/50$ PARA LAJES DE PISO CONTÍNUAS		15,0
LISAS	COM COGUMELO EMBUTIDO	16,0
	COM COGUMELO APARENTE	14,0

COMO CITAR ESTE MATERIAL

MARTINS, ALEXANDRE AUGUSTO. **LAJES EM CONCRETO**. MATERIAL DIDÁTICO. SÃO PAULO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE; ABRIL DE 2021. DISPONÍVEL EM:
HTTP://WWW.GPARQCON.COM.BR/. ACESSO EM: _____

CONTEÚDO APRESENTADO EM MEIO DIGITAL NA DISCIPLINA DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES III – RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS E PROPRIEDADES (PROFESSORES: SASQUIA HIZURU OBATA, KAREN NICOLLI RAMIREZ, ALBERTO ALONSO LÁZARO, RENATO RODRIGUES E ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS) EM 16 DE ABRIL DE 2021.

REFERÊNCIAS TEXTUAIS

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **CONCRETO ARMADO EU TE AMO**. SÃO PAULO: EDGARD BLUCHER, 2006.

CONSTRUROHR. **LAJES PRÉ-FABRICADAS – CATÁLOGO**. DISPONÍVEL EM: <http://www.construrohr.com.br/Files/Products/Documents/1b61c41doc1cf196f7a8db758e4391c5.pdf>. ACESSO EM: 23.mar.2021.

LAJES ANHANGUERA. **LAJES PRÉ-FABRICADAS – CATÁLOGO**. DISPONÍVEL EM: <http://anhanguera.com.br/uploads/catalogo-produtos-lajes-anhanguera.pdf>. ACESSO EM: 23.mar.2021.

MEIRELLES, C. R. M. **SISTEMAS ESTRUTURAIS – PRÉ-DIMENSIONAMENTO (NOTAS DE AULA)**. FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, 2008.

METFORM. **STEEL-DECK – CATÁLOGO**. DISPONÍVEL EM: http://www.metform.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2015/05/steel_deck_metform.pdf. ACESSO EM: 25.mar.2021.

NBR 6118:2014 – PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO. DISPONÍVEL EM: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=317027>. ACESSO EM: 28.mar.2021.

NBR 6120:2019 – AÇÕES PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES. DISPONÍVEL EM: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=426721>. ACESSO EM: 28.mar.2021.

NBR 8681:2004 – AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS – PROCEDIMENTO. DISPONÍVEL EM: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=991>. ACESSO EM: 28.mar.2021

PROAÇO. **LAJES ALVEOLARES PROTENDIDAS**. DISPONÍVEL EM: <https://www.proaco.ind.br/solucoes/lajes-alveolares.html>. ACESSO EM: 25.mar.2021.

REBELLO, Y. C. **A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL E A ARQUITETURA**. SÃO PAULO: EDITORA ZIGURATE, 2011.a.

REBELLO, Y. C. **BASES PARA PROJETO ESTRUTURAL NA ARQUITETURA**. SÃO PAULO: EDITORA ZIGURATE, 2011.b.

REBELLO, Y. C. **ESTRUTURAS DE AÇO, CONCRETO E MADEIRA – ATENDIMENTO DA EXPECTATIVA DIMENSIONAL**. SÃO PAULO: EDITORA ZIGURATE, 2011.c.



Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo

LAJES EM CONCRETO

PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS

[2021]