

LAJES EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO: CONCEITOS BÁSICOS



Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo

ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES III – RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS E PROPRIEDADES

ALBERTO ALONSO LÁZARO
ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS
KAREN NICOLLI RAMIREZ
RENATO RODRIGUES
SASQUIA HIZURU OBATA

[abril.2024]

ALGUNS TIPOS DE LAJE

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



[KASPARY, 2021]



[KASPARY, 2021]



[TIJUCAS, 2021]

LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS



[KASPARY, 2021]

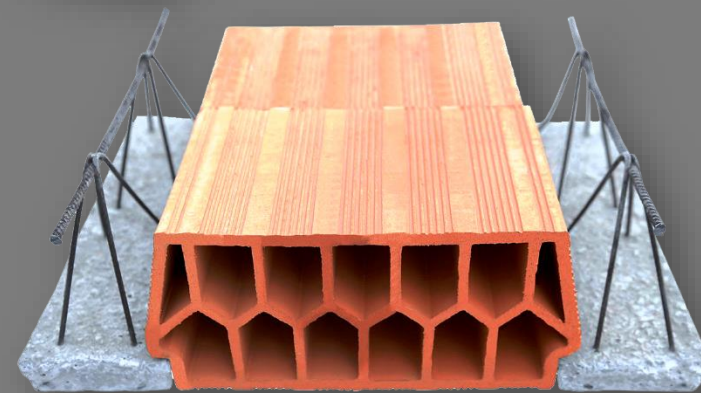


[SULFAR, 2021]

- 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 ESPECÍFICOS)
- 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



[IZOMAT, 2021]



[CIOLA, 2021]

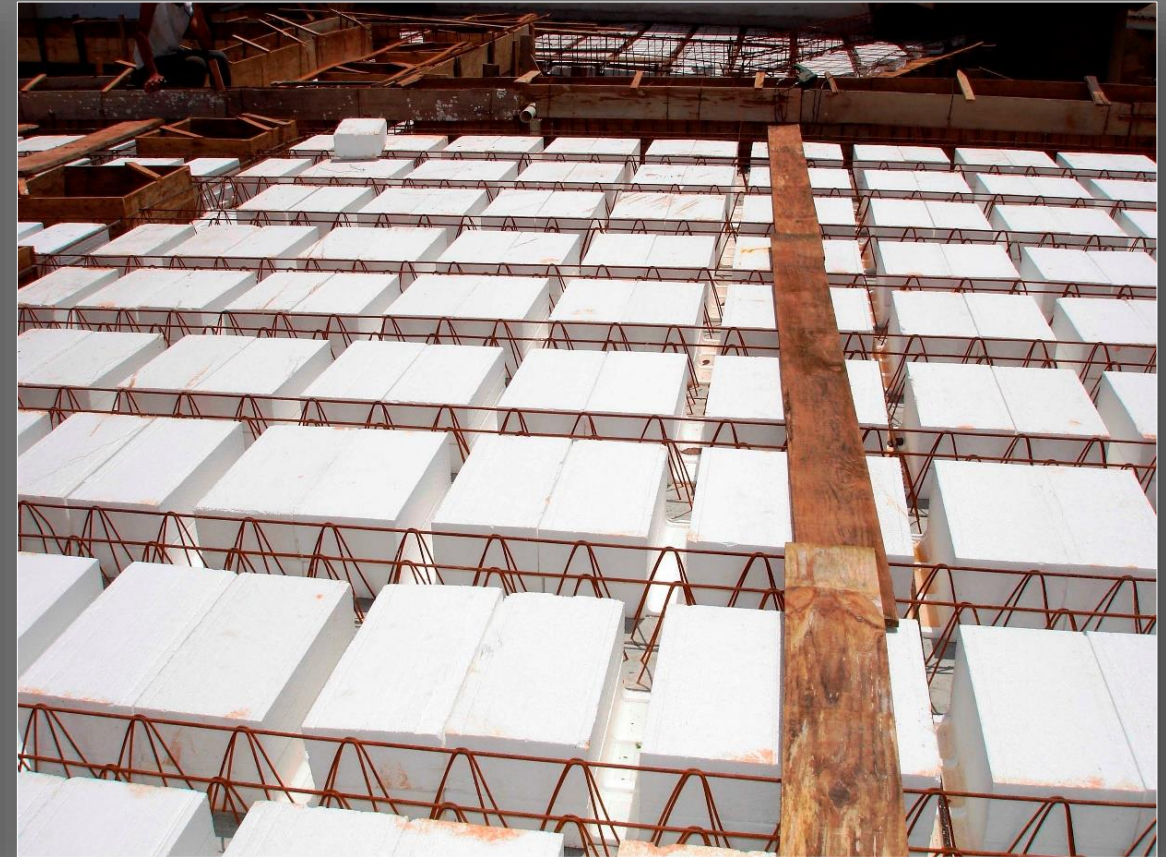
LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS



[LAJES SANTA ROSA, 2021]



[PRE-MOLD RM, 2021]

- SISTEMA SEMELHANTE AO DAS LAJES PRÉ-MOLDADAS TRELIÇADAS
- SEGUNDO O PROJETO E A NECESSIDADE, PODE OU NÃO ADOPTAR 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



[ANHANGUERA, 2021]



[FRONZA, 2021]

LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS

PAINÉIS
TRELIÇADOS

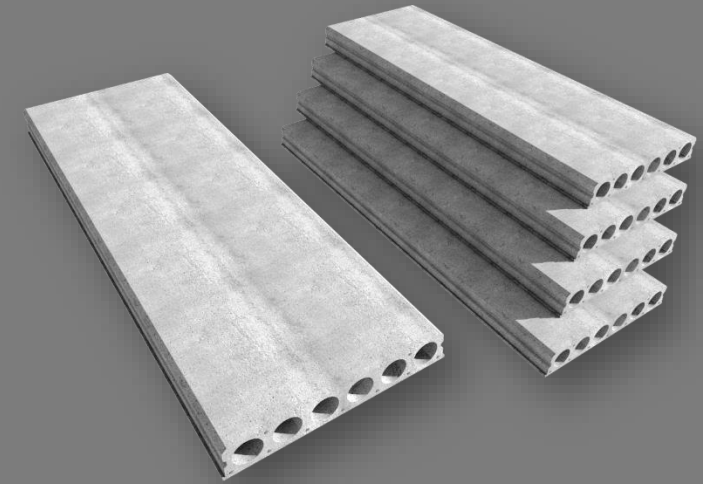


[PRE-MOLD RM, 2021]



[PRE-MOLD RM, 2021]

- 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



[TAG PRECAST, 2021]



[SDC MIX SUPPLY, 2021]

LAJES
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

TRELIÇADAS

PAINÉIS
TRELIÇADOS

ALVEOLARES



[COUNTRYMATERIALS, 2021]



[TDC GROEP, 2021]

