

1. VALORES DE REFERÊNCIA

1.1. Aço

Tabela 1

Tipo	mm	pol.	Kg/m	Tipo	mm	Kg/m
CA50	4,2	-	0,109	CA60	4,2	0,109
CA50	4,8	3/16	0,140	CA60	4,6	0,131
CA50	6,3	1/4	0,248	CA60	5,0	0,157
CA50	8,0	5/16	0,393	CA60	6,0	0,228
CA50	10,0	3/8	0,624	CA60	6,4	0,253
CA50	12,5	1/2	0,988	CA60	7,0	0,302
CA50	16,0	5/8	1,570	CA60	8,0	0,393
CA50	20,0	3/4	2,480	CA60	9,5	0,560

1.2. Lajotas para Laje

Tabela 2

Tipo	Nome	Altura (cm)	Largura (cm)	Peso/un (Kg)	Absorção de água (% em peso)	Termicidad e (Kcal/m ² H °C)	Consumo médio/m ²
Cerâmica	H7	7	25a28	2,9	10,72	0,68	13,9un
Cerâmica	H12	7	25a28	4,5	9,60	0,68	13,9un
EPS	-	> 8	var.	13kg/m ³	0,00	0,04	var.

OBS: - Comprimento das lajotas cerâmicas: 19cm.

- Altura do EPS: varia de acordo com o projeto.

- Largura do EPS: varia de acordo com o projeto, seguindo a condição:

Tabela 03

L = Largura do EPS (cm)	Dispositivo para melhorar aderência
≤ 25cm	-
26cm < L ≤ 40cm	Utilização de adesivo na argamassa de reboco, p.ex: bianco
L > 40cm	Utilização de tela metálica fixada na parte inferior das vigas e de adesivo na argamassa

1.3. Pesos de materiais (NB5/78)

Tabela 04

Materiais		Peso específico aparente (Kgf/m ³)
Rochas	Arenito	2600
	Basalto	3000
	Gneiss	3000
	Granito	2800
	Mármore e calcário	2800
Blocos artificiais	Blocos de argamassa	2200
	Cimento amianto	2000
	Tijolos furados	1300
	Tijolos maciços	1800
	Tijolos calcários	2000
Revestimentos e Concretos	Argamassa de cal, cimento e areia	1900
	Argamassa de cimento e areia	2100
	Argamassa de gesso	1250
	Concreto simples	2300
	Concreto armado	2500
Madeiras (secas)	Pinho, cedro, cambará	500
	Imbuia, pau-de-alho	650
	Guajuvira, guatambu	800
	Anjico, cabriúva, ipê, itaúba	1000
Metais	Aço	7850
	Alumínio	2800
	Chumbo	11400
	Bronze	8500
	Cobre	8900
	Ferro fundido	7250
	Latão	8500
	Zinco	7200
Diversos	Borracha	1700
	Papel	1500
	Plástico (em folhas)	2100
	Vidro plano	2600

1.4. Valores mínimos – Cargas Verticais acidentais (NB5/78)

Tabela 05

Local	Carga Kgf/m ²	
Arquibancadas	-	
Balcões	Mesma carga da peça com a qual se comunicam	
Bancos	Escritórios e banheiros	200
	Salas de diretoria e de gerência	150
Bibliotecas	Salas de leituras	250
	Salas para depósito de livros	400
	Salas com estantes de livros a ser determinada em cada caso ou	

	250kgf/m ² por metro de altura, observando porém o valor mínimo de	600
Casa de máquinas	A ser determinado em cada caso com valor mínimo de	750
Cinemas	Platéia com assentos fixos	300
	Estúdio e platéia com assentos móveis	400
	banheiro	200
Clubes	Sala com assentos fixos	300
	Sala com assentos móveis	400
	Salão de danças e esportes	500
	Banheiro	200
Edifícios residenciais	Quartos, sala, cozinha, bwc	150
	Dispensa e área de serviço	200
	Escadas	300
Escolas	Salas de aula e anfiteatro	300
	Outras salas	200
Forros	Sem acesso a pessoas	50
Galerias de lojas	A ser determinado em cada caso, porém com o mínimo de	300
Garagens e estacionamentos	Para veículos de passageiros ou semelhantes com carga máxima de 2500kg	500
Hospitais	-	300
Restaurantes		300
Teatros	-	500
Terraços	Sem acesso à público	200
	Com acesso à público	300
	Inacessível à pessoas	50

