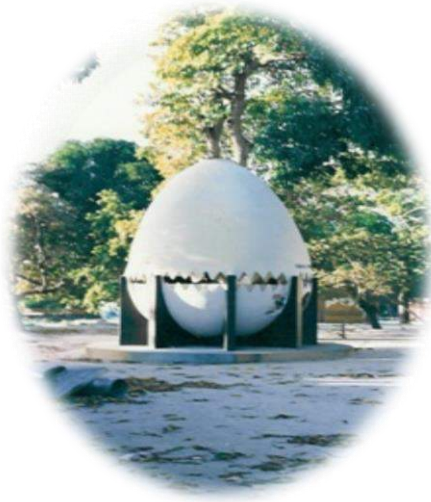


# FERROCIMENTO

## ARTESANAL



## Homenagem sempre viva:

“Aos meus companheiros de trabalho do Projeto Ferrocimento, e a todos os adeptos da simplicidade.”

**ALEXANDRE DIÓGENES** (*Professor de Tecnologias Apropriadas do NUTEC – Universidade Federal do Ceará*)

## Apresentação

A edição desta cartilha é especialmente destinada a todos aqueles que desejam conhecer e praticar o **FERROCIMENTO ARTESANAL**.

A apresentação da matéria obedece ao mesmo roteiro seguido nas lições do Autor no **Curso de Ferrocimento para Operários** – de autoria do Prof. Alexandre Diógenes, servindo, pois, como guia de acompanhamento e consulta. Convém chamar atenção para o fato de que a simplicidade de linguagem aqui utilizada, exigida para este tipo de curso, impõe uma forma de comunicação que escapa ao rigor técnico.

## Revisão

Nesta revisão da obra, foram introduzidos alguns materiais já testados em superfícies com telas soldadas, bem como a supressão de bitolas de ferros não mais comercializados em todo o Brasil.

Mantivemos, na maioria dos textos, a versão original redigida pelo Professor Alexandre Diógenes, por respeito ao dedicado mestre, e ao incansável trabalho idealista em socializar informações tão preciosas, que ganharam nova dimensão a partir do esforço e perseverança deste verdadeiro educador. Procurou-se, também, substituir os desenhos originais por fotos e imagens mais atualizados de forma a mostrar, com mais recursos didáticos, novas peças recentemente construídas.

A equipe de atualização e revisão deste compêndio agradece as sugestões e contribuições de todos aqueles que já fizeram experimentos, comprovadamente viáveis, cuja aplicação não comprometa a integridade das peças construídas, nem a segurança dos usuários.

### Direitos Reservados:

Todos os direitos de reprodução, cópia, comunicação ao público e exploração econômica desta obra estão reservados para o autor Prof ARNALDO RIBEIRO CERQUEIRA LIMA , sendo proibida a sua reprodução parcial ou total , por qualquer forma, meio ou processo , sem prévia autorização, nos termos da Lei 9.610/98.

## **EQUIPE DE ATUALIZAÇÃO E REVISÃO:**

**Arnaldo Ribeiro Cerqueira Lima**

**Alberto Falconi**

**Péricles Luiz Cunha**

**Paulo Henrique da Costa Lopes**

**Carlos Eduardo Costa Lopes**

## **CONTATO:**

Para maiores contatos envie suas perguntas, críticas ou sugestões para os seguintes e-mails:

**[arnoslima@hotmail.com](mailto:arnoslima@hotmail.com) e [arnoslima@gmail.com](mailto:arnoslima@gmail.com)**

Ou no site: [www.tecnologiasapropriadas.com.br](http://www.tecnologiasapropriadas.com.br)

# Sumário

1. Introdução .....	6
1.1 – Origem do Ferrocimento: .....	6
1.2 – Definição:.....	6
1.3 – Grandes Obras: .....	6
1.4 – Expansão Mundial .....	8
1.5 – Argamassa Armada.....	10
1.6 – Ferrocimento Artesanal.....	12
1.7 – Forma, Aramado e Argamassa.....	12
1.8 – Versatilidade de Aplicação.....	13
1.9 – Apropriação de Custos.....	14
1.10 – Comparação com Outras Tecnologias.....	14
2. Importância da forma .....	16
2.1 – Principais Esforços .....	16
2.2 – Resistência da Forma:.....	17
2.3 – Concentradores de Esforços:.....	18
2.4 – Lições da “Velha” Olaria .....	19
2.5 – Lições da Natureza.....	20
2.6 – Exemplos de Superfícies Planas, de Curvaturas Simples e Dupla.....	21
3. O Aramado.....	25
3.1 – Malha de Sustentação .....	25
3.2 – Peso do Aramado.....	27
3.3 – Distribuição do Peso .....	28
3.4 – Telas Industriais .....	29
3.5 – Telas Artesanais .....	29
3.6 – Fibras e Telas de Náilon e Aproveitamento de Sobras de Arames.....	30
3.6.1 - Telas de Náilon .....	30
3.7.1 - Sobras do Aramado .....	32
4. A Argamassa .....	33
4.1 – O Cimento.....	33
4.2 – A Areia .....	34
4.3 – A Água.....	35
4.4 – Proporções e Preparo .....	35

4.5 – Aplicação.....	36
4.6 – Importância da Cura .....	38
4.7 – Consertos.....	39
5. Palavra Final.....	41
6. Referências Bibliográficas.....	44
7. Para Saber Mais.....	45
Anexo I – Tabelas e orientações sobre confecções de reservatórios para piscicultura .....	46
Anexo II – Reservatório de 11.700 litros - Tabela de cortes de ferros, telas e material .....	49

# 1. Introdução

## 1.1 – Origem do Ferrocimento:

O Ferrocimento surgiu no século passado, na França. O primeiro documento, escrito em 1855, de autoria de Joseph Louis Lambot (1814-1887), intitula-se “Ferciment-succedané Du Bois de Construction” (Ferrocimento- substituto da madeira de construção).

O alto preço da madeira e de outros materiais motivou o emprego, cada vez maior, do Ferrocimento.

## 1.2 – Definição:

O Ferrocimento é um material constituído de: (a) **FERRO** bem distribuído (b) mergulhado em uma argamassa rica de **CIMENTO** e **AREIA**. Desse modo, obtém-se um material RESISTENTE E IMPERMEÁVEL.

Note-se que a simples malha formada pelos ferros de sustentação com os fios de arame (pois naquela época não havia tela industrializada) parece ter sido **FEITO POR ENCOMENDA** para a predisposição artesanal de nossa gente.

A Associação Brasileira de Cimento Portland nos dá a seguinte definição de ferrocimento<sup>1</sup>:

“O ferrocimento é um material constituído e uma **argamassa** de cimento e areia envolvendo um **aramado** de vergalhões finos e telas.

Na prática, as características do ferrocimento são parecidas com as do concreto armado. A argamassa, assim como o concreto, é mole nas primeiras horas e depois endurece. Portanto, também é moldável. E o aramado do ferrocimento faz as vezes da armadura do concreto armado. A grande diferença é que as peças de ferrocimento são bem mais finas (1,5cm a 3,5cm) que as de concreto armado. Mas exigem formatos arredondados para ficar resistentes. Além disso, as construções de ferrocimento podem ser feitas artesanalmente e sem o auxílio de fôrmas, uma vez que a argamassa pode ser aplicada diretamente sobre o aramado, como ocorre no caso da taipa e do estuque.

Essas são as grandes vantagens desse material, que serve para fazer caixas d’água, pequenos silos e reservatórios, biodigestores, calhas, telhas e um grande número de peças de pequeno porte e menor responsabilidade estrutural, a um custo bem reduzido.”

## 1.3 – Grandes Obras:

No século passado, o Ferrocimento foi empregado para construção de pequenas obras, como é o caso do barco construído no tempo de Lambot e que existe até hoje (ILUSTRAÇÃO 1).

---

<sup>1</sup> Fragmento extraído da obra **Guia de Construções Rurais à base de cimento** - Fascículo 2: Como usar os materiais. Produzido pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland



**ILUSTRAÇÃO 1 – BARCO DE FERROCIMENTO DE LAMBOT (CONSTRUÍDO EM 1887)**

Neste século, por volta de 1940, Pier Luigi Nervi (ILUSTRAÇÃO 2), notável engenheiro italiano, professor da Faculdade de Arquitetura de Roma, desenvolveu estudos que possibilitaram o emprego do Ferrocimento em grandes estruturas.



**ILUSTRAÇÃO 2: PIER LUIGI NERVI**

O salão principal do palácio de exposições de Turim, por exemplo, tem um vão livre de aproximadamente 100 metros, sem apoio intermediário. Nervi construiu também grandes coberturas de formatos artisticamente elaboradas, como a que aparece na ILUSTRAÇÃO 3.



**ILUSTRAÇÃO 3: PALACETE DOS DESPORTOS**

## 1.4 – Expansão Mundial

Graças aos trabalhos de Nervi, o Ferrocimento obteve larga repercussão mundial, passando a ser empregado em quase todos os países, como mostram as ilustrações a seguir:



ILUSTRAÇÃO 4: CÚPULA (PARQUE DE DIVERSÕES EM FORTALEZA)



ILUSTRAÇÃO 5: CASTELO D'ÁGUA



ILUSTRAÇÃO 6: BIODIGESTOR – GÁS E ADUBO



ILUSTRAÇÃO 7, 8 e 9: RESERVATÓRIO PARA PISCICULTURA



ILUSTRAÇÃO 10 e 11: BARCOS CONSTRUÍDOS COM FERROCIMENTO



ILUSTRAÇÃO 12: RESERVATÓRIO PARA CAPTAÇÃO



ILUSTRAÇÃO 13: GINÁSIO FEITO COM FERROCIMENTO



ILUSTRAÇÃO 14 – TANQUE AGROBRASÍLIA - 47 MIL LITROS (PARCERIA SENAR-EMATER)

### 1.5 – Argamassa Armada

No Brasil, um grupo de Professores da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveu um tipo de Ferrocimento, denominado **argamassa armada**, bastante econômico e facilmente adaptável a processos de fabricação<sup>\*.2</sup>

Uma característica da **argamassa armada** é a redução de seu aramado a, basicamente, apenas a malha de sustentação, que é constituída por tela de aço eletro-soldada, além de ser, geralmente, moldada em formas.

<sup>2</sup> Os professores Dante Martinelli, Frederico Schiel e Lafaél Petroni foram pioneiros do chamado “Grupo de São Carlos”.