LAJES PRÉ-FABRICADAS

TIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
COM VIGOTAS	▪ BAIXO CUSTO ▪ MONTAGEM FÁCIL E RÁPIDA ▪ NÃO EXIGEM MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA ▪ 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	▪ QUALQUER SOBRECARGA PRECISA SER PREVISTA EM PROJETO (COMO ALVENARIAS E/OU OUTROS ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS) ▪ FLEXIBILIDADE DE USO LIMITADA
TRELIÇADAS		▪ 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	▪ SE COMPARADOS ÀS LAJES PRÉ-FABRICADAS COM VIGOTAS E/OU ÀS TRELIÇADAS: ▪ RESISTÊNCIA FINAL E VELOCIDADE DE MONTAGEM SUPERIORES ▪ MENOS CONSUMO DE MATERIAL PARA ESCORAMENTO E MADEIRAMENTO ▪ MENOR ÁREA DE ARMAZENAMENTO NO CANTEIRO DE OBRAS	▪ SE COMPARADOS ÀS LAJES PRÉ-FABRICADAS COM VIGOTAS E/OU ÀS TRELIÇADAS: ▪ MAIOR CONSUMO DE CONCRETO ▪ LAJES MAIS PESADAS (DEPENDENDO DO CASO, PODEM IMPLICAR FUNDAÇÕES MAIORES E MAIS RESISTENTES) ▪ CUSTO MAIS ELEVADO
ALVEOLARES	▪ CAPACIDADE DE CARGA ELEVADA ▪ VENCEM GRANDES VÃOS (MÉDIA MÁXIMA: ATÉ 20,0m) MESMO COM BAIXAS ESPESSURAS ▪ DISPENSAM FÔRMAS E ESCORAMENTOS ▪ DENTRE TODOS OS MODELOS DE LAJES PRÉ-FABRICADAS, É O DE INSTALAÇÃO MAIS RÁPIDA	▪ 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
PRÉ-FABRICADAS

COM VIGOTAS

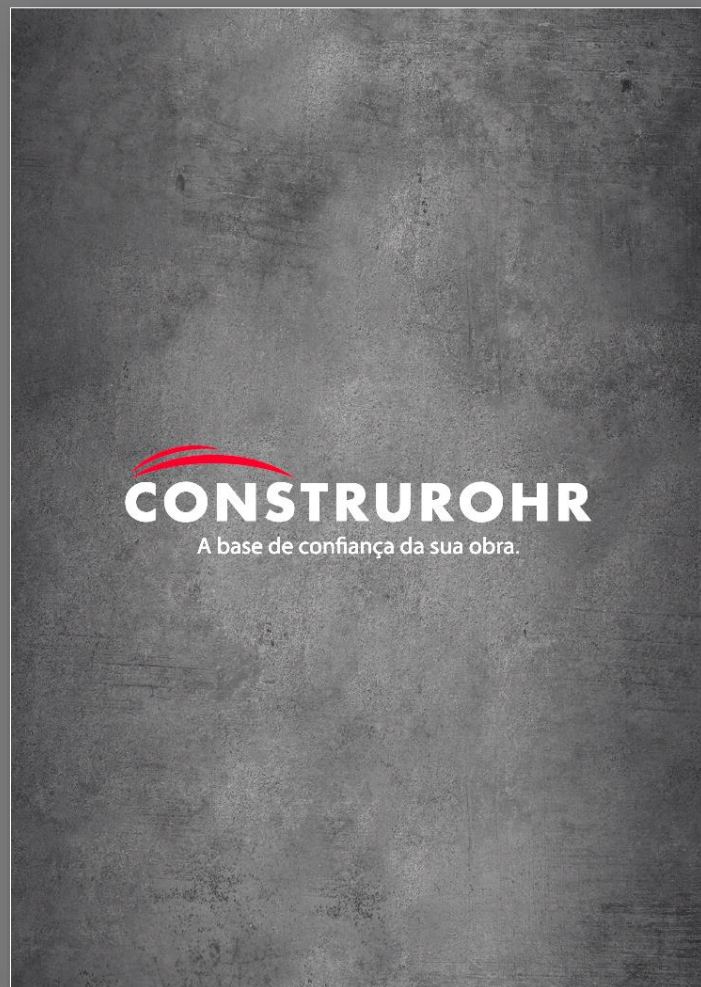
TRELIÇADAS

PAINÉIS
TRELIÇADOS

ALVEOLARES

COMPARATIVO

PARA INFORMAÇÕES MAIS DETALHADAS E ATUALIZADAS, CONSULTAR:



[CONSTRUROHR, 2021]



[LAJES ANHANGUERA, 2021]

ISO 9001 TATU
BLOCOS, LAJES, PÓR-FÓRAS

Tabelas para Pré-dimensionamento de Painéis Alveolares
Rev. 20/08/13

PA12

Sem Capa: 12 cm
Capa = 4 cm: 16 cm

Armação	Vãos Máximos (cm)					
	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
Capejamento	Sem Capa	Capa=4cm	Sem Capa	Capa=4cm	Sem Capa	Capa=4cm
M.R.U. (KN.m/m)	19,7	29,3	25,8	38,0	29,7	43,6
Sobrecargas (KN/m²)	0,5	658	563	753	644	691
	1,0	603	563	690	644	691
	2,0	524	563	600	644	691
	3,0	470	526	538	599	642
	4,0	430	487	492	555	594
	5,0	398	456	456	519	556
	6,0	373	430	427	490	525
	7,0	352	408	403	465	498
	8,0	334	389	382	443	475
	9,0	318	373	364	425	455
	10,0	305	358	349	408	437

Dados Técnicos:
Peso-próprio da laje (sem capa) = 2,10 KN/m² - Peso-próprio da laje (com capa) = 3,05 KN/m²
Consumo de concreto (C30), brita 0, para rejunte das placas = 4,0 litros/m².
Concreto de capejamento C30.

PE16

Sem Capa: 16 cm
Capa = 4 cm: 20 cm

Armação	Vãos Máximos (cm)					
	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
Capejamento	Sem Capa	Capa=4cm	Sem Capa	Capa=4cm	Sem Capa	Capa=4cm
M.R.U. (KN.m/m)	37,9	50,1	51,9	67,5	58,6	75,9
Sobrecargas (KN/m²)	0,5	850	740	994	865	1066
	1,0	787	740	921	865	978
	2,0	694	724	812	840	863
	3,0	628	666	734	773	780
	4,0	577	619	675	719	718
	5,0	537	582	629	675	668
	6,0	505	550	591	639	626
	7,0	477	523	559	607	594
	8,0	454	500	531	580	565
	9,0	434	479	508	556	540
	10,0	416	461	487	535	518

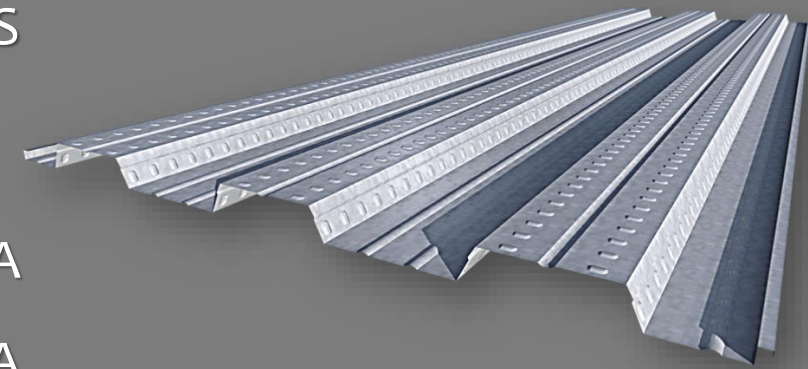
Dados Técnicos:
Peso-próprio da laje (sem capa) = 2,50 KN/m² - Peso-próprio da laje (com capa) = 3,46 KN/m²
Consumo de concreto (C30), brita 0, para rejunte das placas = 6,0 litros/m².
Concreto de capejamento C30.

