



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

fone (31) 3899-2729 fax (31) 3899-2735 e-mail: dea@mail.ufv.br
36571-000 VIÇOSA - MG - BRASIL

TECNOLOGIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÕES

Prof. Carlos Frederico Hermeto Bueno

2000

I. INTRODUÇÃO

1) Considerações Gerais

Esta monografia destina-se aos estudantes da disciplina de Construções Rurais do curso de Agronomia, Zootecnia, Engenharia de Agrimensura e também a construtores e técnicos ligados à construção rural. Por isso, não é nossa intenção aprofundar o assunto, mas preparar o técnico para o conhecimento dos materiais e técnicas construtivas, capacitando-o para o planejamento das obras e instalações agropecuárias.

Assim, por exemplo, o leitor não estará capacitado a calcular estruturas de concreto armado, mas poderá perfeitamente interpretar e orientar a sua execução.

Estará capacitado a identificar as causas de defeitos, tais como umidade, manchas, desconforto térmico, trincas, entre outros e as possíveis maneiras de corrigi-los.

2) Materiais de Construções

Os materiais de construção podem ser simples ou compostos, obtidos diretamente da natureza ou resultado de trabalho industrial.

O seu conhecimento é que permite a escolha dos mais adequados à cada situação. Do seu correto uso depende em grande parte a solidez, a durabilidade, o custo e a beleza (acabamento) das obras.

As condições econômicas de um material de construção dizem respeito à facilidade de aquisição e emprego do material, aquela dependendo de sua obtenção e transporte, e esse de sua manipulação e conservação.

As condições técnicas (solidez, durabilidade e beleza) são examinadas especialmente quanto à trabalhabilidade, durabilidade, higiene e estética.

A durabilidade implica na estabilidade e resistência a agentes físicos, químicos e biológicos, oriundos de causas naturais ou artificiais, tais como luz, calor, umidade, insetos, microorganismos, sais, etc.

Os requisitos de higiene visam a saúde e ao bem-estar do usuário da construção. Observa-se sobre este ângulo, o poder isolante de calor e do som, o poder impermeabilizante e a ausência de emanções de elementos prejudiciais.

O fator estético é observado quanto ao aspecto do material colocado, de cujo emprego simples ou combinado, se pode tirar partido para a beleza da obra.

Obs: Um material é mais econômico que outro, quando em igualdade de condições de resistência, durabilidade, estabilidade e estética, tiver preço inferior de assentamento na obra. Ou ainda, quando em igualdade de preço apresentar maior resistência, durabilidade, estabilidade e beleza.

Cabe ao técnico (engenheiro) entre as opções possíveis às que melhor atendam as condições acima. Para isto devem ser consideradas as propriedades físicas, químicas e mecânicas dos materiais, sendo que estas normalmente são determinadas pela tecnologia experimental.

II. AGREGADOS

Pode ser definido como um material granular, sem forma e volume definidos, de atividade química praticamente nula (inerte) e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia. Essas propriedades devem ser conhecidas e serão caracterizadas nesse item.

Classificação dos agregados segundo a dimensão das partículas:

- Agregado graúdo: seixo rolado, brita (esses fragmentos são retidos na peneira com abertura de 4,8 mm).
- Agregado miúdo: pó de pedra, areia (esses fragmentos passam na peneira com 4,8 mm de abertura).

A Aplicação desses materiais é variada podendo ser citado o uso em lastro de vias férreas, bases para calçamento (lastro), adicionadas aos solos ou materiais betuminosos para construir os pavimentos, na confecção de argamassas e concretos, etc..

1) Britas

Provêm da desagregação das rochas em britadores e que após passar em peneiras selecionadoras são classificadas de acordo com sua dimensão média, variável de 4,8 a 76 mm. Classifica-se em brita número zero, um, dois, três e quatro.

São normalmente utilizadas para a confecção de concretos, podendo ser obtidas de pedras graníticas e ou calcárias. Britas calcárias apresentam menor dureza e normalmente menor preço.

Para concreto armado a escolha da granulometria baseia-se no fato de que o tamanho da brita não deve exceder 1/3 da menor dimensão da peça a concretar. As mais utilizadas são as britas número 1 e 2.

As britas podem ser utilizadas também soltas sobre pátios de estacionamento e também como isolante térmico em pequenos terraços.

Cascalho ou pedra-de-mão, são os agregado de maiores dimensões sendo retidos na peneira 76mm (pode chegar até a 250mm). Utilizados normalmente na confecção de concreto ciclópico e calçamentos.

Classificação de acordo com a granulometria das britas	
Pedra 0 (ou pedrisco)	4,8 a 9,5 mm
Pedra 1	9,5 a 19 mm
Pedra 2	19 a 25 mm
Pedra 3	25 a 38 mm
Pedra 4	38 a 76 mm
Pedra-de-mão (cascalho)	76 a 250 mm

Qualidades exigidas das britas:

- Limpeza (ausência de matéria orgânica, argila, sais, etc.);
- Resistência (no mínimo possuírem a mesma resistência à compressão requerida do concreto);
- Durabilidade;
- Serem angulosas ou pontiagudas (para melhor aderência).

2) Seixo rolado

Encontrado em leitos de rios deve ser lavado para se utilizá-lo em concretos. O concreto feito com esse material apresenta boa resistência, inferior, porém, ao feito com brita.

3) Areia

Obtida da desagregação de rochas apresentando-se com grãos de tamanhos variados. Pode ser classificada, pela granulometria, em areia grossa, média e fina.

Deve ser sempre isenta de sais, óleos, graxas, materiais orgânicos, barro, detritos e outros.

Podem ser usadas as de rio e ou do solo (barranco). Não devem ser usadas a areia de praia (por conter sal) e a areia com matéria orgânica, que provocam trincas nas argamassas e prejudicam a ação química do cimento.

As areias são usadas em concretos e argamassas e para isso merecem algum cuidados como veremos a seguir:

Areias para concreto: Utiliza-se nesse caso a areia de rio (lavada), principalmente para o concreto armado, com as seguintes características: grãos grandes e angulosos (areia grossa); limpa; esfregada na mão deve ser sonora e não fazer poeira e nem sujar a mão. Observar também a umidade, pois quanto maior a umidade destas, menor será o seu peso específico.