O desempenho estrutural da **argamassa armada** permite seu emprego em grandes construções como a do Reservatório de 2,7 milhões de litros (São Carlos-SP). As Ilustrações abaixo permitem uma visão acerca deste tipo de Ferrocimento:



ILUSTRAÇÃO 15: TELHA EM CANALETA



ILUSTRAÇÃO 16: PISCINA EM FORMATO FEIJÃO



ILUSTRAÇÃO 17: RESIDÊNCIA DO PROFESSOR ARNALDO RIBEIRO

## 1.6 – Ferrocimento Artesanal

O método de construção utilizado por Lambot denomina-se **Ferrocimento artesanal**. Semelhante à taipa, dispensa o uso de fôrmas e outros equipamentos.

O **Ferrocimento artesanal** é considerado uma das tecnologias mais adequadas a países em desenvolvimento, como o Brasil, porque além de ser facilmente assimilável é também criador de muitos postos de trabalho para ocupação de mão-de-obra.

Uma das maiores vantagens do **ferrocimento artesanal** é a sua construção em forma livre. Esta propriedade permite construir, com ferrocimento, as famosas superfícies laminares de dupla curvatura, difíceis de construir em alvenaria, concreto armado, estrutura metálica ou madeira.

## 1.7 – Forma, Aramado e Argamassa

**Forma, aramado e argamassa** são os três principais responsáveis pela resistência e impermeabilidade do ferrocimento.

A **forma** tem importância primordial na resistência das peças porque, sendo muito finas (1,5 a 3,5 centímetros de espessura), funcionam de modo semelhante ao de uma folha de cartolina (ILUSTRAÇÕES 18, 19 e 20).

O **aramado** é o responsável pela graduação da resistência da peça. É sempre constituído de fios finos e próximos uns dos outros. Assim, se previne o futuro aparecimento de rachaduras (ILUSTRAÇÃO 21 e 22).

A **argamassa** é a principal responsável pela impermeabilidade e proteção do ferrocimento. Geralmente, é preparada com uma parte de cimento e duas de areia. Convém chamar a atenção, aqui, para a importância da quantidade certa de água para o preparo da mistura (ILUSTRAÇÃO 23 e 24).





ILUSTRAÇÃO 18, 19 e 20: ASPECTO FINO DA FORMA



ILUSTRAÇÃO 21 e 22: ALGUNS TIPOS DE ARAMADO



ILUSTRAÇÃO 23 e 24: PREPARO DA ARGAMASSA

OBS: forma, aramado e argamassa serão estudados nos capítulos 2, 3 e 4, respectivamente.

### 1.8 – Versatilidade de Aplicação

O ferrocimento possui grande variedade de aplicações. As fotos das páginas anteriores servem para dar uma ideia do que é possível construir com ferrocimento. Além disso, também pode ser empregado como tecnologia de restaurações, aproveitamento de refugos e, ainda, para fins artísticos. Os Capítulos

seguintes explicarão melhor o assunto, descrevendo diversos casos de aplicações em saneamento, habitação, alimentação, infraestrutura rural e em trabalhos artísticos.

### 1.9 – Apropriação de Custos

O ferrocimento PODE ser empregado em muitos casos, mas, se CONVÉM emprega-lo, é outra estória. Depende não só do que se pretende construir, como também das condições locais na época da execução, relativas principalmente a materiais e mão de obra.

Sempre se deve ter o cuidado de comparar o ferrocimento com outras tecnologias a fim de aplicá-lo apenas quando for um bom negócio. O ferrocimento, como qualquer outra tecnologia, só deve ser aplicado dentro do respectivo espaço econômico. Este, ao longo do tempo, varia de um lugar para outro, em função dos preços. A TABELA 1 nos demonstra os custos aproximados de um reservatório de 12.000 Litros, extraídos de acordo com o segundo semestre de 2012.

TABELA 01 – CUSTO MÉDIO DOS MATERIAIS DE UM RESERVATÓRIO DE 12000 LITROS  
(VALORES APROXIMADOS)

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Ferro 4.2 (ferro para estribo)	16 barras	(+) R\$ 4.87	R\$ 77.92
Ferro Cimento	10 sacos	(+) R\$ 18.00	R\$ 180.00
Cal Hidratada CH III	04 sacos	(+) R\$ 8.00	R\$ 32.00
Tela de Segurança 05x15cm c/ 1 m de largura - arame 2.4 ou 2.7	12 metros	(+) R\$ 10.40	R\$ 124.80
Tela Hexagonal 12mm (ou 1/2') 1 m de largura - arame 2.4 ou 2.7	28 metros	(+) R\$ 5.00	R\$ 140.00
Sombrite (malha 6mm ou 50%) de 1 m de largura - arame 2.4 ou 2.7	12 metros	(+) R\$ 2.40 m <sup>2</sup>	R\$ 28.80
Arame Recozido	2 Kg	(+) R\$ 8.00	R\$ 16.00
Areia Fina Lavada (de boa qualidade)	60.00 m <sup>3</sup>	(+) R\$ 75	R\$ 60.00
Plástico preto tipo filme 6m de larg.	04 metros	(+) R\$ 16.00	(+) R\$ 16.00
Cola impermeabilizante Rodopás 503 ou 512	01 litro	(+) R\$ 17.00	(+) R\$ 17.00
Impermeabilizante VIAPLUS	01 Caixa 25 Kg	(+) R\$ 40.00	(+) R\$ 40.00
Diesel	05 litros	(+) R\$ 10.00	(+) R\$ 10.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>R\$ 742.52</b>
Terra arenosa (sem matéria orgânica)	2 m <sup>3</sup>	Utilizar a do próprio local	
Cano PVC 50mm para entrada e saída de água	03 metros	Não Cotado*	
Registro esférico PVC 50mm	01 unidade	Não Cotado*	
Flange 50mm saída de água	01 unidade	Não Cotado*	
Flange 32mm entrada de água	01 unidade	Não Cotado*	
“T” 50mm PVC liso	01 unidade	Não Cotado*	
Curva lisa PVC 50mm	01 unidade	Não Cotado*	
Óleo queimado (automotivo)	05 litros	Não Cotado*	

\* Alguns valores não foram cotados acima porque o uso destes depende da aplicabilidade do reservatório.

### 1.10 – Comparação com Outras Tecnologias

A melhor tecnologia para executar uma construção tem **LOCAL**, **DATA** e **CUSTOS** adequados. Isso significa que a melhor tecnologia em um lugar que não existe uma mão de obra e materiais com custos

adequados, inviabiliza o produto final. Pode ser que em outra circunstância ela se torna mais viável. De qualquer forma os custos serão sempre o fator mais preponderante.

O construtor consciente precisa decidir, criteriosamente, qual tecnologia é a mais adequada em cada caso.

## 2. Importância da forma

A forma tem uma importância fundamental nas estruturas laminares, isto é, aquelas que são constituídas por lâminas (de aço, alumínio, fibra de vidro, ferrocimento, etc.).

Estruturas laminares resistem pela forma enquanto que as estruturas maciças resistem pela força.

Para melhor compreensão, estudaremos a seguir os principais esforços, a resistência pela forma e como evitar concentrações de esforços.

Ao fim do capítulo serão apresentados alguns conselhos tirados da velha olaria, da natureza e vantagens da dupla curvatura.

### 2.1 – Principais Esforços

Os esforços geralmente calculados nas estruturas são os de tração, compressão, flexão, cisalhamento e torsão. Estudaremos apenas os três primeiros.

A **tração** é o esforço que tende a separar o material (ILUSTRAÇÃO 25). A **compressão** é esforço contrário, ou seja, tende a comprimi-lo (ILUSTRAÇÃO 26). O esforço de **flexão** tende a envergar a peça (ILUSTRAÇÃO 27).

Como se vê, a peça maciça resiste aos três tipos de esforços de acordo com a resistência do material. Mas a peça laminar, quando é plana, não resiste ao esforço de compressão nem de flexão, a exemplo da folha de cartolina ilustrada. Mas, se soubermos encurvar essa mesma folha, então ela poderá resistir aos três esforços.

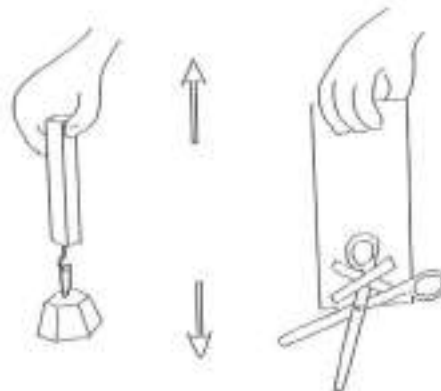


ILUSTRAÇÃO 25: TRAÇÃO EM PEÇA MACIÇA E EM PEÇA LAMINAR

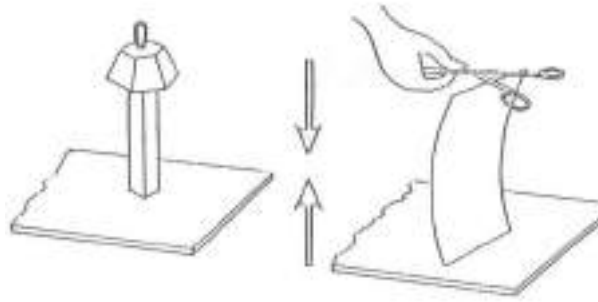


ILUSTRAÇÃO 26: COMPRESSÃO EM PEÇA MACIÇA E EM PEÇA LAMINAR

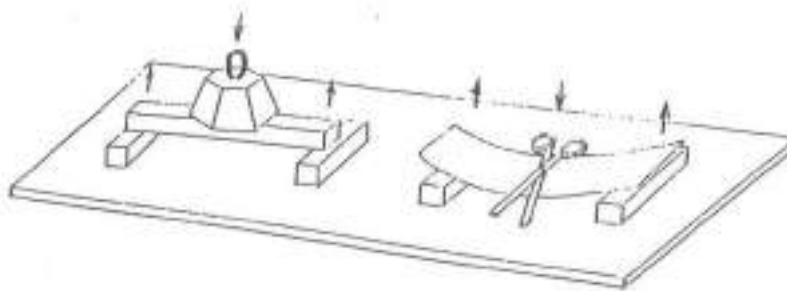


ILUSTRAÇÃO 27: FLEXÃO EM PEÇA MACIÇA E EM PEÇA LAMINAR

## 2.2 – Resistência da Forma:

As ilustrações abaixo mostram como fazer uma lâmina resistir aos esforços de compressão e flexão por meio de dobras ou encurvamentos. Isso provoca uma ALTURA para a lâmina, que assim passa a funcionar de modo semelhante ao de uma peça maciça (ver casos 2 e 3 da ILUSTRAÇÃO 28).