2. LAJES

São constituídas dos seguintes materiais:

- Aço CA60
- Areia média lavada e pedra 1/2
- Cimento A.R.I. para pré-moldado
- Concreto FCK 250kgf/cm²

O cimento ARI – Alta Resistência Inicial foi desenvolvido pela indústria cimenteira visando atender as necessidades dos produtos que necessitam de secagem rápida para que possam ser encaminhados para outras operações como transporte, montagem, estocagem, sem que, com isso, o produto sofra alteração em suas características. É o caso

dos pré-fabricados, sejam eles lajes, galpões ou artefatos de cimento. A utilização de outros cimentos, sem o devido acompanhamento técnico, na fabricação destes produtos, pode ocasionar deste a micro-fissuração das peças (facilitando a entrada de umidade), até o rompimento da peça ainda na fase de montagem.

Res. à compressão (MPa)	CPV-ARI	CPII-F32	CPII-Z32	CPIV-32
Res. à compressão com 1 dia	21,00	12,74	11,17	11,89
Res. à compressão aos 3 dias	36,57	25,88	23,84	24,54
Res. à compressão aos 7 dias	41,72	31,34	29,06	30,03
Res. à compressão aos 28 dias	48,27	38,86	37,31	41,66

2.1. Lajes pré-fabricadas convencionais:

As Lajes FEMAC para forro são calculadas com sobrecarga de 100kg/m² e as para piso com sobrecarga de 300kg/m² tendo em vista a necessidade de armazenamento de alguns materiais na laje durante a execução da obra. O calculo das lajes e feito garantindo que a linha neutra estará dentro da capa de concreto. O cálculo é feito considerando laje biapoiada.

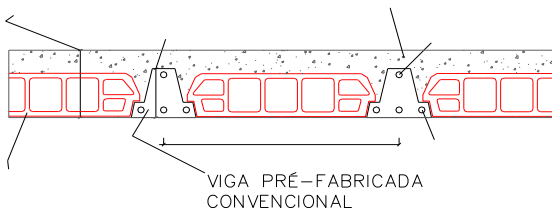


FIGURA 1: LAJE PRÉ-FABRICADA CONVENCIONAL

Tabela 06

	Laje para forro	Laje para piso
Peso próprio da viga	11,5 kg/m	13,9 kg/m
Sobrecarga	100 kg/m ²	300kg/m ²
Largura da base da viga	8 cm	10 cm
Materiais de enchimento	Lajota cerâmica ou EPS	

Intereixo entre vigas	33cm a 36cm	35cm a 38cm
Espessura da capa de concreto	3cm acima da viga	3cm acima da viga
Carga prevista de revestimento inferior e superior	40 kg/m ²	100kg/m ²
Comprimento mínimo para apoio das vigas	7,5cm em cada extremidade, sendo 5cm em ganchos de ancoragem e 2,5cm em concreto.	
Comprimento de ancoragem	10cm em gancho de 90° em cada extremidade.	
Consumo de concreto médio por/m ² de capa	44 litros/m ²	

2.2. Lajes pré-fabricadas treliçadas:

As Lajes treliçadas são o mais moderno tipo de laje domercado brasileiro. Alcança grandes vãos (até 14,00m) e suporta grandes cargas (p. ex. paredes sobre laje); e sua montagem é feita utilizando-se o mesmo ferramental e mão-de-obra usuais. As treliçadas FEMAC são calculadas tendo em vista as normas de cargas e dimensionamento de concreto armado. Cada caso é estudado, visando o emprego da mais segura e econômica solução.