Observações: • As tabelas foram elaboradas admitindo momento fletor nulo nos apoios (lajes simplesmente apoiadas). Para lajes com continuidade, consulte nosso depto. técnico.
• Para vãos e sobrecargas não indicados nas tabelas, consulte nosso depto. técnico.

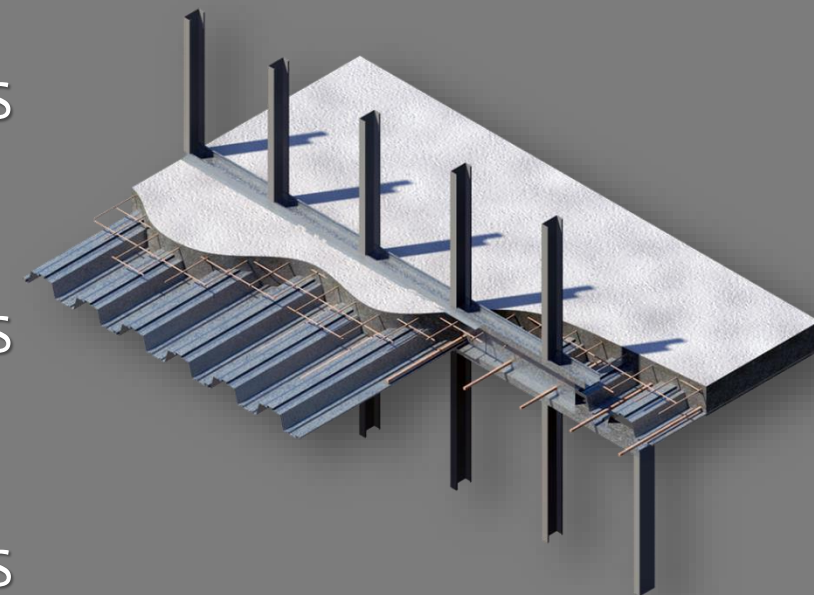
[TATU PREMOLDADOS, 2021]

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



[COGNOR, 2021]



[METEK, 2021]

LAJES MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK



[METAL CONCEPT, 2021]



[FIBERMESH, 2021]

- 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

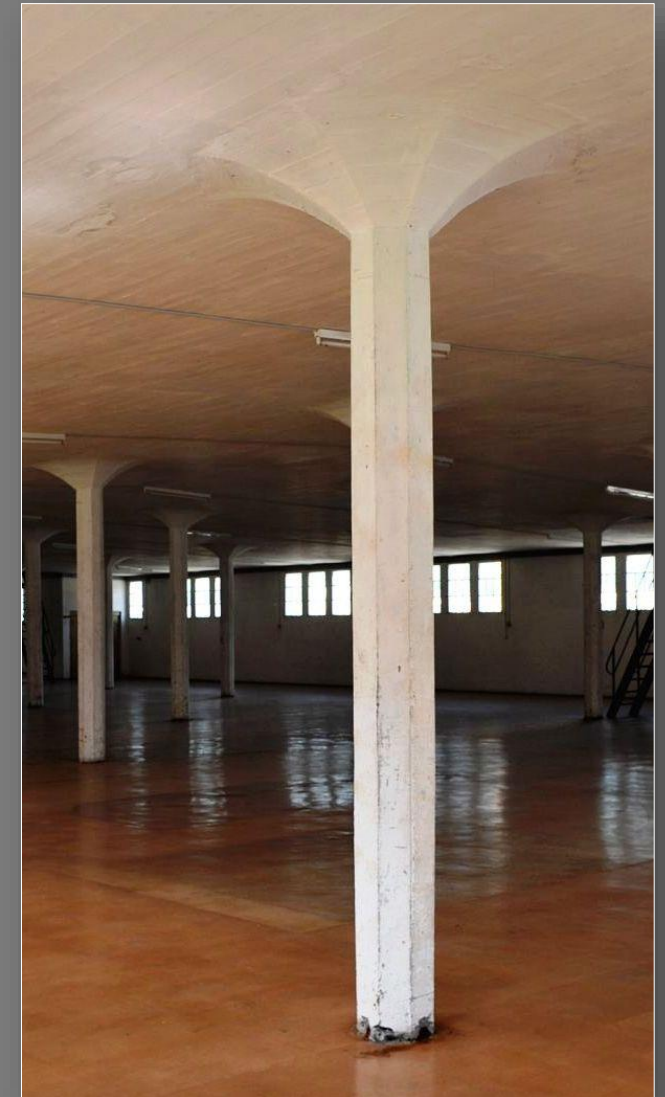


[CIVILSGUIDE, 2021]



[PROPLIST, 2021]

- 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

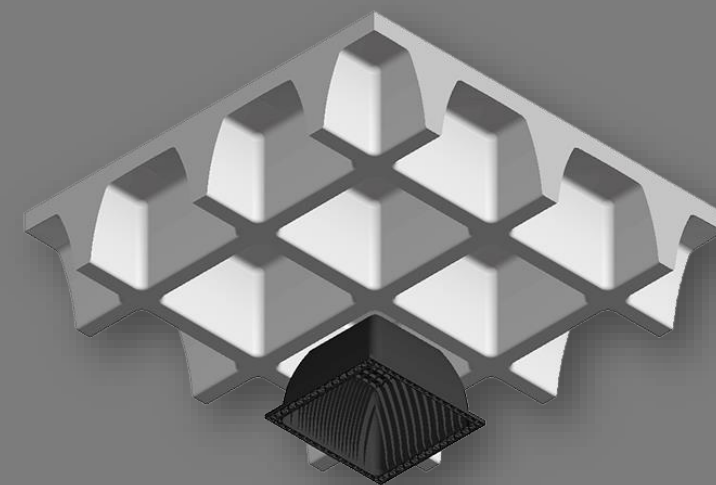


[ENGINEERING FEED, 2021]



[IBIMIX CONCRETO, 2021]

- 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



[ATEX BRASIL, 2021]



[DEBUG, 2021]

LAJES MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO
INVERTIDO

COGUMELO
APARENTE

GRELHA



[ATEX BRASIL, 2021]



[ARCHDAILY, 2021]

LAJES MOLDADAS IN LOCO

TIPO

VANTAGENS

DESVANTAGENS

STEEL-DECK

- 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

- 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

- SEM VIGAS, TEM-SE A SENSÇÃO DE MAIS AMPLIDÃO ESPACIAL
- ADAPTAM-SE BEM A DESENHOS IRREGULARES E A PILARES SEM MODULAÇÕES MUITO RÍGIDAS

- 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

- 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 PUNÇONAMENTO SOBRE A ESTRUTURA
- COGUMELOS APARENTES PODEM CONTRIBUIR PARA A ESTÉTICA DOS ESPAÇOS NOS QUAIS A ESTRUTURA PERMANECE EXPOSTA

GRELHA

- 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

- 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 MOLDADAS
IN LOCO

STEEL-DECK

COGUMELO
INVERTIDO

COGUMELO
APARENTE

GRELHA

COMPARATIVO

PARA INFORMAÇÕES MAIS DETALHADAS E ATUALIZADAS, CONSULTAR:

S T E E L D E C K




A SOLUÇÃO DEFINITIVA EM LAJES

[METFORM, 2021]

FÔRMA ATEX BIDIRECIONAL

Moldam nervuras ortogonais, com larguras iguais nas duas direções, gerando uma laje nervurada adequada para relação entre o vão menor e o vão maior compreendida entre 0,5 e 1,0.