Areia para alvenaria: Na primeira camada do revestimento de paredes (emboço) usa-se a areia média. Para o revestimento final chamado reboco ou massa fina, areia fina. Aceita pequena porcentagem de argila (terra) para o assentamento de tijolos em alvenarias e no emboço.

Obs: é difícil encontrar uniformidade nas dimensões de grãos de areia de mesma categoria. Essa desigualdade é conveniente contribuindo, para obtenção de melhores resultados em seu emprego, pois diminui a existência de vazios na massa, e para a diminuição do volume dos aglomerantes (cimento, cal) na mistura, que são materiais de maior custo .

4) Saibro:

Tem aparência de terra barrosa, basicamente de argila, proveniente da desagregação de rochas. Pode-se dizer que é um material proveniente de solos que não sejam muito arenosos e nem muito argilosos.

É utilizado como componente de argamassas para alvenaria e revestimentos. Não deve ser utilizado em paredes externas, pois a ação da chuva e da radiação solar provocam trincas e fissuras na massa.

III. AGLOMERANTES

Os aglomerantes são os produtos ativos empregados para a confecção de argamassas e concretos. Os principais são: cimento, cal e gesso.

Apresentam-se sob forma de pó e, quando misturados com água formam pastas que endurecem pela secagem e como consequência de reações químicas. Com o processo de secagem os aglomerantes adere-se nas superfícies com as quais foram postos em contato.

1) Cimento

Material pulverulento (pó) de cor acinzentada, resultante da calcinação de pedras calcárias carbonatadas contendo entre 20 a 40% de argila.

Distingue-se da cal hidratada por ter maior porcentagem de argila e pela pega dos seus produtos ocorrer mais rapidamente e proporcionar maior resistência a esforços mecânicos.

Obs: pega é um fenômeno físico-químico através da qual a pasta de cimento se solidifica. Terminada a pega o processo de endurecimento continua ainda durante longo período de tempo, aumentando gradativamente a sua dureza e resistência.

Exemplo: resistência à compressão de um bloco de argamassa de cimento e areia, traço 1:3 - a 3 dias – 80 kg/cm², a 7 dias – 180 kg/cm² e a 28 dias – 250 kg/cm².

A pega sofre influência de diversos fatores, sendo retardada pelas baixas temperaturas, pelos sulfatos e cloretos de cálcio. É acelerada pelas altas temperaturas e pelos silicatos e carbonatos.

O cimento comum é chamado PORTLAND, havendo diferentes tipos no mercado:

- cimento de pega normal: encontrado comumente à venda;
- cimento de pega rápida: só a pedido;
- cimento branco: usado para efeito estético (azulejos, etc.).

Obs:

- O cimento de pega normal inicia a pega entre 0,5 e 1 hora após o contato com a água, onde se recomenda misturar pequenas quantidades de cada vez, de modo a essas serem consumidas dentro daquele espaço de tempo;
- O cimento não deve ser estocado por muito tempo, pois pode iniciar a pega na embalagem pela umidade do ar, perdendo gradativamente o seu poder cimentante. O prazo máximo de estocagem normalmente é de um mês.

A indústria nacional já produz cimentos especiais cuja literatura especializada poderá esclarecer devidamente aos interessados.

2) Cal

É produto que se obtém com a calcinação, à temperatura elevada de pedras calcárias. Essa calcinação se faz entre outras formas, em fornos intermitentes, construídos com alvenaria de tijolos refratários. Há dois tipos de cal utilizadas em construções: hidratada e hidráulica.

a) Cal hidratada

A cal hidratada ou comum faz a pega ao ar ao contrário da hidráulica, que exige o contato com a água.

A partir da “queima” da pedra calcária em fornos, obtemos a “cal viva” ou “cal virgem”. Esta não tem aplicação direta em construções, sendo necessário antes de usá-la, fazer a “extinção” ou “hidratação” pelo menos com 48 horas de antecedência.

A hidratação consiste em adicionar dois ou três volumes de água para cada volume de cal. Há forte desprendimento de calor e após certo tempo as pedras se esfrelam transformando-se em pasta branca, a que se dá o nome de “CAL HIDRATADA” ou “CAL APAGADA”. É nesta forma que tem sua aplicação em construções, sendo utilizada em argamassas na presença ou não de cimento para rejuntar tijolos ou para revestimentos.

A cal em pasta, pode ser também ser utilizada dissolvida em água, na proporção de mais ou menos 1,3 gramas, para litro d’água, formando a pasta utilizada em pinturas.

No mercado encontra-se a cal viva e a cal hidratada.

b) Cal hidráulica

Contém maior porcentagem de argila que a cal hidratada. Endurece pela ação da água, na ausência de ar. É usada para casos específicos tais como fabricação de ladrilhos, alicerces, vedação de trincos e infiltrações. Tem pouco uso em construções rurais.

3) Gesso

É obtido da gipsita (sulfato de cálcio hidratado e calcinado). Tem forma de pó branco, com granulometria muito fina. Quando misturado na água inicia a pega, endurecendo dentro de 20 a 40 minutos.

Utilizado para produção de argamassa fina que se emprega no revestimento de forros, em forma de ornatos.

Usado somente em revestimentos internos pois tem poder de absorver lentamente a umidade do ar, perdendo a sua consistência. Tem pouca importância em construções rurais.

IV. ARGAMASSAS

São obtidas a partir da mistura de um ou mais aglomerantes com água e materiais inertes (areia ou saibro). Esses materiais tem a finalidade de diminuir a retração, melhorar a trabalhabilidade e a secagem e baixar o custo.

Devem ser resistentes para suportarem esforços, cargas e choques. Devem resistir também aos agentes atmosféricos e ao desgaste.