Além dos materiais usuais das lajes convencionais; a treliça emprega as seguintes matérias-prima, com o seguinte concreto:

- Pedrisco
- Armação treliçada espacial em Aço CA60
- Concreto FCK 220 kgf/m²
- Ferragem complementar positiva em Aço CA60 ou 50

No cálculo da laje treliçada, a linha neutra pode estar na capa de concreto ou na alma da viga. O cálculo é feito considerando laje biapoiada ou engastada (quando o engaste perfeitamente definido na obra).

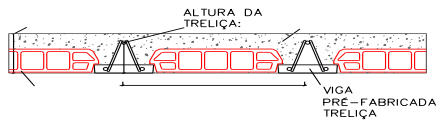


FIGURA 2: LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA

A treliça é uma armação eletro-soldada constituída por barras de aço CA60 com o seguinte aspecto.



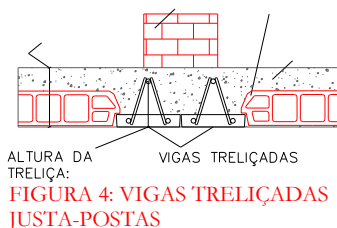
FIGURA 3: ARMAÇÃO TRELIÇADA

Tabela 07

	Treliçadas
Peso próprio médio da viga treliçada	10,80 kg/m
Sobrecarga	De acordo com projeto
Largura da base da viga	13 cm
Materiais de enchimento	Lajota cerâmica ou EPS
Intereixo entre vigas <ul style="list-style-type: none"> • Com lajota cerâmica • Com lajota em EPS 	38cm a 41cm variável (ver tabela 3)
Espessura da capa de concreto	4cm a 5cm acima de acordo com projeto

Carga prevista de revestimento <ul style="list-style-type: none"> • Inferior (reboco...) • Superior (contra-piso, piso...) 	40 kg/m ² 60kg/m ²
Comprimento mínimo para apoio das vigas	7,5cm em cada extremidade.
Comprimento de ancoragem	7,5cm em gancho de 90° em cada extremidade.
Consumo de concreto médio por/m ² de capa: p. ex. <ul style="list-style-type: none"> • 12cm de altura (B12) • 16cm de altura (B16) 	51 litros/m ² 63 litros/m ²

A laje treliçada, por possuir armadura de cisalhamento, pode receber paredes assentadas diretamente sobre ela. A FEMAC, nestes casos, fornece uma viga a mais, para que, sob as paredes montadas no sentido longitudinal às vigas treliçadas, sejam montadas 02 vigas justapostas, minimizando assim a flecha na região da parede.



2.3. Painéis treliçados:

Os Painéis treliçados FEMAC são calculadas tendo em vista as normas de cargas e dimensionamento de concreto armado. Cada caso é estudado, visando o emprego da solução mais segura e econômica. As

matérias-primas são as mesmas utilizadas nas treliças. O painel treliçado dispensa a utilização de reboco inferior, sendo o seu acabamento feito com materiais de pintura (massa corrida, tinta,...). O cálculo é feito como viga treliçada.

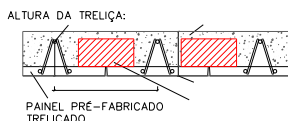


FIGURA 5: PAINEL TRELIÇADO

Tabela 08

	Painel
Peso próprio médio do painel treliçado	22,60 kg/m
Sobrecarga	De acordo com projeto
Largura da base do painel	27,5 cm
Materiais de enchimento	Lajota cerâmica, EPS, tijolo cerâmico
Interreixo entre painéis	27,5cm
Espessura da capa de concreto	4cm ou 5cm de acordo com projeto
Carga prevista de revestimento <ul style="list-style-type: none"> • Superior (piso...) 	60kg/m ²
Comprimento mínimo para apoio das vigas	7,5cm em cada extremidade.
Comprimento de ancoragem	7,5cm em gancho de 90° em cada extremidade.

Consumo de concreto médio por/m ² de capa: p. ex.	
• 12cm de altura (B12)	56 litros/m ²
• 16cm de altura (B16)	69 litros/m ²
• 10cm de altura (B10 maciço)	70 litros/m ²

Os painéis treliçados podem ser usados para suporte de parede, pois assim como as treliças, são armados ao cisalhamento. Os painéis podem ser utilizados com materiais de enchimento (tabela 8) ou podem ser maciços.