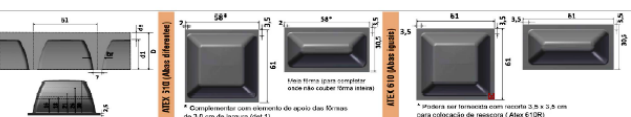
ATEX 600

ALTEZA DA FÔRMA		ESPESURA DA LAJE		ALTEZA TOTAL		LARGURA DA NERVURA		ALÇA DA NERVURA		RELAÇÃO DO VÃO		RELAÇÃO DO VÃO		VOLUME DE CONCRETO		VOLUME DE CONCRETO	
cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	m³	m³/m²	m³/m²	m³/m²
10,0	5,0	20,0	6,0	8,0	7,8	418	5,2	14,8	10290	12,7	0,041	0,113	2,18	0,087			
15,0	5,0	25,0	8,0	12,5	10,3	485	6,6	16,4	10904	15,6	0,049	0,124	2,63	0,106			
41	da	D	da	da	da	da	A	da	da	da	da	da	da	V/V	CONCRETO 2500kg/m³		



ATEX 610

ALTEZA DA FÔRMA		ESPESURA DA LAJE		ALTEZA TOTAL		LARGURA DA NERVURA		ALÇA DA NERVURA		RELAÇÃO DO VÃO		RELAÇÃO DO VÃO		VOLUME DE CONCRETO		VOLUME DE CONCRETO	
cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	m³	m³/m²	m³/m²	m³/m²
16,0	7,5	23,5	7,0	9,5	8,4	440	5,6	13,4	12823	10,7				2,28	0,091		
	10,0	26,0				745	7,3	18,7	23026	17,1				2,90	0,116		
	15,0	28,0				458	6,2	16,8	16606	19,0				2,40	0,096		
18,0	7,5	25,5	7,0	9,5	8,5	611	6,8	18,7	23306	16,6	0,050	0,104	3,05	0,121			
	10,0	28,0				763	7,7	20,3	21387	18,3				2,85	0,146		
	15,0	29,0				906	7,3	18,7	25473	17,1				2,78	0,111		
21,0	7,5	28,5	7,0	12,2	9,6	899	7,8	20,7	24194	18,9	0,059	0,148	3,40	0,126			
	10,0	31,0				811	8,6	22,4	44308	20,6				4,03	0,161		
	15,0	31,0				555	9,2	21,8	44482	20,6				3,38	0,125		
26,0	7,5	33,5	7,0	14,8	10,9	741	9,6	23,6	37825	22,5	0,065	0,170	4,00	0,160			
	10,0	36,0				892	10,2	25,8	72663	24,3				4,63	0,185		
	15,0	35,0				666	10,9	24,1	55517	23,4				3,93	0,157		
30,0	7,5	37,5	7,0	17,2	12,1	821	11,1	26,4	82818	25,3	0,072	0,180	4,50	0,182			
	10,0	40,0				973	11,7	28,3	103603	27,3				5,18	0,207		
41	da	D	da	da	da	da	A	da	da	da	da	da	da	V/V	CONCRETO 2500kg/m³		



ATEX BRASIL - 01

[ATEX, 2011]

**BASES PARA
PROJETO
ESTRUTURAL**



NA ARQUITETURA

YOPANAN
C. P. REBELLO



[REBELLO, 2011]

LAJES MACIÇAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO

CONCEITOS GERAIS

- ESQUEMA SEQUENCIAL DE CARREGAMENTOS



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

■ 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 BEM MAIORES QUE A TERCEIRA DIMENSÃO (A ESPESSURA)
- É DE RESPONSABILIDADE DIRETA DAS LAJES SUPORTAR A MAIOR PARTE DOS ESFORÇOS APLICADOS A UMA EDIFICAÇÃO, NORMALMENTE COMPOSTOS POR CAMADAS DE REGULARIZAÇÃO, PISOS, PAREDES E OS MAIS VARIADOS TIPOS DE CARREGAMENTOS DE SERVIÇO

CONCRETO ARMADO: EDIFÍCIO EM CONSTRUÇÃO



[FREEPICK, 2023]

CONCRETO ARMADO: LAJES APOIADAS EM VIGAS



[FREEPICK, 2023]

CONCRETO ARMADO: LAJES APOIADAS EM VIGAS



- CONCEITUAÇÃO

- LAJES COM BORDAS LIVRES (SEM APOIOS) E LAJES LISAS (COM COGUMELOS EMBUTIDOS OU APARENTES) SÃO TAMBÉM VIÁVEIS, MAS POR SEREM CASOS PARTICULARES, REQUEREM CÁLCULOS ESPECÍFICOS FEITOS COM BASE EM DIFERENTES CRITÉRIOS ESTRUTURAIS E COMPORTAMENTAIS

CONCRETO ARMADO: LAJES COM BORDA LIVRE



[ABJSYLE, 2021]

LAJES LISAS COM COGUMELOS EMBUTIDOS



[ARCHICON, 2023]

LAJES LISAS COM COGUMELOS APARENTES



[POLISHEDFLOOR, 2023]

- LAJES MACIÇAS EM CONCRETO

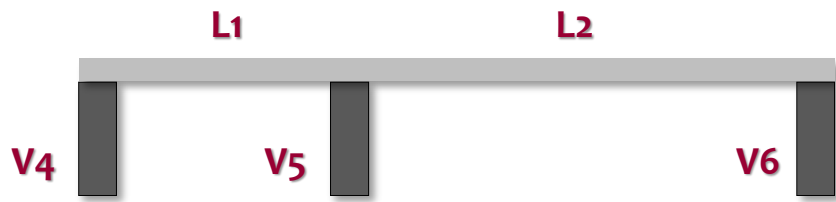
- AS “LAJES TRADICIONAIS” FEITAS IN LOCO EM CONCRETO ARMADO SÃO MOLDADAS JUNTAMENTE COM AS VIGAS QUE LHES DÃO SUPORTE
- CONSIDERANDO QUE, AO RECEBER UM DETERMINADO CARREGAMENTO AS LAJES TENDEM A SE DEFORMAR, O CÁLCULO DIMENSIONAL ASSUME QUE AS VIGAS NÃO POSSUEM CONDIÇÕES FÍSICAS DE IMPEDIR TOTALMENTE A DEFORMAÇÃO DAS LAJES LOCALIZADAS DIRETAMENTE SOBRE ELAS

■ CONCEITUAÇÃO

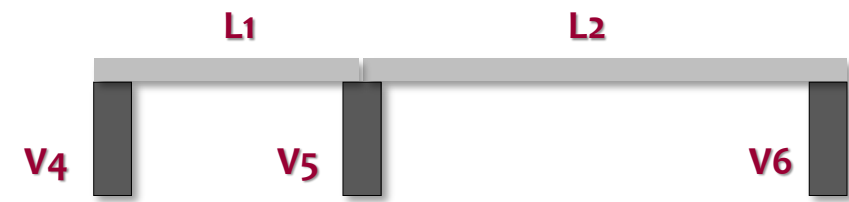
- SE AS LAJES FOSSEM MOLDADAS SEPARADAMENTE UMAS EM RELAÇÃO ÀS OUTRAS, ENTÃO, PRATICAMENTE NÃO HAVERIA INFLUÊNCIA MÚTUA ENTRE ELAS, O QUE PODERIA EXIGIR LAJES MAIS ESPESSAS, COM MAIOR CONSUMO DE MATERIAL E, CONSEQUENTEMENTE, DE CUSTO MAIS ELEVADO!
- NA PRÁTICA, A CONEXÃO MÚTUA ENTRE LAJES TRAZ MAIS ESTABILIDADE E EFICIÊNCIA AOS EDIFÍCIOS
- CONCLUSÃO:
 - DUAS LAJES CONTÍGUAS, SE MOLDADAS IN LOCO EM CONCRETO ARMADO, SE INTERENGASTAM NOS SEUS LADOS EM COMUM