Quando enterradas ou submersas devem resistir a ação da água. Em geral, a resistência das argamassas aumenta com o passar do tempo. Argamassas de cimento e areia após um mês atingem 1/3 da resistência final e a metade aproximadamente após 3 dias. O aumento a partir deste prazo é bem mais lento, desenvolvendo-se durante anos.

1) Traço

Expressa a dosagem dos elementos que compõem as argamassas e concretos. É mais conveniente expressar o traço em volume. Assim o traço 1:4 de cimento e areia indica 1 parte de cimento e 4 partes de areia.

Em geral, quanto maior a proporção de aglomerante, maior a resistência, aumentando também o custo. Deve-se procurar adequar o traço à resistência requerida. A tabela 1 fornece alguns exemplos.

A granulometria das areias tem grande importância nas características da argamassa (resistência e impermeabilidade). Areias finas exigem maior porcentagem de aglomerante (1:1 ou 1:2), ao passo que as médias e grossas são mais resistentes e econômicas, exigindo menor porcentagem de aglomerante.

Indicações quanto ao uso das areias nas argamassas:

- Para revestimentos finos, reboco - areia fina;
- Para assentar tijolos, emboço - areia média;

- Para alvenarias de pedras - areia grossa.

2) Água

Deve ser limpa e isenta de impurezas, sais e matérias orgânicas. A quantidade influi na consistência, tornando-a “branda ou mole” quando em excesso e “árida ou seca” quando escassa.

O excesso de água no ato de misturar materiais provoca escorrimento (perda) do aglomerante, diminuindo a resistência.

Pode-se observar também as seguintes recomendações:

- Em tempo chuvoso ou locais úmidos usar argamassa menos branda;
- Em tempo seco a argamassa será branda, porém sem provocar escorrimentos;
- Temperatura da água - entre 10 e 20 °C, visto que temperaturas mais baixas retardam a “pega” e mais altas aceleram-na.

Obs: O tempo de pega pode ser alterados com aditivos, porém constitui serviço especializado.

Exemplo: carbonatos e o sódio aceleram a pega enquanto que o cloreto de cálcio retarda-a.

Em ambos os casos a resistência fica alterada.

3) Aglomerantes

a) Argamassas de cal:

Podem ser usadas no traço 1:3 ou 1:4 de cal e areia para assentar tijolos e no primeiro revestimento de paredes (emboço), devendo nestes casos a areia ser média. Para o revestimento fino (reboco) usa-se o traço 1:1, sobre o emboço. Neste caso a areia deve ser fina e peneirada, assim como a cal.

Para melhorar a impermeabilidade e a resistência destas, pode-se acrescentar 50 a 100 kg de cimento por m³ de argamassa.

Argamassas de cal podem ser preparadas em grandes quantidades, utilizando-se durante toda obra (pega lenta).

b) Argamassas de gesso:

Obtem-se adicionando água ao gesso, aceitando-se também pequena porcentagem de areia. A principal utilização é em interiores, na confecção de ornamentos ou estuque. Assim seu uso em construção rurais é muito reduzido.

c) Argamassas de cimento:

Podem ser usadas em estado de pasta (cimento e água) para vedações ou acabamentos (“nata”) de revestimentos, ou com adição de areia.

A adição de areia torna-as mais econômicas e trabalháveis, retardando a pega e reduzindo à retração.

Devido à pega rápida do cimento (em torno 30 minutos) as argamassas com este aglomerante devem ser feitas em pequenas quantidades, devendo ser consumidas neste período.

4) Utilização

Para assentar tijolos e mesmo para o emboço pode-se usar argamassa 1:8 de cimento e areia ou cimento e saibro. A argamassa de cimento e areia 1:8 costuma ficar muito árida, com pouca plasticidade. Isso pode ser melhorado com a adição de cal (argamassa composta) ou mesmo adicionando 10 % de terra vermelha peneirada. Tacos de cerâmica podem ser assentados com argamassa 1:4 de cimento e areia. Tijolos laminados ou concreto armado (superfície lisa) devem

ser chapiscados com argamassa “branda” de cimento e areia 1:6, melhorando a aderência da superfície. Argamassas 1:3 de cimento e areia são utilizadas para revestimentos de pisos.

Outros exemplos são apresentados na tabela 1 e na parte referente à técnicas construtivas.

5) Mistura ou preparo

Sobre um estrado de madeira coloca-se o material inerte (areia ou saibro) em formato de cone e sobre este coloca-se o aglomerante. Misturar com auxílio de uma enxada até haver uniformidade de cor. Refazer o cone, abrindo-se a seguir um buraco no topo, onde se adiciona a água em porções. Mistura-se com a enxada, sem deixar escorrer a água até a homogeneidade da mistura.

Em argamassas compostas de cimento, cal e areia, o cimento é colocado na hora da utilização, à argamassa previamente misturada de cal e areia.

Máquinas podem ser utilizadas no preparo de argamassa, porém só compensam economicamente, em grandes obras.

Tabela 1: Uso e indicações das argamassas com o referido traço recomendado.

Uso	Traço
- Alvenaria de pedra em fundações de baldrame	
.cimento e areia grossa	1:16
.cimento, cal e areia grossa	1:2:12
- Muro de Arrimo, Alvenaria de Pedra	
.cimento e areia grossa	1:5
- Alvenaria de Tijolos	
.cimento, areia ou saibro	1:8
.cimento, areia + 10% terra vermelha	1:8
.cimento, saibro e areia	1:3:9
.cal e areia	1:4
.cimento, cal e areia	1:2:8 - 1:2:10
Continuação – tabela 1	
Uso	Traço
- Emboços	
.cimento, areia ou saibro	1:8
.cimento, areia + 10% areia vermelha	1:8
.cimento, saibro e areia	1:3:9
.cal e areia	1:4
.cimento, cal e areia	1:2:8 - 1:2:10
- Rebocos	
.cimento, cal e areia fina	1:2:5
.cal e areia fina	1: 1
.cal e areia com 50 kg cimento/m ³	1:2
- Chapisco em Superfícies Lisas	
.cimento e areia	1:6

- Assentamento Tacos, Ladrilhos, Mármore e Pedras em Placas	
.cimento e areia	1:4 - 1:5
- Assentamento em Azulejos	
.cimento, cal e areia	1:2:8
.cimento, areia e saibro	1:3:5
- Revestimento de Piso Cimento	
.cimento e areia	1:3 - 1:4

Obs: Argamassas podem ser encontradas prontas e ensacadas, bastando adicionar-lhes água. Exemplos comerciais: Super Reboquit, Super Rebotex, com SH, Quartzolit, Rebodur, etc..