Os exemplos mostram que superfícies planas são desaconselháveis para resistir a esforços de compressão ou flexão em peças laminares. Nesses casos, deve-se engrossar a lâmina, aumentando-se-lhe a altura por dobragem ou encurvamento. (ILUSTRAÇÃO 29)

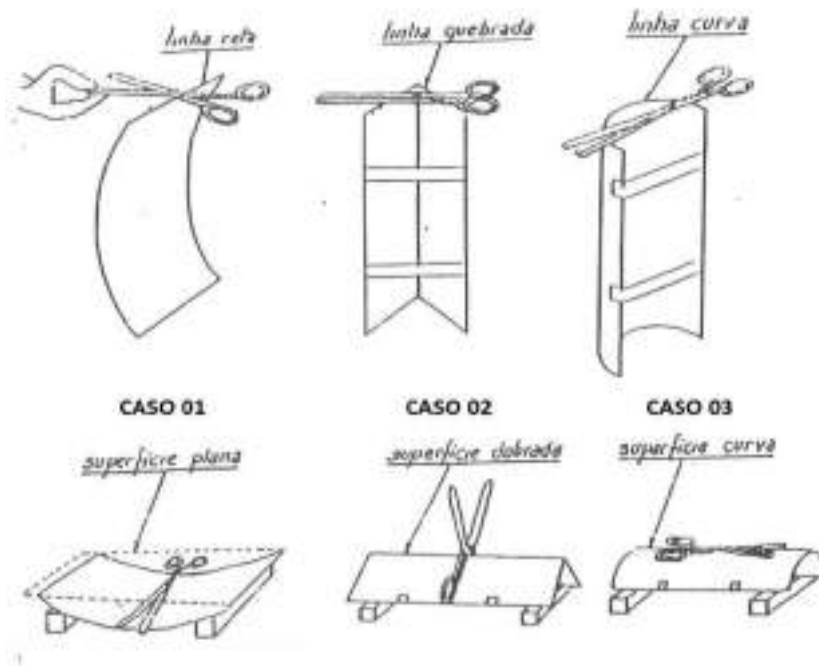


ILUSTRAÇÃO 28: A LÂMINA PASSA A RESISTIR POR MEIO DE DOBRAS OU ENCURVAMENTO



ILUSTRAÇÃO 29: RESISTÊNCIA OBTIVA COM FORMAS ALTEADAS

### 2.3 – Concentradores de Esforços:

Nas estruturas laminares, as arestas (ou quinas) são concentradores naturais de esforços. Ocorrem quando a lâmina é dobrada bruscamente como no caso 2 da seção anterior.

Quando a peça é submetida a cargas, os esforços distribuídos na superfície A entram em confronto com os esforços distribuídos na superfície B, exatamente na aresta. Conforme a natureza dos esforços dessas duas superfícies, a peça poderá se partir no lugar de mudança brusca de direção, ou seja, na aresta. Por isso, convém evita-la através de uma concordância como mostra a ILUSTRAÇÃO 30.

Do mesmo modo, três ou mais arestas podem concorrer para formar um **CANTO** ou **PONTA** que, em consequência, também devem ser evitados.

**Arredondar arestas e cantos** constitui excelente regra para construção de estruturas laminares.

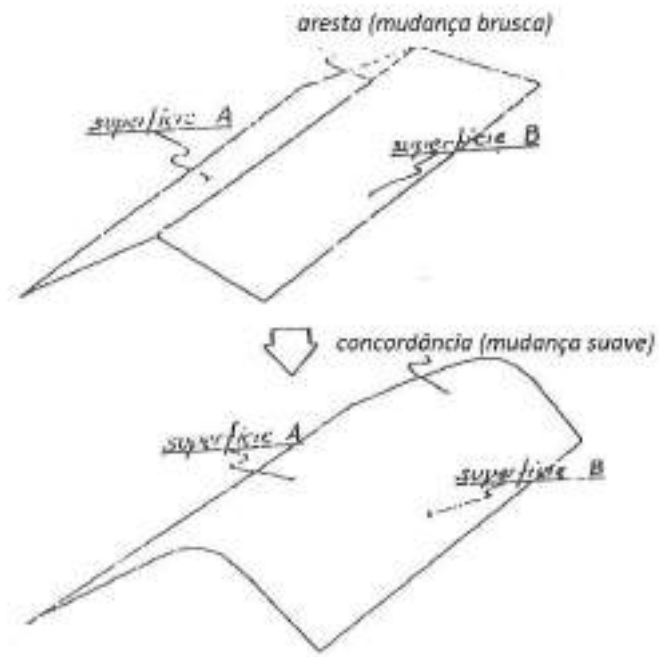


ILUSTRAÇÃO 30: EVITANDO AS ARESTAS POR MEIO DE UMA CONCORDÂNCIA

## 2.4 – Lições da “Velha” Olaria

Das lições anteriores chega-se à seguinte conclusão: planos, arestas e cantos não são aconselháveis para estruturas laminares. Estas, salvo raras exceções, deveriam ser totalmente curvilíneas, de preferência.

Tomemos como exemplo os recipientes de barro feitos pelos oleiros. Trabalhando segundo ensinamentos milenares da profissão (ILUSTRAÇÃO 31), jamais fabricam peças de olaria como as da ILUSTRAÇÃO 32. Agora, você já sabe por quê.

Mesmo se tratando de lâminas muito resistentes como as de aço, as respectivas estruturas sempre devem evitar faces planas. (ILUSTRAÇÃO 33)

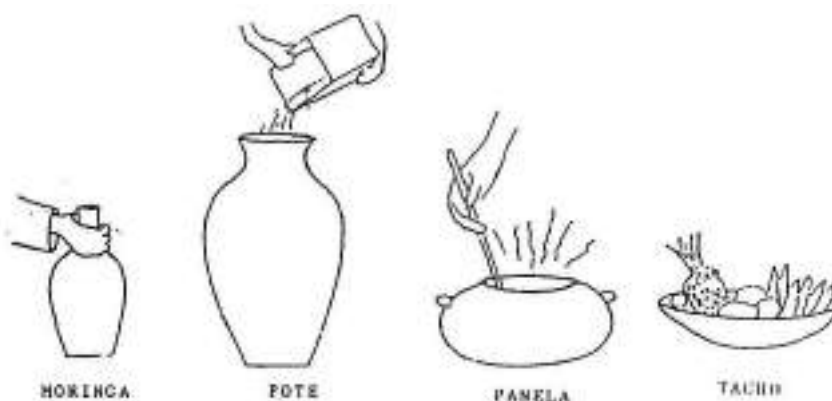


ILUSTRAÇÃO 31: O QUE SE VÊ NA NATUREZA

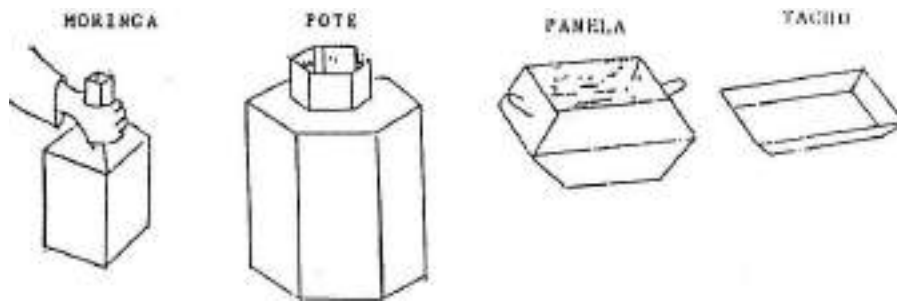


ILUSTRAÇÃO 32: O QUE NÃO SE VÊ NA NATUREZA

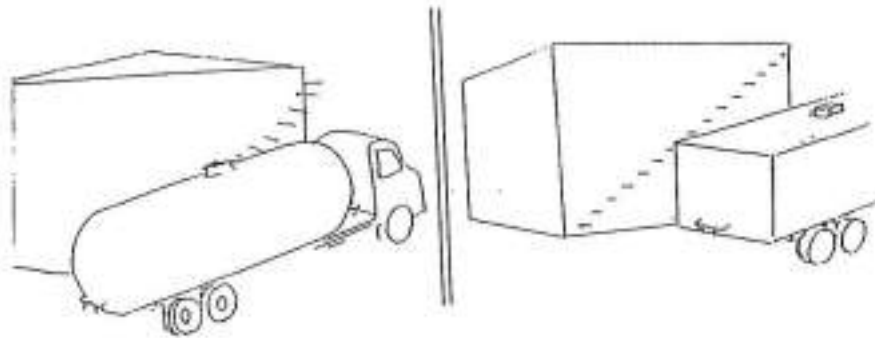


ILUSTRAÇÃO 33: O QUE SE VÊ E O QUE NÃO SE VÊ NA NATUREZA

## 2.5 – Lições da Natureza

A natureza, sendo perfeita, as suas lições também o são. Dê um passeio pelo campo e observe. Estruturas planas, como as dos cristais, são muito raras. As estruturas naturais são quase todas arredondadas. (ILUSTRAÇÃO 34)

A natureza é concordante, não dá saltos. Observe o seu próprio corpo, os corpos dos animais, os frutos, as sementes, as árvores. Olhe para o céu e não verá nada quadrado. Até parece que os únicos “quadrados” somos nós mesmos. (ILUSTRAÇÃO 35)

As árvores são curvilíneas, mas nossos móveis de madeira não o são. Isso se dá porque serramos as árvores retilineamente para fazer tábuas, pranchões, linhas, etc. As paredes de nossa casa também são planas em decorrência do processo de construção. E, para introduzir mais retas e planos na vida da humanidade, encontram-se a régua e o esquadro nas pranchetas do mundo inteiro. Mas, se prestarmos bem atenção à natureza, dela receberemos uma “redonda” lição.