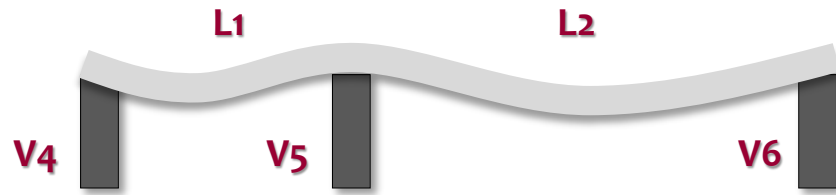




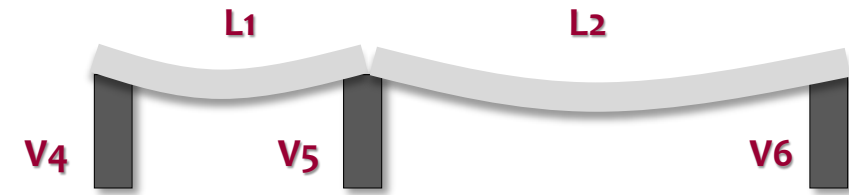
CORTE A-A



ESQUEMAS DO TRABALHO DE DEFORMAÇÃO DAS LAJES L1 + L2:

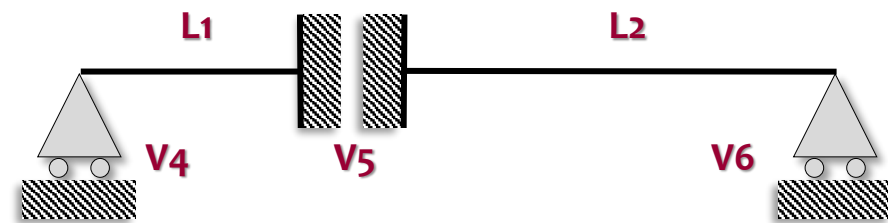


CORRETO:
CONTINUIDADE ENTRE LAJES

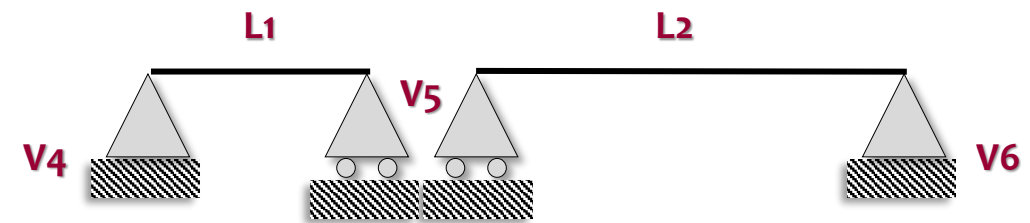


INCORRETO:
DESCONTINUIDADE DAS LAJES

ESQUEMA ESTRUTURAL ASSOCIADO AO CÁLCULO DE LAJES L-1 + L2:



CORRETO:
BORDAS INTERNAS DAS LAJES ENGASTADAS

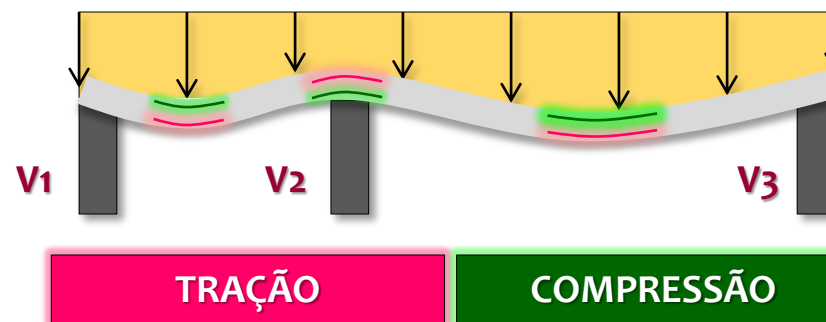


INCORRETO:
BORDAS INTERNAS DAS LAJES COMO APOIOS MÓVEIS

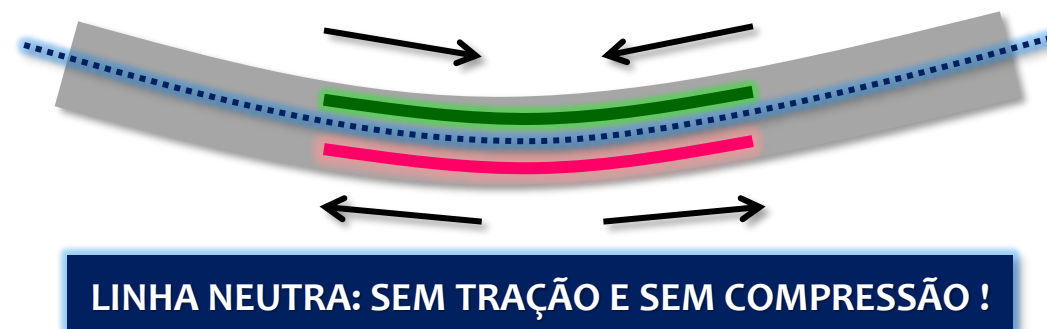
CORTE ESQUEMÁTICO DAS LAJES L1 + L2



ESQUEMA DE TRABALHO DA ESTRUTURA, EM FUNÇÃO DAS CARGAS APLICADAS E DO PESO PRÓPRIO TOTAL



REGIÕES VIRTUAIS DE TRABALHO À TRAÇÃO E À COMPRESSÃO



- ARMADURA NEGATIVA NO APOIO COMPARTILHADO

- EM FUNÇÃO DA OCORRÊNCIA DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO APOIO COMUM ÀS DUAS LAJES CONTÍGUAS, O CÁLCULO ESTRUTURAL DEVE PREVER ARMADURAS NEGATIVAS CONECTANDO ESSES TRÊS ELEMENTOS

ESQUEMA
ESTRUTURAL
(L1 + L2)