V. CONCRETOS

1) Concreto simples

Concreto simples é uma mistura do aglomerante (cimento) com agregados (areia e brita) e água, em determinadas proporções. Empregado em estado plástico, endurece com o tempo, fato este acompanhado de um aumento gradativo da resistência (a resistência de cálculo é obtida aos 28 dias de idade).

Seu uso, nas construções em geral, é bastante amplo, podendo as peças serem moldadas no local ou serem pré-moldadas.

Como exemplo de utilização podemos citar os pisos em geral, as estruturas (com adição de ferro) como lajes, pilares, vigas, escadas, consoles e sapatas. Cada um desses segue traços específicos e técnicas especiais de fabricação.

Para todos os casos, no entanto, os materiais componentes (cimento, areia, brita e água) devem sofrer boa seleção. Além desta escolha, cuidados especiais devem ser lembrados na mistura e no lançamento do concreto.

a) Propriedades

Peso específico:

Varia com o peso específico dos componentes, com o traço e com o próprio adensamento. Assim os traços mais fortes (1:2:4 cimento, areia e brita) serão de maior peso específico que os magros (1:4:8 cimento, areia e brita) para o mesmo adensamento.

O uso de um agregado como a brita basáltica fará que um concreto tenha maior peso específico que o similar de brita calcária, mantidas as demais condições de traço e adensamento.

O peso varia de 1.800 a 2.600 kg/m³ com exceção dos concretos leves, nos quais a brita pode ser substituída por argila expandida e outros.

Dilatação Térmica:

Com o aumento da temperatura ambiente o concreto se dilata, acontecendo o inverso com as baixas temperaturas.

Alguns autores citam que em condições entre -15 °C a +50 °C a dilatação é 0,01 mm por metro linear para cada grau centígrado.

Por este motivo lajes expostas ao tempo (sem cobertura) sofrem violentos movimentos de dilatação-contração durante mudanças bruscas de temperatura, o que causa trincas e como consequência a penetração de água (infiltração).

Porosidade e Permeabilidade:

Dependem da dosagem (traço), do adensamento, da porcentagem de água e do uso ou não de aditivos. Dificilmente consegue-se obter um concreto que não seja poroso.

A impermeabilidade completa só é conseguida com aditivos ou pinturas especiais.

Quanto maior a porosidade menor será a resistência e a durabilidade do concreto.

Desgaste:

Varia com a resistência, sendo menor o desgaste para uma maior resistência. A resistência dependerá dos fatores: adensamento, fator água-cimento, traço, componentes, cura e idade.

A resistência aos diversos esforços pode ser medida em laboratório de materiais, através de corpos de provas e máquinas especiais.

Traço:

É a proporção entre os componentes, normalmente expressa em volume. Por exemplo 1:4:8 - 1 parte de cimento, 4 de areia e 8 de brita.

Quanto maior a proporção de cimento na mistura, maior a resistência do concreto, mantidas as demais condições.

b) Mistura manual

A areia é colocado sobre um estrado ou lastro de concreto, formando um cone. Sobre ela colocar o cimento, misturando-os cuidadosamente (normalmente com o auxílio de uma enxada) até que apresentem coloração uniforme. Refazer o cone no centro do estrado e sobre o mesmo lançar a brita, misturar novamente. Torna-se a refazer o cone, abrindo uma cratera no topo, a qual se adiciona a água pouco a pouco, misturando e refazendo o cone a cada vez. Nenhuma água deve escorrer, sob pena de perde-se o cimento e diminuir a resistência final do concreto. Mistura-se até atingir uniformidade de cor e umidade.

Evidentemente é difícil misturar 1 m³ de concreto por vez. Assim divide-se a quantidade de cimento de modo que cada mistura se faça com 1 ou ½ saco de cimento.

c) Mistura mecânica

Determinadas obras, pelo volume de concreto e rapidez exigida na mistura, podem justificar a compra ou o aluguel de uma betoneira (misturadora mecânica) de concreto.

As betoneiras são encontradas em volume de 180 a 360 litros de concreto pronto. São reversíveis, o que com movimento manual facilita para abastecer com os materiais e para despejar o concreto pronto. Estas são de tambor móvel, que gira em torno de um eixo com o auxílio de um motor elétrico. Os componentes são lançados dentro do tambor, com o movimento de rotação são arrastados e caem repetidas vezes sobre si mesmos, o que ocasiona a mistura.

O tempo de mistura varia de um a dois minutos, suficientes para uma boa homogeneidade.

A ordem de colocação dos componentes deve ser primeiramente a brita, o cimento, a metade da água, a areia e por fim o restante da água (aos poucos).

d) Lançamento

Uma vez pronta a mistura o concreto deve ser usado rapidamente (antes de ocorrer), sob pena de endurecer na massa.

O transporte em pequenas obras é feito em baldes ou carrinhos de mão. Grandes obras podem exigir o transporte a vácuo ou esteiras.

Nas fôrmas, deve ser convenientemente apiloado com ponteiros de ferro, colher de pedreiro ou mesmo vibrador mecânico de modo a possibilitar um bom adensamento e um concreto menos poroso. Em qualquer caso não deixa subir a superfície da peça concretada excesso de água ou pasta, a qual deixaria o interior poroso.

Em lajes, a superfície é acertada com réguas ou sarrafos apoiados em guias, retirando-se os excessos. A superfície a concretada não deve ser “acabada” ou alisada com colher metálica, o que traria a superfície dessa uma película fina com muita água, facilitando a evaporação rápida e originando trincas.

e) Sazonamento ou Cura do Concreto

A cura é caracterizada pelo endurecimento do concreto com o conseqüente aumento da sua resistência, o que ocorre durante longo período de tempo. Manter a umidade da peça concretada é importante no início do processo de endurecimento.