CABAÇA

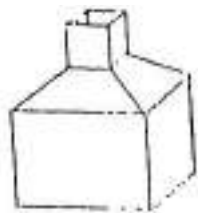


OVO



CASA DE JOÃO DE BARRO

ILUSTRAÇÃO 34: O QUE SE ENCONTRA NA NATUREZA



CABRÇA



OVO



CASA DE JOÃO DE BARRO



RAMBU

ILUSTRAÇÃO 35: O QUE NÃO SE ENCONTRA NA NATUREZA

## 2.6 – Exemplos de Superfícies Planas, de Curvaturas Simples e Dupla



ILUSTRAÇÃO 36 e 37: CONSTRUÇÃO DE SUPERFÍCIES PLANAS



ILUSTRAÇÃO 38: CONSTRUÇÃO DE SUPERFÍCIES DE CURVATURA SIMPLES



ILUSTRAÇÃO 39: SUPERFÍCIE DE DUPLA CURVATURA

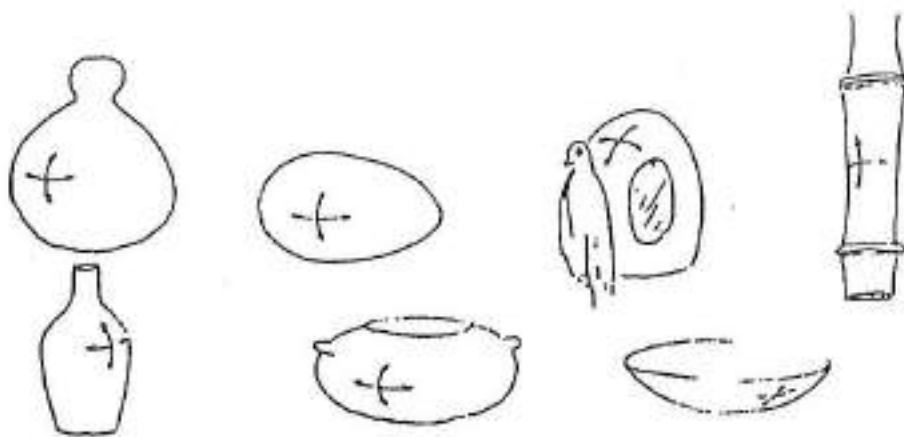


ILUSTRAÇÃO 40: SUPERFÍCIES DE DUPLA CURVATURA

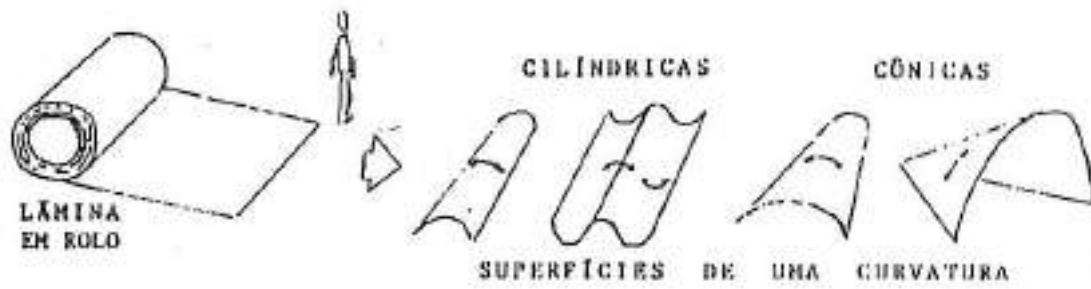


ILUSTRAÇÃO 41: CONSTRUÇÃO DE SUPERFÍCIES DE UMA CURVATURA



ILUSTRAÇÃO 42: CONSTRUÇÃO DE SUPERFÍCIES DE DUPLA CURVATURA



ILUSTRAÇÃO 43: ZOOLOGICO DE BRASÍLIA (PISCINA DO TAMANDUÁ)

EXEMPLO DE SUPERFÍCIE DE CURVATURA DUPLA



ILUSTRAÇÃO 44: ZOOLOGICO DE BRASÍLIA

CONSTRUÇÃO DE SUPERFÍCIE DE DUPLA CURVATURA

### 3. O Aramado

Uma vez escolhido o formato daquilo que se deseja construir, preferencialmente curvilíneo e sem arestas, a construção se inicia com o **aramado**.

O aramado, maior responsável pela resistência do ferrocimento, consiste de uma malha de sustentação e de telas interligadas entre si.

O **peso** e a **distribuição** do aramado por metro quadrado são dois pontos importantes a considerar.

As telas industrializadas geralmente constituem o item mais caro do ferrocimento. Por isso, convém substituí-los, sempre que possível, por arames comprados em rolos.

Se a escolha de um bom formato é o primeiro passo para construir uma estrutura laminar, o aramado é o primeiro passo para uma construção de ferrocimento.



ILUSTRAÇÃO 45: ARMAÇÃO PARA RESERVATÓRIO DE 12000 LITROS (ARCABOUÇO TELADO)

#### 3.1 – Malha de Sustentação

A **malha de sustentação** serve para se obter o formato desejado e, como o nome indica, para sustentar a tela e a argamassa fresca. (ILUSTRAÇÃO 46)

A malha é feita com ferros finos de construção unidos uns aos outros com laços de arame (ILUSTRAÇÃO 47). Os ferros de construção mais finos, comumente encontrados no comércio, variam de 3,4mm a 6,3mm (1/4"). Para uni-los, utiliza-se normalmente o arame recozido número 18.

Em grandes peças (jarros etc.) podem-se usar arames mais grossos para sustentação (número 12 ou 14) e arames mais finos para união. A TABELA 2 mostra os ferros e arames mais utilizados no ferrocimento artesanal.

A malha de sustentação pode ser dispensada em certos casos quando o ferrocimento funciona apenas como camada impermeabilizante, sem efeito estrutural (barragens de terra, canais de irrigação etc.).

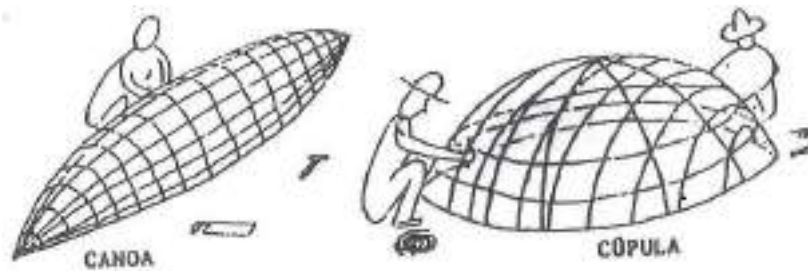


ILUSTRAÇÃO 46: A MALHA DE SUSTENTAÇÃO MANTÉM A FORMA FINAL DA PEÇA

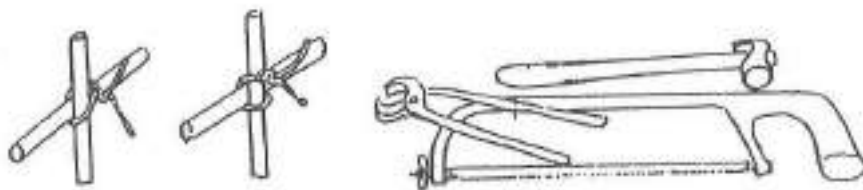


ILUSTRAÇÃO 47: MODOS DE UNIÃO E FERRAMENTAS MAIS UTILIZADAS

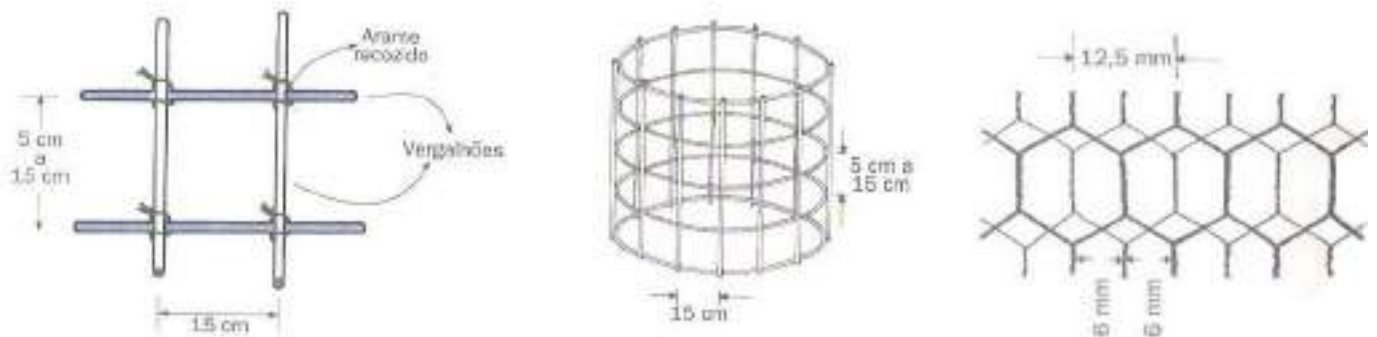


ILUSTRAÇÃO 48 a 50: MEDIDAS DO ARAMADO<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Imagens extraídas da obra **Guia de Construções Rurais à base de cimento** - Fascículo 2: Como usar os materiais. Produzido pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

TABELA 2: FERROS E ARAMES MAIS UTILIZADOS

	Nomenclatura	Diâmetro (mm)	Peso por metro (g)
<b>FERROS DE CONSTRUÇÃO</b>	Ferro de 1/4"	6,3	250
	Ferro de 3/16"	5,0	160
	Ferro de 4,2mm	4,2	108
<b>ARAMES DE AÇO OVALADO</b>	3,4mm x 2,7mm	3,0	57
	3,0mm x 2,4mm	2,7	44
	2,7mm x 2,2mm	2,4	37
<b>ARAMES Numeração BWG)</b>	2,7 x 2,2	2,4	37
	14 (Nº BWG)	2,10	27,2
	16	1,65	16,8
	18	1,25	9,6
	20	0,89	4,9
	22	0,71	3,1
	24	0,56	1,9

### 3.2 – Peso do Aramado

Se denominássemos a armadura de sustentação de “esqueleto”, o aramado corresponderia à musculatura. Então, quanto maior for o peso dos músculos, mais forte será o ferrocimento. Essa analogia serve para se compreender melhor o sentido da indicação abaixo, feita sem qualquer caráter técnico (TABELA 3).

As construções de ferrocimento artesanal usam de 1 a 2 Kg de arame, por metro quadrado, para cada centímetro de espessura da chapa. Se você fosse construir com uma espessura de 2 centímetros, então teria de usar 2 a 4 Kg, por metro quadrado.

Para saber quantos metros correspondem 1 Kg de arame nas diferentes bitolas, veja a TABELA 4.

TABELA 3: PESO DE ARAMADO POR m<sup>2</sup> PARA CADA CENTÍMETRO DE ESPESSURA

Peso do Aramado p/metro quadrado	Referência	APLICAÇÕES
<b>De 1 a 2 Kg</b>	Baixa	Uso Artesanal - Obras de Pequeno Vulto
<b>De 2 a 4 Kg</b>	Média	Uso de Engenharia - Obras de Porte Médio
<b>Mais de 4 Kg</b>	Alta	Uso de Engenharia - Grandes Estruturas - Peças de Alta Resistência

TABELA 4: COMPRIMENTOS DE 1 KG DE FERROS E ARAMES

	Nomenclatura	Comprimento por quilo, em metros
<b>FERROS DE CONSTRUÇÃO</b>	Ferro de 1/4"	4,0
	Ferro de 3/16"	7,1
	Ferro de 4,2mm	9,2
<b>ARAMES DE AÇO OVALADO</b>	3,4mm x 2,7mm	17,7
	3,0mm x 2,4mm	22,6
	2,7mm x 2,2mm	27,3
<b>ARAMES Numeração BWG)</b>	14	61
	16	63
	18	110
	20	220
	22	350
	24	570

### 3.3 – Distribuição do Peso

O ferrocimento é um composto. Ferro e cimento precisam estar muito próximos, para intercâmbio de suas propriedades.