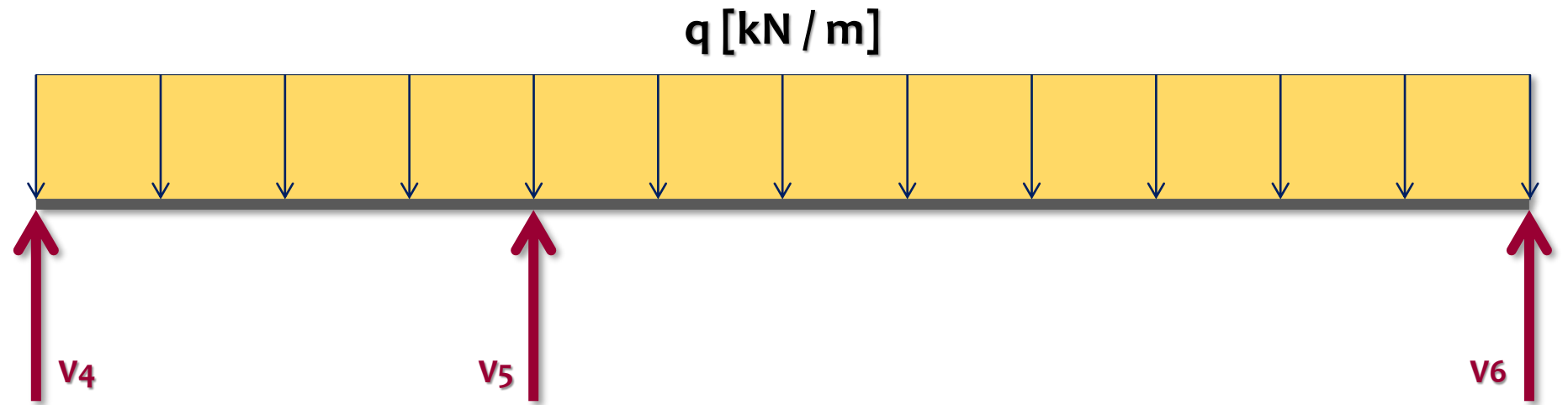
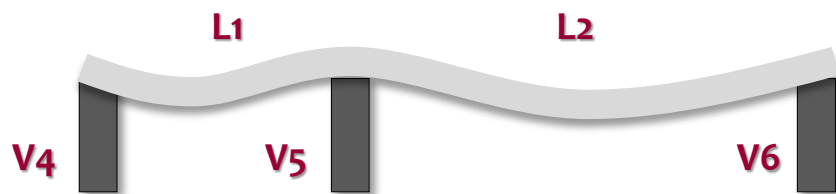
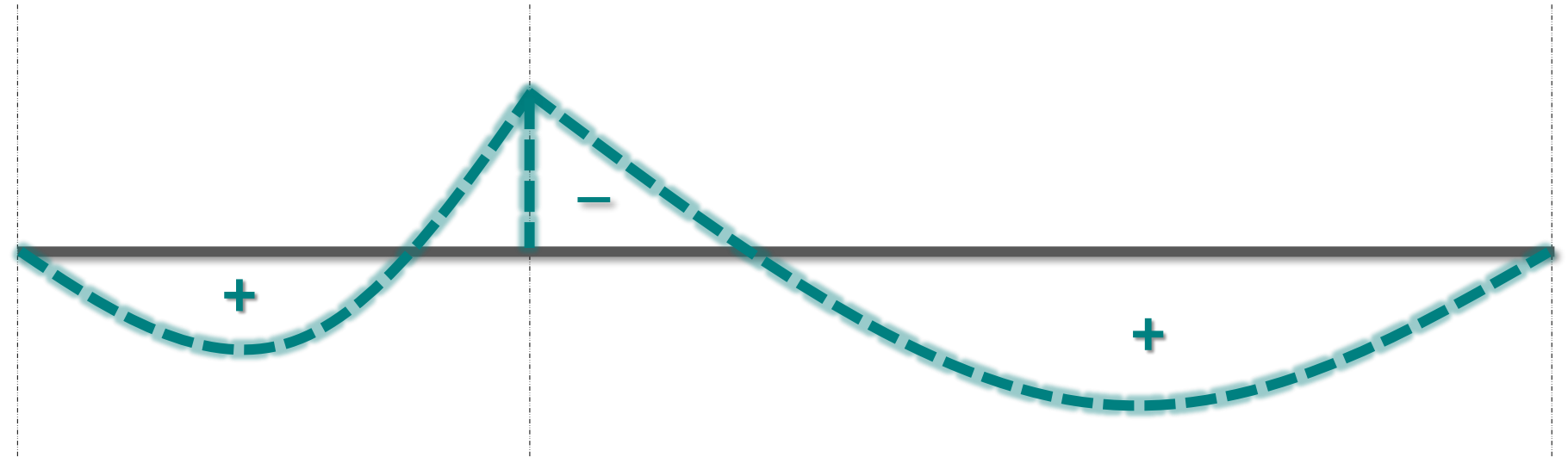


DIAGRAMA DE MOMENTOS
FLETORES (DMF)
(L1 + L2)



CONTINUIDADE ENTRE LAJES

- RESUMINDO ...

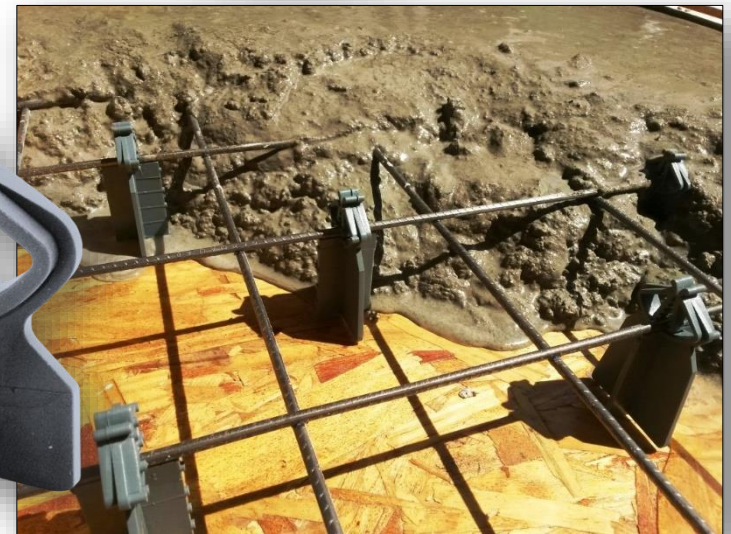
- CONSIDERANDO QUE NOS CENTROS DOS VÃOS OCORREM MOMENTOS FLETORES POSITIVOS E NOS APOIOS INTERMEDIÁRIOS MOMENTOS FLETORES NEGATIVOS, E LEMBRANDO TAMBÉM QUE O CONCRETO NÃO TRABALHA BEM À TRAÇÃO, NAS LAJES CONTÍGUAS, ALÉM DE LANÇAR AÇO NAS ÁREAS CENTRAIS DAS LAJES, DEVE-SE PREVER TAMBÉM UM CONJUNTO DE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