O concreto exposto ao sol e ventos perde água por evaporação muito rapidamente antes que o endurecimento tenha ocorrido em bom termo. Tornando-se neste caso menos resistente e mais permeável.

A fim de que a cura se faça em ambiente úmido, pode-se lançar mão de alguns artifícios:

- Molhar a superfície durante três dias, várias vezes ao dia, dependendo da umidade relativa do ar, ventos, etc.
- Cobrir a superfície com sacos vazios de cimento ou com serragem, areia molhada - esses devem ser colocados após início de pega (em torno de 1 hora) para evitar que fique a superfície marcada.

2) concreto de cascalho tipo ciclópico

Usado no caso de lastro de piso sobre terrapleno, em obras de pouca importância e sujeitas a cargas pequenas como terreiros de café, currais, passeios, piso para residências térreas.

O cascalho vem misturado à areia em proporções variadas e à porcentagem também variada de terra.

O traço em volume pode ser será 1:10 ou 1:8 ou 1:15 (cimento e cascalho) conforme a natureza do serviço, a unidade sendo representada pelo aglomerante.

3) Concreto ciclópico

É o produto proveniente do concreto simples ao qual se incorpora pedras-de-mão, dispostas regularmente em camadas convenientemente afastadas de modo a serem envolvidas pela massa.

É utilizados em alicerces diretos contínuos (alicerces corridos), pequenas sapatas e muros de arrimo. Exemplo de traços - 1:4:8 (cimento, areia e brita) com 40% de pedra-de-mão.

As pedras de mão podem representar no máximo 40% do volume.

4) Concreto armado

É a união de concreto simples às armaduras de aço. Sabe-se que o concreto simples resiste bem aos esforços de compressão e muito pouco aos demais esforços. No entanto, elementos estruturais como lajes, vigas, pilares, são solicitados por outros esforços (tração, flexão, compressão e cisalhamento), ultrapassando as características do concreto simples. Por isso torna-

se necessário a adição ao concreto de um material que resiste bem a estes esforços, o aço por exemplo.

A união dos dois materiais é possível e realizada com pleno êxito devido a uma série de características comuns, dentre elas:

- Coeficientes de dilatação térmica praticamente iguais ($0,000001$ e $0,0000012$ °C⁻¹);
- Boa aderência entre ambos;
- Preservação do ferro contra a ferrugem.

O concreto armado apresenta uma série de vantagens, entre as quais:

- Boa resistência mecânica, a vibrações e ao fogo;
- Adaptação a qualquer fôrma, permitindo inclusive montar-se peças esculturais;
- Resistência aos esforços aumenta com o tempo;
- Material higiênico por ser monolítico.

Todavia algumas desvantagens também existem, como por exemplo:

- Impossibilidade de sofrer modificações;
- Demolição de custo elevado e sem aproveitamento do material demolido;
- Necessidade de formas e ferragem, o que aumenta a necessidade de mão-de-obra;
- Dificuldade de moldagem de peças com seções reduzidas.

5) Concretos especiais

Existem uma infinidade de concretos especiais obtidos a partir da adição de aditivos na mistura e/ou pela substituição dos materiais tradicionais, a fim de proporcionar a esses características diferenciadas.

Entre eles ressaltam-se os concretos cujo peso pode ser reduzido de 40 a 60% do concreto simples, diminuindo-se também a resistência, obtidos a partir da substituição da brita por um material leve (argila expandida ou isopor); concreto de características variadas (alta resistência, impermeabilidade, etc.) obtidos a partir da utilização de aditivos.

O concreto esponjoso por exemplo, é conseguido adicionando-se na massa um aditivo a base de alumínio sob a forma de pó finíssimo, que na presença da pasta reage, desenvolvendo gases que tornam a massa porosa. Neste caso as placas conseguidas têm características de isolantes termo acústicos.

Tabela 2:- Dosagem do concreto de acordo com a finalidade.

Finalidade	Traço	Materiais (m ³ de concreto)		
		Cimento (kg)	Areia (l)	Brita (l)
Serviços de gde responsabilidade	1:2:2	488	600	600
Postes altos, caixas-reservatórios	1:2:3	388	554	683
Vigas, lajes, pilares, consoles	1:2,5:4	292	520	687
Capeamento lajes pré-fabricadas	1:2:4	328	458	771
Concreto estrutural (gdes cargas)	1:2,0:3,5	343	490	706
Cintas de amarração	1:2,5:5	255	454	750
Cintas de amarração	1:3:5	242	518	711
Pisos sobre Terrapleno	1:4:8	178	510	840

Obs: Cálculo empírico das quantidades não demonstrando a ferragem e considerando:

- peso variável do concreto de acordo com o traço de 2400 a 2600 kg/m³;
- fator água-cimento na mistura de 0,48 - 0,7 de acordo com a importância;
- materiais sem correção como aconteceria com a umidade da areia.

VI. MATERIAIS CERÂMICOS

Produtos cerâmicos são materiais de construção obtidos pela moldagem, secagem e cozimento de argilas ou misturas de materiais que contém argilas.

Exemplos de produtos cerâmicos para a construção: tijolos, telhas, azulejos, ladrilhos, lajotas, manilhas, refratárias, etc..

Podemos classifica-los da seguinte forma:

Materiais de Cerâmica Vermelha

- porosos: tijolos, telhas, etc.;
- vidrados ou gresificados: ladrilhos, tijolos especiais, manilhas, etc..

Materiais de Louça

- pó de pedra: azulejos, materiais sanitários, etc.;
- grés: materiais sanitários, pastilhas e ladrilhos, etc.;
- porcelana: pastilhas e ladrilhos, porcelana elétrica, etc..

Materiais Refratários

- tijolos para fornos, chaminés, etc..

1) Tijolos

Materiais (blocos) que rejuntados com argamassa formam paredes, pilastras e mesmo baldrame e alicerces.