Consideremos a superfície de aderência de uma peça de ferro dentro da argamassa. Se serrarmos essa peça ao meio surgirão duas novas superfícies. Se serrarmos outra vez obteremos uma superfície total igual ao dobro da inicial. Continuando com esse processo, obteremos uma superfície de aderência cada vez maior do ferro com a argamassa e uma distribuição de peso cada vez melhor.

O aramado do ferrocimento precisa, pois, ser finamente subdividido e distribuído. Alguns construtores adotam a chamada Regra dos Três Milímetros: **nenhum ponto da argamassa deve afastar-se mais de 6 mm de um arame.**<sup>4</sup>

Agora, você já sabe o que fazer com o peso do aramado por m<sup>2</sup>: subdividi-lo e distribuí-lo até obedecer à regra (ILUSTRAÇÃO 51).

<sup>4</sup> Três milímetros ao quadrado são nove milímetros. Trabalhando com uma tela de área de 12mm, você terá que compensar com uma tela dobrada ou com um sombrite 50%, ou seja, 6mm (ver item 3.6.1 – Telas de Náilon).

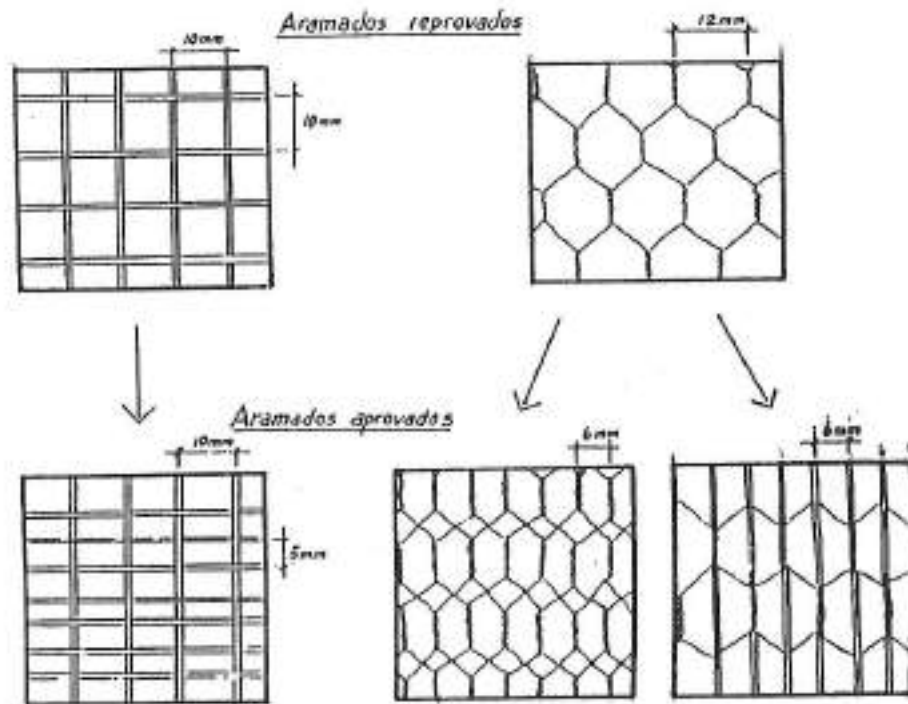


ILUSTRAÇÃO 51: ARAMADOS REPROVADOS E APROVADOS PELA REGRA DOS TRÊS MILÍMETROS

### 3.4 – Telas Industriais

As telas industriais economizam muita mão de obra na execução do aramado. Existe grande variedade de tipos no comércio. O aramado pode ser construído com um único tipo de tela ou com uma combinação de tipos diferentes.

Como os preços variam de um lugar a outro, prevalece na escolha, normalmente, a maneira mais econômica de se atender aos dois pré-requisitos básicos do aramado: **peso** e **distribuição** por m<sup>2</sup>.

Em aramados de dupla curvatura as telas entrelaçadas ou soldadas podem causar dificuldades. Provavelmente por essa razão é que as telas hexagonais obtiveram maior popularidade para ferrocimento artesanal em todo o mundo.

### 3.5 – Telas Artesanais

De modo semelhante às telas artesanais, há grande variedade de modos de ligação (pontos) do aramado. Em primeiro lugar, convém distinguir os nós (ou pontos) empregados na ferragem de sustentação daqueles que servem para prender as telas (ILUSTRAÇÕES 52 e 53). Os primeiros são mais firmes, para impedirem os ferros de deslizarem, ao passo que os segundos servem para fazer as telas se acomodarem ao formato da armadura de sustentação, e também para uniformizar a espessura do conjunto.

Durante o ponteamto deve-se ter em mente que a argamassa poderá ser aplicada à mão, e, por isso, as pontas dos nós devem ser grandes para facilitar seu recolhimento ou cortadas próximo à base para evitar o aparecimento a fim de evitar ferimentos ou eventuais vazamentos, os quais dificultam o acabamento externo da peça. (ILUSTRAÇÃO 54).



ILUSTRAÇÃO 52 e 53: PONTOS DE SUSTENTAÇÃO E DE CONFORMAÇÃO



ILUSTRAÇÃO 54: AS PONTAS DEVEM SER RECOLHIDAS PARA NÃO CAUSAR FERIMENTOS E MELHORAR O ACABAMENTO

### 3.6 – Fibras e Telas de Náilon e Aproveitamento de Sobras de Arames

#### 3.6.1 - Telas de Náilon

Constatou-se que, para efeitos de contenção da argamassa do traço 2:1 areia/cimento, a introdução de telas de náilon com abertura 5 a 6 milímetros (tipo sombrite 50%) tem produzido bons resultados, como forma de conter a aplicação da primeira camada de argamassa, a qual geralmente seria desperdiçada, com o excesso que cai do outro lado das paredes verticais do arcabouço. A introdução da tela de náilon deve merecer cuidados especiais quanto a sua fixação, de modo que ela seja aplicada numa tela complementar soldada ou costurada, **tensionando a tela de náilon em todos os sentidos.**



ILUSTRAÇÃO 55: TELA SOMBRITE (TENSIONADA EM TODOS OS SENTIDOS) ASSOCIADA À  
TELA DE AÇO ARAME 2.4



ILUSTRAÇÃO 56: TELA SOMBRITE + TELA DE AÇO ARAME 2.4 MAIS TELA HEXAGONAL 12  
MM (1/2') ARAME 24)

**Atenção:**

Outro cuidado que se deve ter com as telas de náilon é que as superfícies devem ser costuradas com arame recosido e as extremidades das paredes deverão ser completamente recobertas evitando-se, assim, a exposição desse material a intempéries.

Há quem conteste a introdução de telas de náilon, nesse caso, siga-se o procedimento normal aplicável a superfícies com telas e aramados.

A introdução desses materiais só foi aplicada, experimentalmente, em reservatórios cuja coluna d'água não excede a 2 metros de altura, com base de sustentação muito bem compactada em solos estabilizados (aplicação de traços em solocalcamento estruturado).<sup>5</sup>

### **3.7.1 - Sobras do Aramado**

Pode-se introduzir no aramado pedaços de arame ou de ferros de sustentação em locais que necessitem de reforço (por exemplo: o fundo ou a base dos reservatórios).

Segundo a mesma ideia, também se pode introduzir pedacinhos de arame na argamassa durante a sua preparação (somente na base do reservatório). Quando esta for aplicada, o aramado original ficará com seu peso acrescido do peso dos pedacinhos que, em consequência, propiciarão aumento de resistência. Esses pedacinhos são geralmente curtos (1 a 3 cm) para não dificultar a aplicação da argamassa.

---

<sup>5</sup> O maior reservatório que construímos com essa tela foi no projeto Piscicultura Integrada, com capacidade para 47.000 Litros, com 7.8 metros de diâmetro e 1 metro de altura.

## 4. A Argamassa

A **argamassa** é a grande responsável pela consolidação do conjunto, de modo a se obter um ferrocimento **resistente e impermeável**.

Escolhido o **formato**, e executado o **aramado** de acordo com as explicações dos capítulos precedentes, resta agora consolidá-los.

A qualidade da consolidação final depende de outras **quatro qualidades**: **1.** dos **materiais** (cimento, areia e água); **2.** do **preparo**; **3.** da **aplicação** e, muito importante, **4.** da **cura** da argamassa.

### 4.1 – O Cimento

Utiliza-se normalmente o cimento Portland comum, cujas características são especificadas em normas técnicas de uso obrigatório segundo os tipos: CP – II-32.<sup>6</sup>

**AQUISIÇÃO** – O tipo que mais se encontra à venda é o CP – II-32.<sup>7</sup> Como o cimento é posto no comércio sob controle de qualidade, poucas são as providências que você deve tomar para adquiri-lo:

- 1º - Procurar comerciante idôneo;
- 2º - Indagar se o cimento é novo (validade – 30 dias);
- 3º - Verificar se a embalagem está perfeita e seca;
- 4ª – Fofar o saco para sentir se o cimento não está empedrado.

Se todos esses quatro itens forem satisfeitos, então o saco poderá ser aceito (ILUSTRAÇÃO 57).

**MANUTENÇÃO** – Ao adquirir um saco nas condições acima, tome os seguintes cuidados para melhor conservação do cimento: **1º)** Ponha o saco de cimento dentro de saco plástico e amarre a boca; **2º)** Guarde-o em local seco de preferência sobre madeira ou palha; **3º)** Só abra o saco na ocasião de retirar o cimento, fechando-o em seguida; **4º)** Para retirar o cimento, use recipiente bem seco, sem vestígios de outros produtos. (ILUSTRAÇÃO 58)

---

<sup>6</sup> Outros tipos de cimento só devem ser empregados sob orientação técnica.

<sup>7</sup> O número 32 refere-se à resistência mínima que o cimento alcança, 28 dias após a sua utilização.

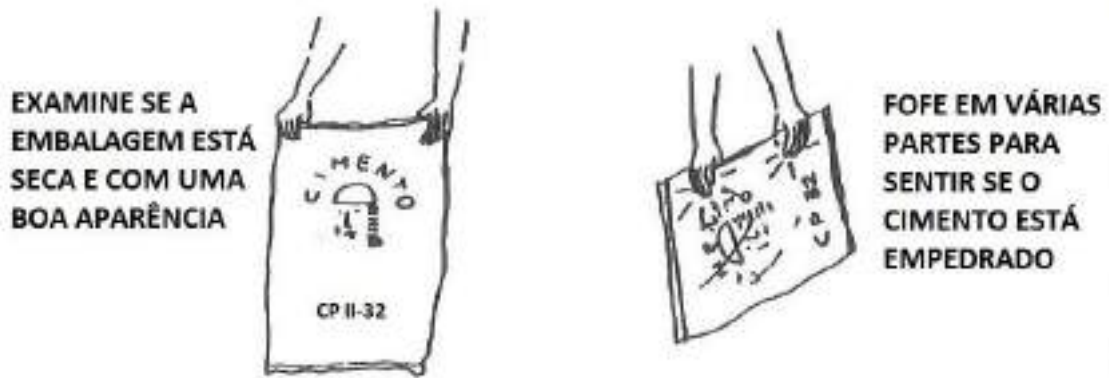


ILUSTRAÇÃO 57: CIMENTO PORTLAND MAIS ENCONTRADO NO COMÉRCIO (SACO DE 50 KG)



ILUSTRAÇÃO 58: CUIDADOS PARA CONSERVAÇÃO DO CIMENTO

O cimento passa por um rigoroso controle de qualidade em seu processo de fabricação. Sua qualidade final é aferida pela ABCP, que verifica se ele atende às exigências das NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS.