Para o emprego dos painéis treliçados, a caixaria deve ser alinhada e não deve apresentar desníveis, ou imperfeições.

2.4. Detalhes de montagem das lajes:

2.4.1 – Escoramento:

O escoramento deve ser feito com tábuas de 2,5cm x 25cm fixadas em escoras. A distância entre escoras, na mesma linha de escoras deverá ser de 1,00m. O escoramento deve ser feito sobre uma base sólida. As escoras devem ser fixadas, observando-se a contra-flecha necessária para montagem correta da laje.

Altura da Laje: β	Distância entre as linha de escoras (m)	
	Laje convencional para forro e piso	Laje treliçada e Pannel treliçado
B11 a B16	1,00	1,30
B17 a B24	-	1,20
B25 a B30	-	1,10
B31 a B40	-	1,00

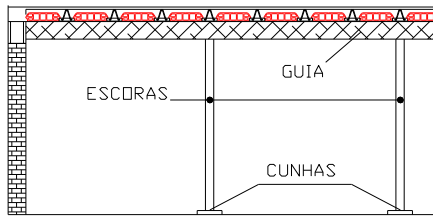


FIGURA 6: ESCORAMENTO

- A retirada do escoramento deve ser feita quando o concreto da capa atingir 70% da resistência característica de projeto (para um FCK de 150 kgf/m², representa 105 kgf/m², valor que será atingido aos 21 dias após a data de concretagem). Para diminuir o prazo, o concreto da capa deverá ter um FCK maior.
- Nas lajes bi-apoiadas o escoramento deve ser retirado começando sempre pelas escoras do meio do vão, caso contrário corre-se o risco de inversão dos esforços, com o aparecimento de um momento negativo no meio do vão e a conseqüente fissuração da capa da laje. Nos balanços deve-se retirar primeiramente a escora da extremidade, para que não ocorra o mesmo caso mencionado anteriormente.

2.4.2 – Contra-flecha:

A contra-flecha varia de acordo com as cargas, os vãos e as condições de apoio. Para cargas acidentais normais, para fins de inspeção expedita em obra, é aconselhável manter uma contra-flecha da ordem de **0,33% do vão da laje**.

2.4.3 – Colocação da ferragem acessória para lajes:

- **Negativos de travamento:** Atua no combate ao momento negativo que pode surgir no apoio das vigas.

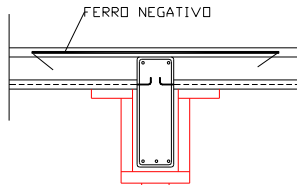


FIGURA 7: NEGATIVO TRAVAMENTO

- **Negativo Lateral:** Tem a função de enrijecer o apoio da viga evitando a deformação excessiva e a fissuração da capa de concreto neste ponto

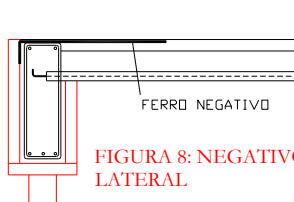


FIGURA 8: NEGATIVO LATERAL

- **Nervura transversal:** Esta ferragem possibilita maior monoliticidade da laje e melhor aderência do concreto da capa. É montada utilizando-se uma barra de aço transpassada nas vigas pré-moldadas através de furos existentes nas vigas e de 01 lajota cerâmica chanfrada no local de cada furo.

- **Negativo para beiral e sacada:** Tem a função de combater o momento negativo existente nas lajes em balanço.

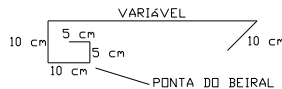


FIGURA 9: NEGATIVO DE BEIRAL

3 – GALPÕES PRÉ-FABRICADOS:

Os galpões pré-fabricados FEMAC são compostos pelos seguintes itens:

- Pilares em concreto armado FCK 250 kgf/cm²
- Vigas tipo braço em con. armado FCK 250 kgf/cm²
- Terças em vigas de concreto ou perfis “U” e aço
- Telhas em fibrocimento 5 e 6mm ou em aço galvanizado 0,43 ou 0,50mm
- Ferragens acessórias em aço (chapas, parafusos, tirantes, agulhas de cobertura)
- Acessórios de cobertura em aço galvanizado (ganchos par telhas, cordoalhas, fixadores)
- Fundação em concreto, de acordo com projeto

Os pilares e braços são calculados utilizando-se a norma para dimensionamento de concreto armado, observando-se as condições impostas pelo projeto.