Variam bastante quanto ao material, método de confecção e nas medidas. Os tipos mais utilizados são: tijolos maciços de barro cozidos, tijolos furados de barro cozidos, tijolos laminados de barro cozidos, tijolos de solo cimento prensados, tijolos ou blocos de concreto. Estes dois últimos não são cerâmicos.

Características de qualidade exigidas dos tijolos de barro cozidos:

- Regularidade de forma e dimensões;
- Cantos resistentes;
- Massa homogênea (sem fendas, trincas ou impurezas);
- Cozimento uniforme (O cozimento é responsável pela regularidade de medidas);
- Som metálico quando percutido com martelo;
- Em alguns casos exige-se impermeabilidade;
- Facilidade de corte.

Obs: quanto a resistência mecânica, os tijolos maciços podem ser classificados em 1ª e 2ª categorias, conforme a carga limite de compressão que suportam.

a) Adobe

É obtido da argila simplesmente seca ao ar, sem cozimento e usada em construções rústicas, podendo resistir até 7 MPa. Em contato com a água sua consistência torna-se novamente plástica.

b) Tijolos maciços

São moldados a mão ou máquinas em formas de madeira ou metálicas a partir de uma mistura de barro amassada. São colocados para secar em terreiros nivelados, e revirados durante

a secagem para diminuir o empenamento. Posteriormente, quando endurecem, são empilhados deixando possibilidade para circulação de ar. Nesta fase são cobertos com plástico ou palhas. Finalmente são cozidos a alta temperatura em fornos.

Dimensões próximas de 21 x 10 x 5 cm, são usuais. A dimensão maior é o dobro da dimensão média, somada a junta. A dimensão menor é a metade da dimensão média. Isto é feito para facilitar o assentamento.

O peso específico de sua alvenaria é de aproximadamente 1600 kg/m³.

c) Blocos cerâmicos (tijolos furados)

Fabricados em argila, moldados por extrusão, possuem furos prismáticos ou cilíndricos. São de maior dimensão que os maciços e de alvenaria mais leve (em torno de 1200 kg/m³).

São fabricados mecanicamente, secos à sombra e posteriormente queimados em fornos, observando os mesmos requisitos do tijolo maciço.

Os mais comuns são de 6 furos e suas dimensões são variadas, por exemplo: 25 x 20 x 10 cm e 20 x 20 x 10 cm.

Comparativamente aos maciços possibilitam um maior rendimento da mão-de-obra e menor gasto de argamassa, entretanto no revestimento exigem um chapisco prévio.

Os blocos são classificados em estruturais e de vedação. Os estruturais são adequados a suportar cargas além do peso próprio da alvenaria, dispensando em alguns casos o uso de vigas e pilares de concreto armado. Os de vedação são utilizados na confecção de paredes divisórias internas e externas que necessitam apenas suportar o peso próprio.

Obs: Limites estabelecidos pelas normas brasileiras:

- Tolerância dimensional: ± 3 mm;
- Desvio de esquadro: ± 3 mm;
- Empenamento: ± 3 mm;
- Absorção de água: entre 8 e 25%.

Os limites impostos buscam assegurar uma melhor qualidade das obras, bem como facilidade e economia de mão-de-obra e de argamassa de assentamento e revestimento. Os limites de absorção permitem uma aderência adequada entre os blocos cerâmicos e a argamassa.

Outros dados que são usados em projetos são resistência ao fogo, resistência térmica, isolamento acústico, etc..

As famílias de blocos são completados por diversas peças de forma a evitar desperdícios e quebras, tais como: blocos inteiros, meio blocos, canaletas, peças jota, blocos para passagem de tubulações, etc..

Vantagens dos blocos cerâmicos (tijolos Furados) sobre os tijolos maciços:

- Menos peso por unidade de volume;
- Diminuição da propagação de umidade;
- Melhor isolante térmico e acústico;
- Menor custo de mão de obra e de material.

d) Tijolos laminados

São mecanicamente enformados e prensados. Sua superfície é lisa e apropriada para obras de luxo, deixados sempre aparentes. Para diminuir o seu peso, é feito com furos verticais.

Dimensões semelhantes à do tijolo furado comum, porém seu preço é sensivelmente maior.

Exemplo: São Judas Tadeu - 23 x 11 x 6 cm.

e) Tijolos de solo cimento (não cerâmico)

Proveniente de mistura manual ou mecânica do solo pulverizado com cimento e água, compactado a um teor de umidade desejável a fim de obter boa densidade e resistência. Os

melhores tipos de solos são os que tem cerca de 65 % de areia com silte na composição ou aqueles que tem argila variando de 10 a 35 %. Em geral usa-se traço de 1:10 (cimento e solo) em volume.

Devem ser secados à sombra, sendo que a má dosagem de água prejudica a sua resistência. Exige também para seu revestimento um chapisco prévio. Medidas em torno de 23 x 11 x 6 cm.

f) Tijolos ou blocos de concreto(não cerâmico)

São confeccionados a partir de uma mistura de cimento com pedriscos ou pó de pedra peneirado na porção 1:9 ou 1:10. O fator água-cimento deve ser baixo para obter-se boa resistência. Os tijolos são enformados e comprimidos em máquinas. Após prensagem devem sofrer “cura” à sombra, molhando-se duas ou três vezes por dia, durante 3 dias, no mínimo.

O pátio de cura deve ser livre de corrente de ar, para a evaporação ser lenta.

Em grandes fábricas usam-se câmaras de cura, úmidas, conseguindo-se produto com melhor qualidade e rápida secagem.

Apresenta como vantagens boa resistência e grande rendimento de mão-de-obra. As dimensões são também variadas, como se exemplifica: 40 x 20 x 20 cm e 40 x 20 x 15 cm. Segundo a ABCP o peso da alvenaria é de 850 kg/m³ a 1200 kg/m³.

2) Telhas

Usadas com finalidade de drenar as águas pluviais dos telhados e controle térmico ambiental do interior de instalações. As de uso mais generalizado são as cerâmicas, de cimento amianto, as metálicas e as plásticas. Estas três últimas não são cerâmicas.

a) Telhas cerâmicas

Exemplos de modelos existentes no mercado: francesa, curva, canal e colonial.