#### 4.2 – A Areia

A areia é o componente que ocupa o maior volume do ferrocimento. Seu papel é muito importante na resistência final.

Os grãos devem ser resistentes, isentos de pó, impurezas e, sobretudo, de matérias orgânicas. O formato do grão não deve ser laminar nem pontiagudo, mas arredondado. (ILUSTRAÇÃO 59).

A areia de rio geralmente satisfaz porque o grão é quase sempre resistente, arredondado e isento de poeira e de impurezas quando coletada na época em que as águas do rio estão limpas. Durante as enxurradas não convém coletar areia.

A areia do ferrocimento não deve ser fina. Use somente a chamada “areia grossa” de rio, bem limpa. Se contiver grãos muito graúdos, difíceis de penetrar no aramado, deve-se peneirá-la.

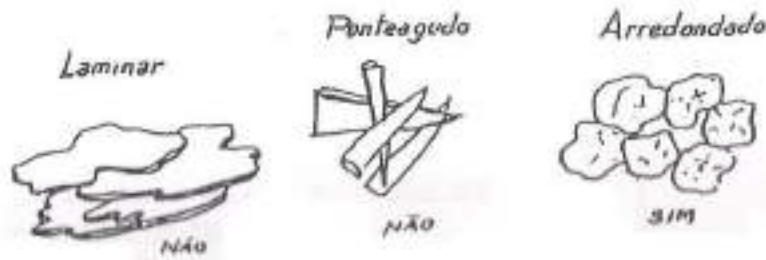


ILUSTRAÇÃO 59: FORMATOS DE GRÃOS DE AREIA

### 4.3 – A Água

Usualmente, a água boa para beber também é boa para o ferrocimento. Não se deve utilizar água salgada nem água suja.

A qualidade da água é importante porque, no instante em que se mistura ao cimento, inicia-se uma atividade físico-química que se prolonga por muitos anos. Quaisquer impurezas que possam prejudicar essa atividade invisível, fatalmente comprometerá o futuro desempenho do ferrocimento.

A água é tão importante que, além da boa qualidade ela precisa ter uma dosagem certa no preparo da argamassa, conforme será explicado na seção 4.4.

### 4.4 – Proporções e Preparo

A proporção usual para o preparo da argamassa é uma parte de cimento para duas de areia. (ILUSTRAÇÃO 60).

Depois de bem misturados, separa-se uma parte da mistura e adiciona-se água no restante, gradualmente, misturando sempre, até ficar **no ponto** de aplicação.

A determinação exata desse ponto só se pode fazer com recursos laboratoriais. Todavia, eis alguns procedimentos práticos para efeito de orientação. (ILUSTRAÇÃO 61)

1. Apanhe um punhado de mistura e aperte-o dentro da mão;
2. Se escorrer água entre os dedos é porque **tem água demais**. Use a mistura de reserva;
3. Se não escorrer água, abra a mão. Se as marcas dos dedos estiverem bem feitas é porque está **no ponto**. Quando partido ao meio, deve manter as duas partes íntegras;
4. Se as marcas não estiverem bem feitas ou o bolo quebradiço é porque **falta água**.

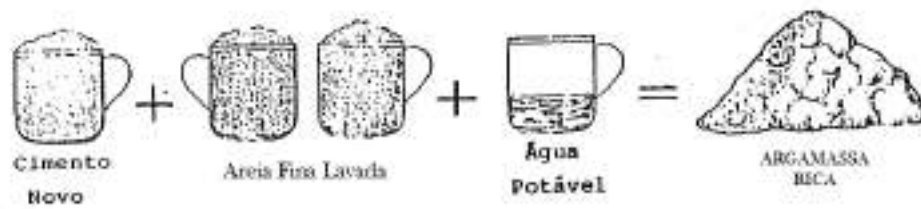


ILUSTRAÇÃO 60: PROPORÇÃO USUAL

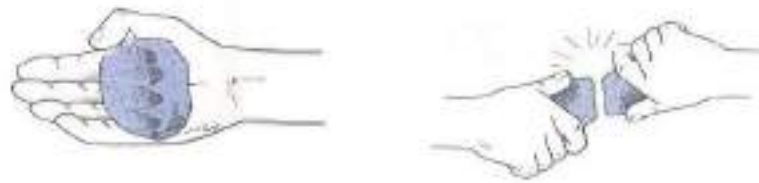
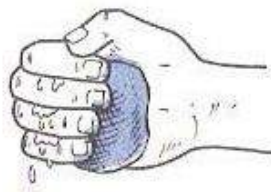


ILUSTRAÇÃO 61: Controle prático da umidade – RECOMENDADO



NÃO RECOMENDADO<sup>8</sup>

#### 4.5 – Aplicação

Depois de preparada a argamassa, leva-se para aplicação (ILUSTRAÇÃO 62 a 64).

Usualmente, a aplicação é feita por duas pessoas: uma para aplicar a massa e a outra para escorar o local de aplicação, com um pedaço de tábua. A aplicação deve começar de baixo para cima.

O mais importante durante o emassamento é não deixar vazios no interior da massa. Deve-se compactar bem o local com movimentos da mão enluvada, colher de pedreiro, desempenadeira, espátula ou qualquer outro recurso de compressão.

<sup>8</sup> Imagens extraídas da obra **Guia de Construções Rurais à base de cimento** - Fascículo 2: Como usar os materiais. Produzido pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

O acabamento pode ser feito depois do emassamento já endurecido, completando-se as irregularidades da superfície com nova argamassa que se vai espalhando e, a seguir, alisando com o auxílio de uma esponja.

Terminado o trabalho, dá-se início a uma tarefa importantíssima, mas frequentemente esquecida: a **cura**.

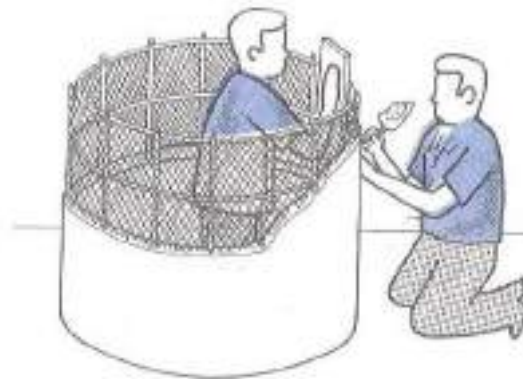


ILUSTRAÇÃO 62 a 64: PREPARANDO A APLICAÇÃO DA ARGAMASSA<sup>9</sup>



ILUSTRAÇÃO 65: ENQUANTO UM COMPRIME O OUTRO ESCORA

<sup>9</sup> Última imagem extraída da obra **Guia de Construções Rurais à base de cimento** - Fascículo 2: Como usar os materiais. Produzido pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

#### 4.6 – Importância da Cura

Concluído o emassamento e acabamento de uma peça, é como se tivesse nascido uma criança. Necessita de **proteção e amamentação**. (ILUSTRAÇÃO 66).

A **proteção** consiste em repouso absoluto da peça, preferencialmente à sombra, durante duas ou três semanas (ILUSTRAÇÃO 67). A **amamentação** (ILUSTRAÇÃO 68) consiste em manter a peça permanentemente úmida durante o mesmo período. Por isso, se diz, vulgarmente, que ferrocimento novo precisa de **repouso, sombra e água fresca**.

Tais cuidados são necessários porque, como foi dito anteriormente, ao se adicionar água ao cimento inicia-se uma reação físico-química de natureza intermolecular, que se prolonga durante anos, mas que é muito intensa durante as primeiras semanas. Ocorre desprendimento de calor, uma espécie de febre, que precisa ser combatida com o tratamento indicado.

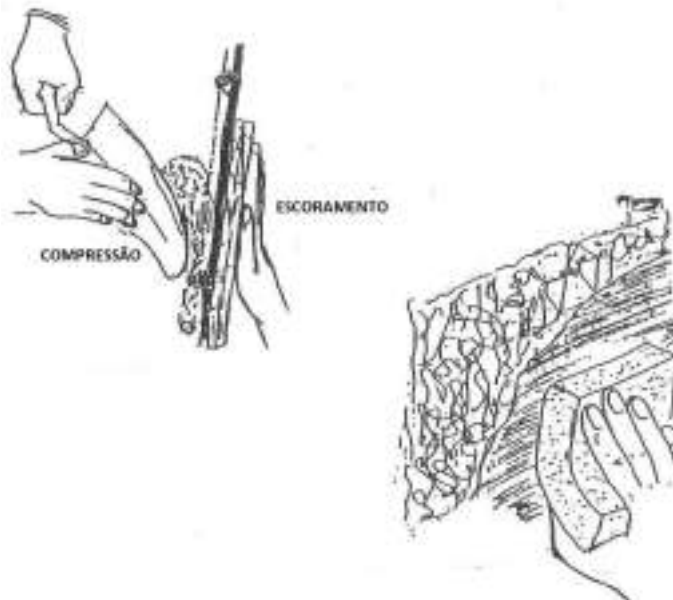


ILUSTRAÇÃO 66: EMASSAMENTO COMPACTO E ACABAMENTO



ILUSTRAÇÃO 67: CUBRA COM PANOS VELHOS, PALHAS, CAPIM, AREIA, ETC.

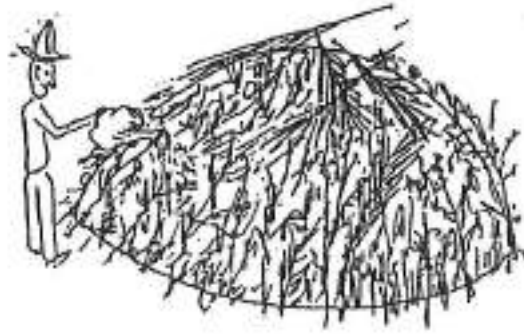


ILUSTRAÇÃO 68: MOLHE DE VEZ EM QUANDO PARA MANTER A UMIDADE DURANTE AS PRIMEIRAS SEMANAS.

#### 4.7 – Consertos

Consertar o ferrocimento é tão fácil como construí-lo.