3.1 – Tipos de galpões:

Os galpões são classificados de acordo com a dimensão das peças de concreto.

	Galpão leve	Galpão Médio	Galpão Pesado
Dimensão das peças (cm)	11x16	23x23	23x31
Altura (m) máxima	4,00	5,00	6,00
Vãos (em pavilhão único)	7,0 a 10,0m	10,0 a 12,00m	13,0 a 16,00m
Tipo de terça utilizada	Aço	Aço e concreto	Aço e concreto
Aplicação	<ul style="list-style-type: none"> • Granjas.. • Comércio • Garagens Rurais • Manejo de animais 	<ul style="list-style-type: none"> • Comércio • Indústria • Galpões Rurais (depósitos e armazéns, currais..) 	<ul style="list-style-type: none"> • Comércio • Indústria • Galpões Rurais (depósitos e armazéns)

A FEMAC, além das dimensões acima mencionadas, desenvolve projetos de galpões com geometrias personalizadas de acordo com as necessidades e condições impostas pelo projeto e pelo terreno.

3.2 Fundação:

A fundação dos pré-fabricados é calculada tendo em vista as cargas de projeto e o tipo de solo. Em solos predominantemente argilosos, a fundação é do tipo indireta, sendo composta por:

- Estacas manuais: de acordo com projeto
- Bloco de ancoragem: transição entre estaca e pilar
- Anel de vedação: evita a ação da umidade junto a perfuração que recebe o pilar.
- A perfuração que recebe o pilar no solo tem, 1,20m de profundidade mínima. As demais dimensões são definidas de acordo com a necessidades do projeto.

3.3 - Espaçamento entre pilares e dimensões de terças metálicas:

Os espaçamentos entre os pórticos (conjunto de pilar e braço) e a geometria das terças metálicas, são dimensionadas tendo em vista a carga vertical de vento a que será submetida a cobertura. Na região norte do Paraná, mais especificamente, na região de Apucarana, a linha isoietal, indica a ocorrência de ventos de até 150 Km/h, o que resulta, a uma altura de 7,00m, em uma carga de pressão/sucção de 70 Kg/m² de cobertura. Esta é a carga a ser usada nos cálculos de cobertura de galpões pré-fabricados, a serem construídos em nossa região.

I=Distância Máxima entre apoios (pilares)	Tipo de terça
$I \leq 5,00\text{m}$	Perfil U, enrijecido, chapa 13; 3"x11/2"
$5,0 < I \leq 5,50\text{m}$	Perfil U, chapa 13; 4"x 11/2"
$5,50 < I \leq 6,0\text{m}$	Perfil U, chapa 12; 4"x 11/2"

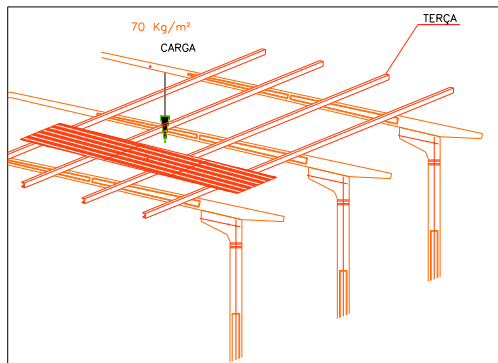


FIGURA 10: ELEMENTOS DE COBERTURA

3.4 - Detalhes de cobertura:

3.4.1 – Fixação das terças nos braços:

As terças metálicas podem ser fixadas através de parafusos. Para tanto os parafusos devem estar perfeitamente soldados nas terças. Esta solução é usada quando não há energia disponível no local da obra.

A solução mais adotada é a de soldar as terças em pinos previamente fixados nos braços. Os pinos têm diâmetro mínimo de 8mm e devem ser soldados na armadura do braço para garantir o perfeito engaste e transmissão de esforços.