Características de qualidade exigidas das telhas cerâmicas:

- Impermeabilidade: absorção de água inferior a 20% do peso próprio;
- Boa resistência à flexão: 100 kgf ou 1000 kN;
- Tolerância dimensional: ± 2 %;
- Empenamento: < 5 mm;
- Tal qual os blocos cerâmicos, é importante verificar existência de trincas e fendas, as arestas, superfícies e o som característico de bom cozimento.

Algumas características comparativas podem ser estabelecida entre a francesa e a colonial:

Características	francesas	colonial
Peso por unidade	2 a 2,7 kg	1,7 a 2,0 kg
Quantidade por m ²	16	24 a 30
Peso/m ² de cobertura	32 a 43 kg	34 a 52 kg
Inclinação mínima %	50%	25%

Quanto ao custo há considerável vantagem a favor do tipo francesa, no entanto a estética do tipo canal ou colonial é bem superior. Observando-se o peso/m² de telhado, na tabela anterior, pode-se deduzir que o madeiramento do telhado pode ser mais econômico no caso das telhas francesas.

São ambas moldadas em máquinas especiais prensadas e secas à sombra, em prateleiras de galpões. Posteriormente são levadas a fornos especiais e queimadas a elevada temperatura. Telhas

muito queimadas são em geral mais empenadas e apresentam trincas. Pelo seu acabamento são classificadas nas categorias 1ª e 2ª.

Obs.: nos arremates de duas águas de telhados se utilizam telhas cumeeira.

b) Telhas de cimento amianto ou fibro cimento (não cerâmica)

São pastas de cimento amianto em dosagens especiais prensadas em formas específicas de acordo com variados modelos.

Constituem coberturas mais leves que as de barro exigindo estrutura mais leve e esbelta.

Seus perfis são bastante variados sendo os mais comuns os ondulados e os trapezoidais.

Essas telhas para sua fixação exigem algumas peças, dentre elas: parafusos com arruelas de chumbo, de 110 mm, 150 e 200 mm; diversos tipos de ganchos chatos para a fixação em madeira, concreto e estrutura metálica; e ganchos com rosca e pino com rosca. Ainda deve se prever o uso de massa de vedação, a ser usada com parafusos e ganchos com rosca ou pinos com rosca. É aplicada debaixo da arruela de chumbo e sobre a telha.

c) Telhas trapezoidais ou grandes perfis (não cerâmica)

São telhas de cimento amianto com o diferencial de permitem cobertura com pequeno ângulo de inclinação 1 a 3 %, devido à sua espessura e formato.

Sua largura é em torno de 0,5 ou 1,0 m. O comprimento é variável: para a largura de 0,468 m o comprimento pode ser de 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5 e 7,0 m. Já para a largura de 1,0 m o comprimento varia de 3,0, 3,7, 4,6, 6,0, 6,7, 7,4, 8,2 e 9,2 metros.

A grande vantagem em tais coberturas é permitir grande espaçamento entre as terças, reduzindo-se a estrutura.

d) Telhas de alumínio (não cerâmica)

Por suas características positivas de leveza, estética seu consumo em construções rurais vem crescendo gradativamente, de uma maneira específica na construções de galpões, oficinas, avicultura, suinocultura etc.. Suas dimensões variam conforme o fabricante, recomendando-se as do tipo Standart - onduladas ou trapezoidais.

O comprimento é variável, podendo ser fornecido em medidas de até 20 m, variando a espessura de 0,4 a 0,8mm.

Seus complementos são cumeeiras, cumeeira shed, rufo e contra-rufo. A fixação faz-se com pregos especiais e arruelas de borracha para estrutura de madeira e ganchos para as metálicas.

e) Telhas plásticas - PVC rígido (não cerâmica)

São opacas ou translúcidas em diferentes cores e em comprimentos variáveis de até 12 m. Constituem cobertura econômica para abrigos, entradas e sheds entre outras aplicações. Podem ainda serem utilizadas como complementos de cobertura de cimento amianto onduladas, permitindo melhorar as condições de iluminação natural. Por enquanto tem pouca difusão na zona rural. Seu perfil é também ondulado.

Tal como telhas Standart de alumínio, exigem pequeno espaçamento das terças, geralmente menor que 1,20 m.

Materiais para cobertura (telhas), vantagens e desvantagens

Tipo	Vantagens	Desvantagens
Sanduíche e isopor	Ótimo isolamento térmico	Custo elevado
Sapé	Bom isolamento térmico	Risco de incêndio

Madeirit	menor custo	abrigo de insetos
Alumínio Simples	Material resistente	Custo elevado
	Boa refletividade	Sujeita a danos por granizo e ventos
Telha de barro	Bom isolamento térmico	Dificuldade de limpeza
Telha de cimento amianto	Praticidade	Mau isolamento térmico
Telha de chapa zincada	Boa durabilidade, baixo custo	Mau isolamento térmico e acústico

Fonte: MARQUES, 1994.

3) Manilhas de Grês Cerâmico

Tubos usados para canalização de esgotos sanitários, águas residuais e águas pluviais. Sua utilização atual é bastante reduzida, sendo mais utilizado para essa finalidade materiais a base de polietileno (plástico) ou de concreto armado.

4) Revestimento cerâmico

a) Azulejos:

Utilizados como revestimento de paredes, formando superfícies laváveis. Ao contrário de outros materiais cerâmicos que utilizam a argila comum para a sua confecção, os azulejos são feitos com faiança (argila branca), recebendo um tratamento com substâncias a base de silicatos e óxidos que se vitrificam ao forno. Este tratamento torna a face brilhante e impermeável. Dimensões comuns de 15 x 15 cm, podendo haver variações para 11 x 11 cm e formas retangulares. As cores são uniformes (brancos, azuis, rosas, etc.) ou mescladas formando desenhos nos azulejos decorados. Os de cor branca são mais econômicos e alcançam o mesmo resultado quanto à impermeabilização, devendo ser preferido nas construções rurais.