A necessidade de consertos poderá ocorrer, ocasionalmente, em decorrência de pancadas fortes ou devido à presença de algum material estranho, quimicamente prejudicial ao cimento Portland.

Quando isso ocorrer, demarca-se a área afetada, e escarifica-se a argamassa até um pouco além da zona danificada.

Com isso, conserta-se o aramado com ou sem reforço, se for o caso, ou então, simplesmente, se faz o **emassamento, acabamento e cura** da área afetada, do mesmo modo utilizado na construção (ILUSTRAÇÃO 69). Pequenos consertos podem ser feitos usando uma pasta de cimento e areia fina (traça 1:1). Antes de aplicá-la deve-se escarificar (remover a argamassa antiga) e limpar bem o local a fim de assegurar boa adesão.

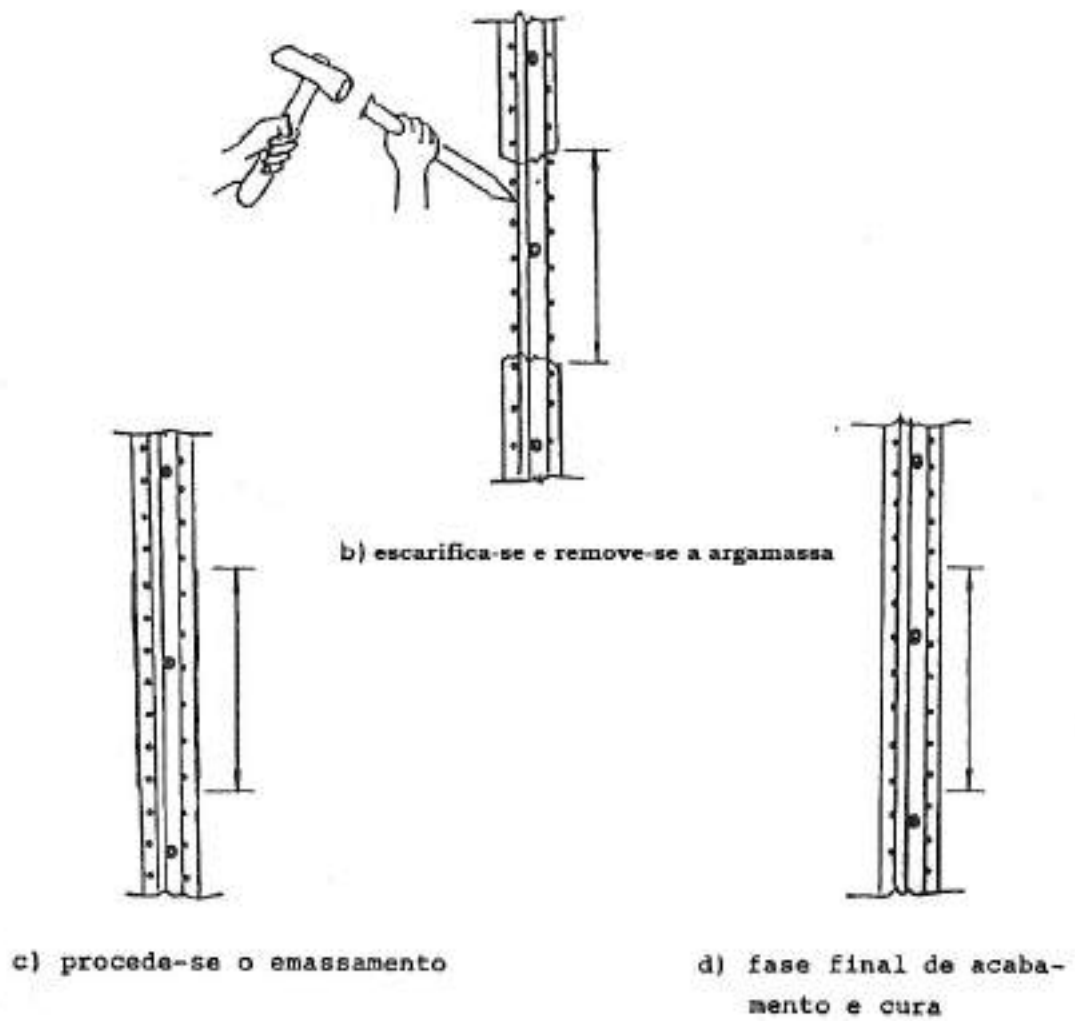


ILUSTRAÇÃO 69: CONserto DO FERROCIMENTO

## 5. Palavra Final

Escolhi o texto, abaixo, como reflexão final desse trabalho por duas razões:

A primeira está relacionada com a incrível capacidade que tem o homem do campo de adaptar-se e improvisar frente às situações provocadas pela necessidade de se *sobreviver no ambiente rural*. Não é à toa que eles vivem numa “fazenda”, isto é: sempre fazendo algo.

A segunda é que homenageio, com justiça, a **mulher do campo**: essa heroína anônima que exerce inúmeros papéis: mãe, dona de casa, trabalhadora rural e parceira dedicada dos empreendimentos do companheiro. Vamos, então, ao “conto”:

**Instrutor: Prof. ARNALDO RIBEIRO CERQUEIRA LIMA**

**Título: O SABÃO MÁGICO**

**Município: Gama – DF - Núcleo Rural Ponte Alta**

Nas minhas constantes andanças, como instrutor relembro um “causo real” daqueles que ficam na memória de um educador rural:

Senar-DF programara um curso de Fabricação de Produtos de Limpeza, pras bandas do Núcleo Rural Ponte Alta. Lá chegando, encontrei um grupo animado formado basicamente de mulheres. Logo que iniciamos a parte formal das apresentações, destacou-se, dentre elas, uma senhora, à qual chamarei D<sup>a</sup> Maria, (preservando sua privacidade). Ela destacava-se das demais pelo olhar vivaz, sempre curiosa, sorridente, com cara de “aluna pimenta malagueta”. Pimenta malagueta?! Sim, explico-me: na minha classificação pessoal de participantes observo três tipos de alunas:

- a) aluna “feijão com arroz” – é aquela que participa, está interessada, acaba o curso e replica em casa o que aconteceu no treinamento;
- b) aluna “pimenta de cheiro” – é aquele que participa, faz muitas perguntas, acha tudo interessante mas, na prática, pouco utiliza o que aprendeu;
- c) aluna “pimenta malagueta” é aquela que participa, está interessada, faz perguntas objetivas ( e até desconcertantes) – e, com certeza - vai “arder muito tempo” de tanto querer aplicar o que aprendeu.

Mesmo depois do curso, elas criam um canal de comunicação com o instrutor - relatam suas experiências, suas dúvidas e seus sucessos – de modo que passamos a ser assessores técnicos dessas heroínas do campo.

Dona Maria participou, então, interessadíssima. Pelos relatos, percebi que ela já sabia fazer sabão, aprendera empiricamente, contou-me que os resultados variavam: ora “dava certo”, ora “desandava”. Ao final do treinamento ela procurou-me, entusiasmada, prometendo que iria aplicar, metodicamente, tudo o que apreendera, dar-me-ia notícias dos resultados...

Não tardou muito: semana seguinte ao curso, telefona D<sup>a</sup> Maria informando que o seu companheiro sofrera acidente “desmontando um motor” (supus de imediato que veículo e mecânico eram movidos a álcool), “iria ficar uns tempos parado sem poder fazer nada” - isto correspondia a dizer que a renda da família iria apertar – e ela buscava formas de “sustentar a família”. Sugeri que fizesse dos produtos de limpeza “a Ponte Alta” para ajudar naquele momento...

Passaram-se uns tempos, nas minhas contas, ano e meio. Retornando, mais uma vez, por aquelas bandas, recebo a visita de D<sup>a</sup> Maria: toda serelepe num fusquinha reformado, me dizendo que se transformara numa microempresária de produtos de limpeza, graças ao “sabão mágico”!

“Sabão mágico”? Indaguei curioso: não me recordara de ter ensinado nenhum truque ou formulação que pudesse atribuir “poderes mágicos” ao sabão. Ao que ela, satisfazendo minha curiosidade, relatou:

“Na semana posterior ao “curso de sabão”, fui à luta: comprei uns trezentos e poucos reais de matéria prima básica pra fazer produtos de limpeza, juntei com outros tantos materiais da propriedade: gorduras usadas, banhas de porco e de galinha, folhas de mamão, abacate, babosa, melão de São Caetano etc... E botei a imaginação pra funcionar... Fiz uns tantos quilos de sabão em barra, de detergente, completei com outros tantos de amaciante pra roupas e “compartilhei”, rapidamente, os produtos com meus vizinhos de chácara, parentes, etc, até a sogra me ajudou! As “sobras” eu utilizei pra conquistar novos clientes: acondicionei os produtos em pequenas embalagens, que intitulei de “amostras de sabão mágico”. A estratégia era simples e eficiente: cada “cliente satisfeito”, porque comprovava a eficiência de meus produtos naturais, trazia novos parceiros.

Assim, de grão em grão, em pouco mais de seis meses, nem me dava ao trabalho de sair da chácara: a freguesia “fidelizada” – cento e tantos – vinha adquirir produtos na minha porta. O pagamento era diversificado: dois quilos de sabão por uma galinha, dois litros de amaciante por um balde de feijão, tinha gente que até pagava com dinheiro vivo!”

Segundo seu inusitado relato, ia sustentando a família, enquanto o maridão sarava... Como era de esperar, os negócios tendiam a ampliar-se: procurou, então, um químico que pudesse acompanhar e supervisionar seu promissor empreendimento, tratou dos papéis e dos registros competentes - pimba! Montou uma microempresa de produtos de limpeza.

Hoje ela administra um lava-jato “Sabão Mágico” (tinha que ser né?), limpando tratores, caminhões, picapes, automóveis, motos e até carroças.. No mesmo lugar comercializa uma linha de produtos de limpeza biodegradáveis. Dessa maneira dona Maria vai tocando sua vida...

Ah, já ia me esquecendo: o “maridão”, logo que se recuperou das dores, resolveu se acomodar no negócio da patroa e andou se “esfregando” com uma das freguesas, resultado: D<sup>a</sup> Maria passou um “sabão especial” nele (creio, com urtiga), e mandou o dito cujo se “ensaboar” noutra freguesia. Soube, de boa boca, que ela já está de marido novo, versão “companheiro trabalhador”... Por essas e outras vale a pena ser Instrutor do SENAR.