Caso as terças sejam de concreto os pinos são substituídos por roscas galvanizadas.

3.4.2 Montagem das telhas de fibrocimento (NBR7196 e NBR6123) e de aço galvanizado (ondulada ou trapezoidal):

3.4.2.1 – Peso médio das telhas por área de cobertura:

- Telhas 5mm: 15,0 kgf/m²
- Telhas 6mm: 19,0 kgf/m²
- Telha de aço 0,43mm: 4,13 kgf/m²
- Telha de aço 0,50mm: 4,80 kgf/m²

3.4.2.1 – Distância entre apoios:

A distância máxima entre apoio para telha de fibrocimento é de 1,69m e para telhas de aço a distância máxima é de 1,20m. Nas telhas de fibrocimento maiores que 1,83m, é necessário o emprego de apoio intermediário.

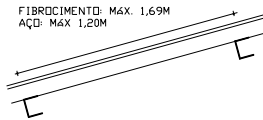


FIGURA 11: INTEREIXO ENTRE APOIOS

3.4.2.2 – Balanço livre (B)

- No sentido do comprimento das telhas:
 - Fibrocimento: $25\text{cm} \leq B \leq 40\text{cm}$
 - Aço galvanizado: $20\text{cm} \leq B \leq 30\text{cm}$

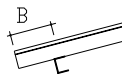


FIGURA 12: BALANÇO LONGITUDINAL

- No sentido da largura das telhas:
 - Fibrocimento: $B \leq 10\text{cm}$
 - Aço Galvanizado: $B \leq 7\text{cm}$

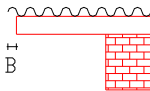


FIGURA 13: BALANÇO TRANSVERSAL.

3.4.2.3 - Cobrimentos (C):

- Cobrimento longitudinal:
 - Fibrocimento: $C \geq 14\text{cm}$
 - Aço Galvanizado: $C \geq 30\text{cm}$

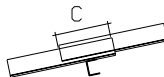


FIGURA 14: COBRIMENTO LONGITUDINAL.

- Cobrimento transversal:
 - $C \geq \frac{1}{2}$ onda da telha
 - $C \geq 1\frac{1}{2}$ onda da telha

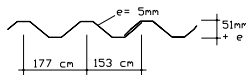


FIGURA 15: COBRIMENTO TRANSVERSAL: FIBROCIMENTO

3.4.2.4 – Instalação dos ganchos para telhas:

- Locais de ventos moderados:

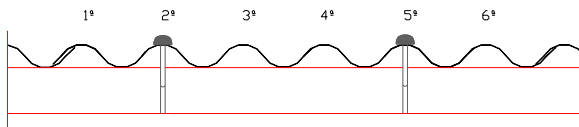


FIGURA 16: FIXAÇÃO NORMAL

- Locais de ventos fortes e nos beirais:

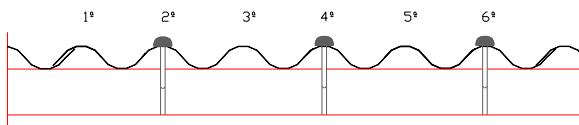


FIGURA 17: FIXAÇÃO (VENTOS FORTES E BEIRAL)

4. ARTEFATOS DE CIMENTO:

Os materiais utilizados na fabricação destes produtos são:

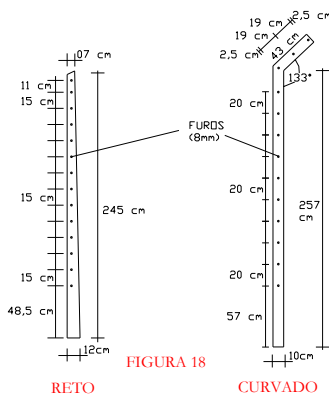
- Aço CA50 e Aço CA60
- Areia média lavada e pedra 1/2
- Cimento A.R.I. para pré-moldado
- Concreto FCK 220kgf/cm²

4.1 – Palanques para cerca:

Os palanques ou “mourões” de cerca, produzidos pela FEMAC possuem as seguintes especificações:

	Palanques para cerca, Curvados, em concreto vibrado	Palanques para cerca, Reto, em concreto
Seção	10cmx10cm em toda a peça	Pé: 12cmx12cm Ponta: 7cmx7cm
Comprimento		
- Total	3,00m	2,45m
- Parte reta	2,50m	2,45m
- Curva	50cm	-
Espaçamento		

- Cerca com fios - Cerca c/ tela tipo alambrado ou soldada - Cercas rurais (c/ o emprego de balancim)	3,00m 2,50m 3,50m	3,00m 2,30m -
Fixação -Arame Liso -Arame Farpado -Telas soldadas -Telas de alambrado	-Internos, nas furações -Externo, c/ arame galv. 16 -Externa, c/ arame galv. 16 -Externa, a tela é fixa em 04 arames lisos, fixados externamente no palanque	-Internos, nas furações -Externo, c/ arame galv. 16 -Externa, c/ arame galv. 16 -Externa, a tela é fixa em 04 arames lisos, fixados externamente no palanque
Palanque Esticador -Curva de 90°. -Curvas graduadas -Retas -Portões	1 unid. 2 ou 3 unid. Distância ≤ 50m entre esticadores 1 unid em cada lateral	1 unid. 2 ou 3 unid. Distância ≤ 50m entre esticadores 1 unid em cada lateral
Aplicabilidade	Cercas Rurais em geral Cercas industriais	Cercas comerciais Fachadas



4.2 – Fossa séptica:

São caixas impermeáveis, feitas em argamassa armada. Destinam-se ao tratamento primário do esgoto doméstico. São feitas em formato cilíndrico, em 2 modelos: 500L e 785L

Volume total	500L	785L
Diâmetro	0,92m	1,00m
Altura	0,76m	1,00m
Atendimento	3 a 4 pessoas	5 a 6 pessoas

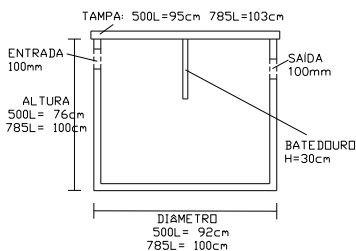


FIGURA 19: FOSSA SÉPTICA

4.3 – Caixa de Gordura:

São caixas impermeáveis, feitas em argamassa armada. Destinase à retenção da gordura proveniente de cozinha residenciais e industriais, evitando o entupimento das tubulações. Devem ser abertas em determinado período para retirada da gordura retida. Quanto maior a capacidade volumétrica caixa, maior o período entre as limpezas.

Diâmetro	0,70m
Capacidade	100L
Período de limpeza	2 anos (casa com 4 a 5 pessoas)

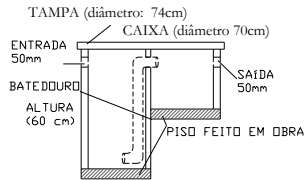


FIGURA 20: CAIXA DE GORDURA

4.4 – Tanque para roupas:

Os tanques FEMAC são feitos com argamassa armada e são formados por uma única peça, minimizando a ocorrência de vazamentos.

	Tanque simples “1 cuba”	Tanque duplo “2 cubas”
Altura	76cm	76cm
Capacidade	107 litros	170 litros

OBS: Todos os tanques devem ser fixados em paredes ou anteparos fixos.

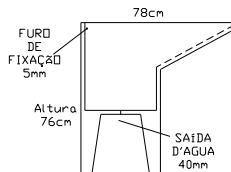


FIGURA 21: TANQUE PARA ROUPAS

4.5 – Outros Artefatos de cimento:

A FEMAC fabrica, vários artefatos de cimento, são eles:

- Tampas para fossa (sumidouro) com diâmetro de 1,20m à 1,70m
- Poste para entrada de energia 75 Dan, “padrão COPEL”
- Torres para suporte de Caixa d’água 500L, c/ 5,00m altura total
- Elementos Vazados decorativos
- Muros pré-fabricados com 1,20 a 1,80m de altura
- Floreiras ornamentais



FEMAC