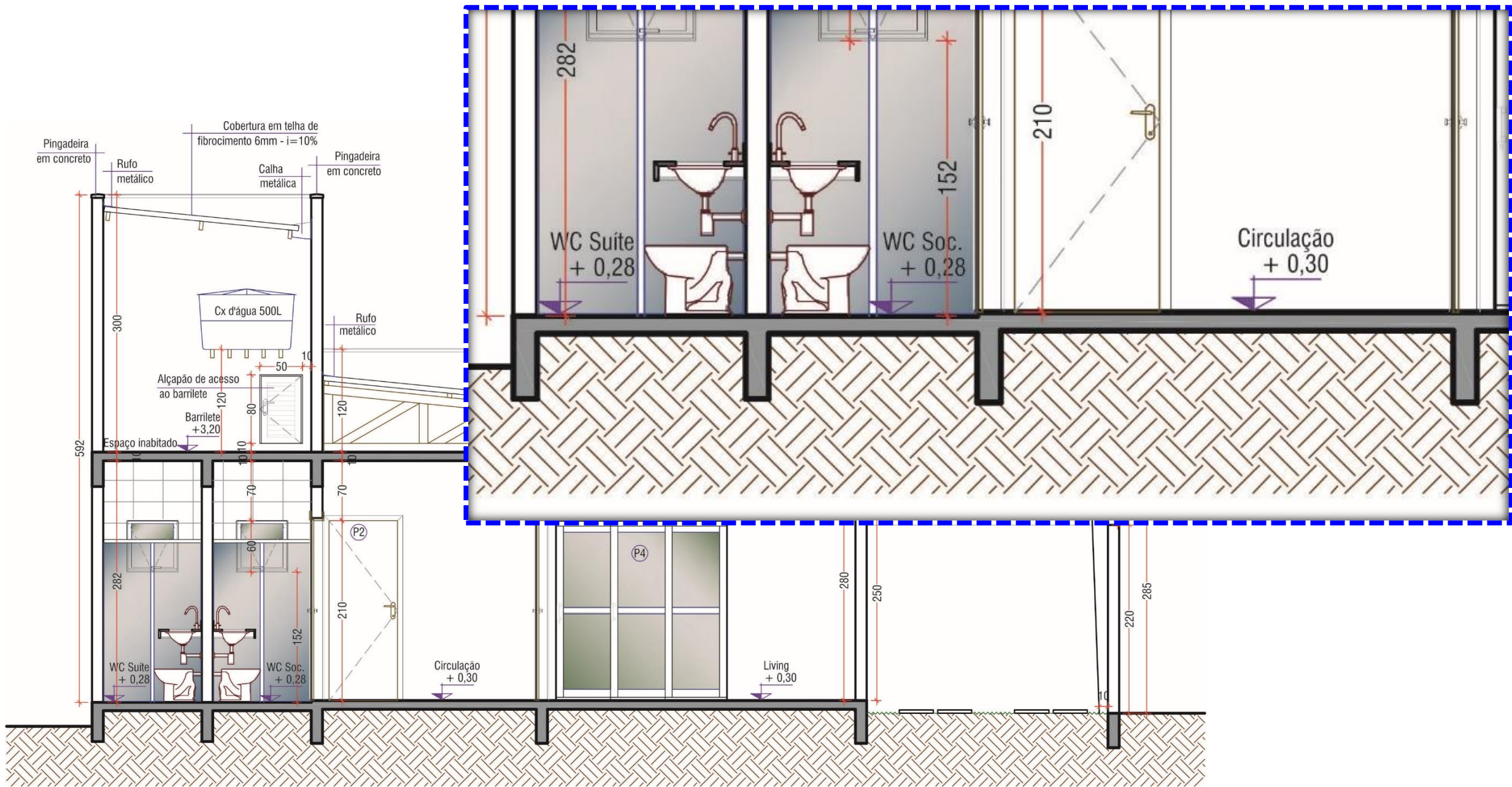
[COPLAS, 2021]



- ENGASTE

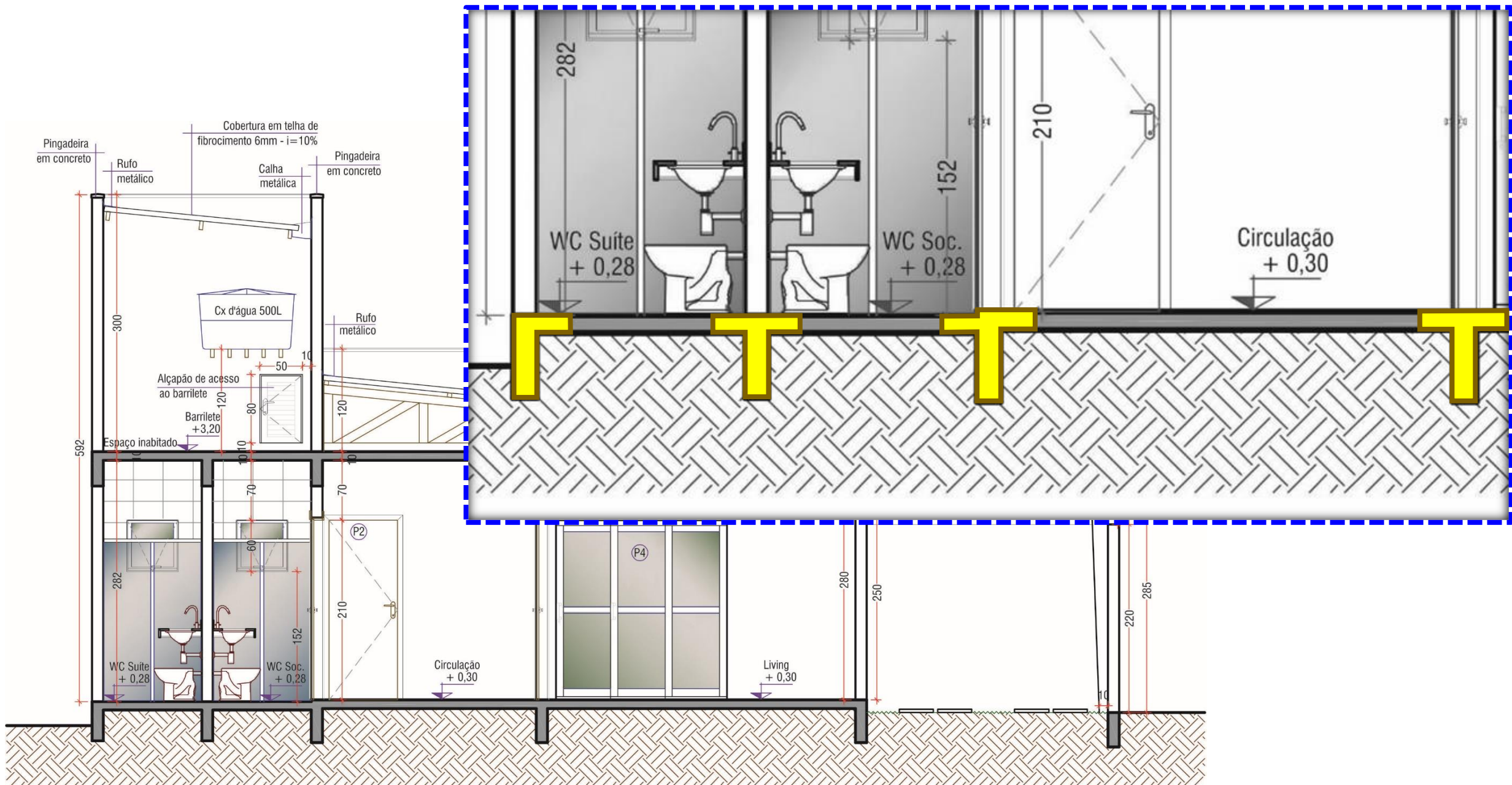
- IMPORTANTE:

- O ENGASTE PERFEITO SURGE NO CASO DE LAJES EM BALANÇO, COMO MARQUISES, VARANDAS, DENTRE OUTRAS. É CONSIDERADO TAMBÉM NAS BORDAS EM COMUM, ONDE HÁ CONTINUIDADE ENTRE DUAS LAJES VIZINHAS
 - O ENGASTAMENTO NOS APOIOS DAS LAJES CONTÍGUAS DE MESMA ESPESSURA NÃO ACONTECE SE ALGUMA DELAS FOR REBAIXADA. EM CASOS ASSIM, AMBAS SE COMPORTAM COMO LIVREMENTE APOIADAS