## 6. Referências Bibliográficas

1. ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland: **Guia de Construções Rurais à base de cimento - Fascículo 2: Como usar os materiais**
2. Beral, ANTÔNIO LUDOVICO. **Materiais para construções rurais**. Rio de Janeiro. Ed., 1991. (ISSN 85.216.0763-6)
3. Diógenes, ALEXANDRE. **Cartilha de Ferrocimento Artesanal**. Universidade Federal do Ceará – NUTEC
4. IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia: **Série Guias de Fontes de Informação nº 16 (1995) - Guia de Fontes de Informação em Tecnologias Apropriadas** (ISSN 0103-9229)
5. Lambot, JOSEPH LOUIS. **Guide des liants minéraux utilisés dans la construction et la restauration**
6. Lambot, JOSEPH LOUIS. **Ferciment-succedané Du Bois de Construction**
7. Nervi, PIER LUIGI. **Scienza o arte del costruire?**. Bussola, Rome, 1945.
8. Nervi, PIER LUIGI. **Construire correttamente**. Hoepli, Milan, 1954.
9. Nervi, PIER LUIGI. **Aesthetics and Technology in Building**. Cambridge, Mass, Harvard, 1966.

## 7. Para Saber Mais

1. EMATER-DF (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal)
2. HABITER (Fundação Pró-Habitar) – Recife/PE
3. GRET (Grupo de Pesquisa e Intercâmbio Tecnológico) – Fortaleza/CE
4. IPT (Instituto de pesquisas do Estado de São Paulo): Divisão de Engenharia Civil
5. NUTEC (Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial): Divisão de Tecnologia de Construção Civil (Órgão de fomento às ações de ciência e tecnologia do Estado do Ceará)
6. PADETEC (Parque de Desenvolvimento Tecnológico da UFC)
7. PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento)
8. SENAR/DF (Serviço nacional de aprendizagem rural do Distrito Federal)
9. Universidade do Estado da Bahia: Programa de Tecnologias da Habitação
10. UFV (Universidade de Viçosa): Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental – LESA

## Anexo I – Tabelas e orientações sobre confecções de reservatórios para piscicultura

TABELA 5 - Quadro demonstrativo e plano de corte de ferros e telas do reservatório do projeto PISCICULTURA INTEGRADA 45 mil litros e 7,60 de diâmetro

ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL	2 x Pi= 2 x 3,14 =6,28	DIÂM.	RAIO	PERIMETRO	CORTE	QUANT.	OBSERVAÇÕES
Ferro 5/16	6,28	7.60	3.80	23,86	<b>24,00</b>	01	Perímetro superior da parede vertical
4.2	6,28	7.60	3,80	23,86	<b>24,00</b>	01	<i>Perímetro da parede vertical e fundo</i>
4.2	6,28	7.4	3,60	22.60	<b>22,80</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6.28	6.8	3.40	21,35	<b>21,50</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	6.4	3.20	20,96	<b>21,15</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	6,0	3,0	18,84	<b>19,10</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6.28	5.6	2.80	17,58	<b>17,80</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	4.8	2.40	15.07	<b>15,25</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	4.4	2,2	13,81	<b>14,00</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	4,0	2,0	12.56	<b>12,70</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	3,60	1.80m	11.30	<b>12,00</b>	01	Anel concêntrico
4.2	6,28	2,80	1,40	8.79	<b>9,0</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	2,60	1,30	8,16	<b>8,40</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	2,20	1,10	6,90	<b>7,10</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6.28	1.80	0,90	5.65	<b>5,80</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	1,40	0,70	4,39	<b>4,60</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6.28	1.00	0,50	3,14	<b>3,35</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	0,80	0,40	2.51	<b>2,70</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	0,60	0,30	1,88	<b>2,10</b>	01	Anel concêntrico base
4.2	6,28	0,30	0,15	0,94	<b>1,20</b>	01	Anel concêntrico base
Ferro 4.2					<b>8 metros</b>	02	Raios Central fundo
Ferro 4.2					<b>4 metros</b>	08	Raios principais fundo
Ferro 4,2					<b>2,40 metro</b>	12	Raios secundários fundo
Ferro 4.2					<b>1,0 metro</b>	40	Raios terciários fundo
Ferro 4.2					<b>1,0 metro</b>	48	Raios parede vertical
Ferro 4.2					<b>24 metros</b>	03	Perímetro parede vertical
<b>Total Geral de ferros 4.2</b>							
Tela Prática					<b>24 metros</b>	01	Parede vertical
Tela hexagonal 1m					<b>24 metros</b>	01	Parede vertical
Tela hexagonal - 1.5					<b>8,0 metros</b>	06	Fundo do reservatório
Tela sombrite 1m largura					24 metros	01	Parede vertical
Plástico filme PVC 8m largura					08 metros	01	Círculo da base (fundo)

## Observações da tabela

### 1.0 – Fundo do reservatório:

1.1 - 01 anel externo (24 metros) e todos os anéis concêntricos devem ser fixados na tela hexagonal com o cruzamento dos raios primários e secundários;

1.2 - Os raios primários (08) e secundários (12, os terciários (40)) devem ser fixados na tela hexagonal, utilizando arame recosido, cruzando com os anéis externo (1) e concêntricos (21);

### 2.0 - Parede vertical:

2.1 - As telas segurança, sombrite e tela hexagonal devem ser agrupadas, mediante costura com arame recosido e adição dos ferros 4.2 de (1,10) espaçados de 0,5m em 0,5m;

2.2 - A montagem do conjunto acima descrito deve ser efetuada num espaço devidamente protegido contra resíduos de matéria orgânica como: fiapos, palha seca etc. causadores de eventuais fissuras ou pequenos vazamentos;

### 3.0 - Acoplamento do fundo do reservatório à parede vertical (Arcabouço completo):

3.1 - A junção do fundo do reservatório com a parede vertical deve ser efetuada com arame recosido, dobrado, em espaços de 20 cm, em toda a extensão do perímetro;

3.2 - Deve-se verificar e corrigir a existência de “barrigas” na extensão da parede vertical para manter todo o conjunto tensionado, sem eventuais aberturas ou falhas, dificultando a aplicação das camadas de argamassa;

3.3 - A tela hexagonal excedente do fundo do reservatório deve ser costurada, com arame recosido, bem com todas as pontas da base devem ser dobradas e costuradas à parede vertical;

3.4 - Esta operação exige muito cuidado dos operadores visto que as pontas das telas e dos ferros podem ferir ou causar pequenos cortes;

### 4.0 - Aplicação de Argamassa, impermeabilização e cura

4.1 - A aplicação da argamassa, traço 2:1, - areia cimento e água - deve ser efetuada em duas ou três etapas, sempre com espátulas ou colher de pedreiro, pressionando intensamente a argamassa ao encontro da parede vertical e fundo;

4.3 - Cada camada de aplicação de argamassa não deve exceder a um centímetro de espessura;

4.4 - Os operadores devem estar devidamente protegidos com EPIs adequados, tendo o cuidado de lavar bem as mãos e utensílios utilizados após a utilização;

4.5 - A cura do conjunto deve ser observada mediante a aplicação diária de 3 a 5 aplicações de água durante três a cinco dias;

4.6 - A impermeabilização deve ocorrer logo após a aplicação das camadas de argamassa, com uma solução de nata de cimento e água ou ainda com adição de cola emulsão PVA. Deve ser aplicada em 3 (três) camadas internamente e 1 (uma) externamente.

4.7 - A aplicação desse produto deve ser efetuado com trincha tamanho médio, ou rolo de pintura, tendo o cuidado de limpar bem as mãos e utensílios utilizados logo após a aplicação.

## Anexo II – Reservatório de 11.700 litros - Tabela de cortes de ferros, telas e material

MATERIAL	QUANT.	POSIÇÃO	RAIO	DIÂMETRO	FÓRMULA $2 \times \pi \times r$	PERÍMETRO	MEDIDA/ QUANT.	OBSERVAÇÕES
Ferro 4.2	05	Círculo	1,90	3,80	6,28	11,93	<b>12,00m.</b>	Fundo reservatório
Ferro 4.2	01	Círculo	1,70	3,40	6,28	10,67	<b>10,80m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	1,50	3,00	6,28	09,42	<b>09,60m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	1,30	2,60	6,28	08,16	<b>08,30m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	1,10	2,20	6,28	6,91	<b>07,00m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	0,90	1,80	6,28	5,65	<b>05,80m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	0,70	1,40	6,28	4,40	<b>04,55m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	0,50	1,00	6,28	3,14	<b>03,30m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	0,30	0,60	6,28	1,88	<b>02,00m.</b>	“ “
Ferro 4.2	01	Círculo	0,15	0,30	6,28	0,94	<b>01,15m.</b>	“ “
Tela Prátika	01	Parede	1,90	3,80	6,28	11,93	<b>12,00m.</b>	Parede vertical
Tela - 12 mm Viveiro	02	Fundo					<b>04,00m.</b>	Base reservatório Costurar c/ arame
Tela - 12 mm. Viveiro - 1 m.	02	Fundo					<b>03,70m.</b>	Base reservatório Costura c/ arame
Tela - 12 mm. Viveiro - 1 m.	01	Parede					<b>12,00m.</b>	Parede vertical Costurar c/ arame
Sombrite 50% 1,0 m. Largura	02	Parede					<b>12,00m.</b>	Parede vertical Costurar c/ arame
Ferro 4.2	24	Parede					<b>1,10m.</b>	Costurar às telas
Ferro 4.2	02	Fundo					<b>04,00m.</b>	Costurar às telas
Ferro 4.2	08	Fundo					<b>02,00m.</b>	Costurar às telas
Ferro 4.2	12	Fundo					<b>01,10m.</b>	Costurar às telas
Arame recosido	02 Kg	Costuras					<b>02 Kg.</b>	Costuras
Cimento	100 litros	Parede					<b>2,77 Sc</b>	Traço argamassa
Areia lavada	200 litros	Parede					<b>11,11 latas</b>	Traço argamassa
Cimento	18 litros	Sub-base					<b>01 lata</b>	Traço sub-base
Cal CH III	36 litros	Sub-base					<b>02 latas</b>	Traço sub-base
Solo	288 litros	Sub-base					<b>02 latas</b>	Traço sub-base

Areia fina Lavada	36 litros	Sub-base					<b>02 latas</b>	Traço sub-base
Cimento	18 litros	Base					<b>01 latas</b>	Traço concreto
Brita nº 0	108 litros	Base					<b>06 latas</b>	Traço concreto
Areia fina Lavada	72 litros	Base					<b>04 latas</b>	Traço concreto
Cal CH III	09 litros	Base					<b>½ lata</b>	Traço concreto
Cimento	133 litros	Base					<b>7,4 latas</b>	Argamassa Base
Areia fina lavada	266 litros	Base					<b>14,7 latas</b>	Argamassa base
Cimento	24 litros	Nata					<b>04 demãos</b>	Impermeabilização
Cal CHII	48	Nata					<b>04 demãos</b>	Impermeabilização
Água	40 litros	Nata					<b>04 demãos</b>	Impermeabilização
Cola Rodopás	01 litro	Nata					<b>04 demãos</b>	Impermeabilização