[a partir de ESTEL ENGENHARIA, 2023]

Corte AA
Esc. - 1:50



[a partir de ESTEL ENGENHARIA, 2023]

Corte AA
Esc. - 1:50

- CONSIDERAÇÕES GERAIS

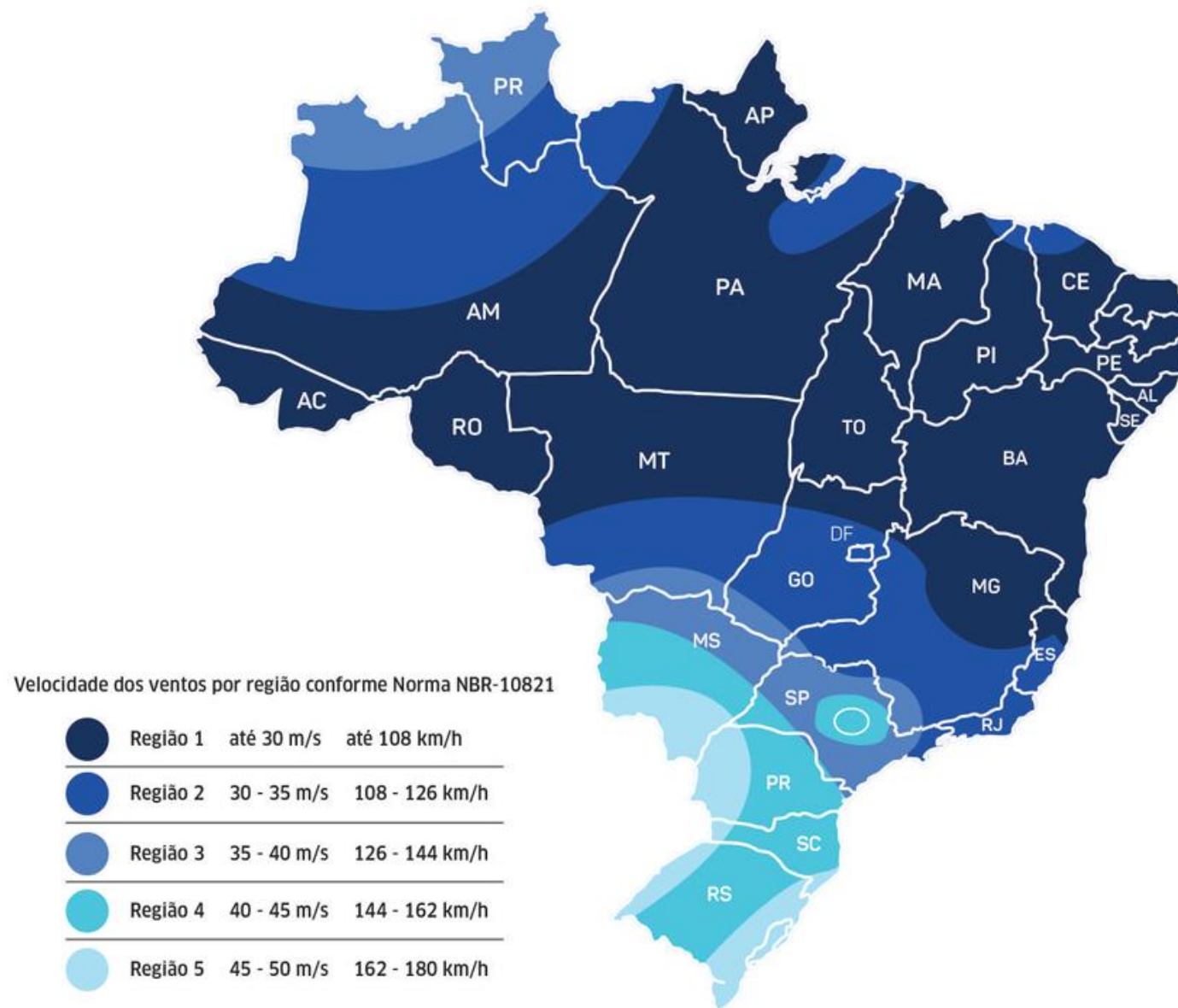
- NOS EDIFÍCIOS, AS LAJES TRABALHAM COMO DIAFRAGMAS RÍGIDOS (ELEMENTOS DE RIGIDEZ INFINITA NO SEU PRÓPRIO PLANO), AJUDANDO A DISTRIBUIR OS ESFORÇOS HORIZONTAIS DO VENTO PARA AS ESTRUTURAS DE CONTRAVENTAMENTO (PÓRTICOS, PILARES-PAREDE, NÚCLEOS DE RIGIDEZ), RESPONSÁVEIS POR PARCELA SIGNIFICATIVA DA ESTABILIDADE GLOBAL ESTRUTURAL

VENTO (W)



[GLOBALR, 2023]

VENTO (W)



- AÇÕES ATUANTES NAS LAJES

- NORMAS: NBR 6118:2023 + VERSÃO CORRIGIDA 2:2024 (PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO); NBR 8681:2003 + VERSÃO CORRIGIDA 1:2004 (AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS – PROCEDIMENTO); NBR 6120:2019 + VERSÃO CORRIGIDA 1:2019 (AÇÕES PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES); E NBR 6123:2023 (FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES)
- SITUAÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA PROJETO TAMBÉM DEVEM SER AVALIADAS. PARA CASOS NOS QUAIS AS NORMAS BRASILEIRAS NÃO TRATAM DE CARGAS ESPECIAIS, É COMUM RECORRER ÀS REGULAMENTAÇÕES ESTRANGEIRAS, À BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZADA, AOS FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS, ...
- CARREGAMENTOS PRINCIPAIS: AÇÕES PERMANENTES + AÇÕES VARIÁVEIS

COMO CITAR ESTE MATERIAL

MARTINS, A. A.

LAJES EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO: CONCEITOS BÁSICOS

MATERIAL DIDÁTICO. SÃO PAULO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE
PRESBITERIANA MACKENZIE, ABRIL DE 2024.

DISPONÍVEL POR MEIO DIGITAL DURANTE A AULA DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES III – RESISTÊNCIA DOS
MATERIAIS E PROPRIEDADES, MINISTRADA PELOS PROFESSORES: SASQUIA HIZURU OBATA, KAREN NICOLLI
RAMIREZ, ALBERTO ALONSO LÁZARO, RENATO RODRIGUES E ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS, EM ABRIL.2024.

REFERÊNCIAS TEXTUAIS

BASTOS, PAULO SÉRGIO. **LAJES DE CONCRETO ARMADO**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL. BAURU, 2021. DISPONÍVEL EM: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf>. ACESSO EM: 17.ago.2023.

BOTELHO, MANOEL H. CAMPOS; MARCHETTI, OSVALDEMAR. **CONCRETO ARMADO EU TE AMO**. SÃO PAULO: EDGARD BLUCHER, 2006.

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

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

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

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

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

LAJES EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO: CONCEITOS BÁSICOS



Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo

ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES III – RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS E PROPRIEDADES

ALBERTO ALONSO LÁZARO
ALEXANDRE AUGUSTO MARTINS
KAREN NICOLLI RAMIREZ
RENATO RODRIGUES
SASQUIA HIZURU OBATA

[abril.2024]