Classificam-se nas categorias extra, 1^a e 2^a, outras vezes em 1^a e comerciais.

b) Ladrilhos cerâmicos:

Utilizados como revestimento de pisos laváveis em residências e algumas construções rurais como laticínios, salas de leite e instalações sanitárias. Os acabamentos da superfície variam entre normal e cerâmico, vitrificado, esmaltado, em cores lisas ou decorados. As dimensões básicas são 15 x 7,5, 15 x 30, 10 x 20 e 30 x 30 cm, com pequenas variações para mais ou menos.

As cores são também variadas, com a vermelha apresentando menor custo. A partir daí, subindo a dimensão e o número de cores, aumenta também o custo.

As peças básicas são complementadas com rodapés, soleiras boleadas e cantos.

Ladrilhos de grande resistência ao desgaste, são os grês cerâmicos, porém de pouca aplicação na zona rural. Outra variação para pisos é o uso de cacos de material cerâmico que têm a aplicação em terraços, jardins e pisos externos de residências.

c) Ladrilhos hidráulicos:

São confeccionados em argamassa de cimento, prensadas em forma de 20 x 20 cm. Admite cores formando desenhos lisos. Sua aplicação vem decrescendo pois perde em qualidade para os cerâmicos. Os quadriculados (relevo) permitem pisos anti-derrapantes, podendo ser usados em rampas e passeios.

d) Pastilhas:

Em porcelanas ou vidradas, com grande variedade de cores, formas e desenhos, são usadas em revestimentos, em obras urbanas, quando se pretende determinado efeito estético ou maior impermeabilidade.

VII. A MADEIRA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

1. Introdução

A madeira é um dos mais antigos materiais de construção utilizados pelo homem. É um material de grande beleza e de larga utilização nas construções. No entanto é muitas vezes mal empregado, de forma intuitiva, trazendo uma série de problemas. Suas características devem ser bem estudadas afim de que não sejam nem superestimadas e nem subestimadas, a fim de seu uso ser mais econômico e com qualidade.

Atualmente, com a industrialização, surgiram novos produtos de madeira, ampliando o seu uso na construção civil e em outras indústrias.

Algumas de suas utilizações são indicadas abaixo:

- Andaimés;
- Revestimento, empenas de telhado - pinho de 1ª ou 3ª ;
- Formas para concreto - pinho de 3ª, jequitibá ou compensado;
- Estrutura de telhado – madeira de lei ou eucalipto (roliço ou serrado);
- Tacos, assoalhos - peroba rosa, peroba do campo, sucupira, ipê e jacarandá;
- Mourões para cercar pastos e currais - aroeira, amoreira, eucalipto tratado, braúna e candeia;
- Tábuas para cercas de curral - ipê, peroba rosa e eucalipto;
- Portas e janelas - cedro, jacarandá e sucupira;
- Portais e marcos - peroba rosa, jacarandá e sucupira;
- Forros – pinho.

Vantagens da madeira como material de construção

- Pode ser obtida por preços competitivos e em grande quantidade, com reservas renováveis;
- Apresenta boa resistência mecânica, com a vantagem de peso próprio reduzido;
- Pode ser trabalhada com ferramentas simples, tendo peças que podem ser desdobradas em outras conforme a necessidade, permitindo a reutilização;
- Permite o uso em dimensões reduzidas;
- Tem boas condições naturais de isolamento térmico e absorção acústica;
- Não sofre ataques de gases e produtos químicos;
- Em seu estado natural, apresenta uma infinidade de padrões estéticos e decorativos.

Desvantagens da madeira como material de construção

- Combustibilidade;
- Material heterogêneo e com anisotropia;
- Sensibilidade às variações de temperatura;
- Facilidade de deterioração por agentes biológicos;
- Deformabilidade;
- Formas alongadas e de seção transversal reduzida.

Obs.: Modernas técnicas utilizadas - como secagem artificial, tratamentos de preservação, madeiras transformadas - estão atenuando algumas dessas desvantagens da madeira.

2. Origem e produção das madeiras

Madeira é o produto natural proveniente do lenho dos vegetais superiores (árvores e arbustos lenhosos). As características de heterogeneidade e anisotropia guardam estreita relação com a origem de ser vivo.

a) Classificação das madeiras

- **Madeiras duras ou de lei:** empregadas na construção com função estrutural, com grande porcentagem de cerne podendo ser citados: jacarandá, perobas, ipê, sucupira, canela, imbuia, amoreira, cedro, candeia, braúna e eucalipto entre tantas outras. Para uso em construção deve predominar o cerne em relação ao alburno.
- **Madeiras moles ou brancas:** utilizadas em construções temporárias ou protegidas, como exemplo o pinho do Paraná.

b) Estrutura e crescimento das árvores

As madeiras de construção crescem pela adição de camadas externas, sob a casca. A seção transversal de um tronco revela as seguintes camadas: casca, câmbio, lenho (formado pelo alburno e pelo cerne), medula e raios medulares.

c) Identificação

As madeiras podem ser identificadas pela sua denominação vulgar e pela identificação botânica.

- identificação vulgar: configuração do tronco e copa, textura da casca, aspectos de flores e frutos; varia de região para região.
- identificação botânica: classificação através do exame de frutos, folhas e sementes por um botânico que determina família, gênero e espécie:

Exemplos ==> pinho-do-paraná = araucaria angustifolia
==> peroba = aspidosperma polyneuron

d) Tipos de madeira de construção

Há duas categorias básicas:

- a) madeiras maciças: madeira bruta ou roliça, madeira falquejada e madeira serrada.
 - b) madeiras industrializadas ou transformadas: madeira laminada e colada, madeira compensada, madeira aglomerada e madeira reconstituída.
- Madeira bruta ou roliça: usadas em forma de tronco, servindo como estacas, escoramento, postes e colunas.
 - Madeira falquejada: faces laterais aparadas a machado, formando seções maciças quadradas ou retangulares, usada em estacas, pontes, etc.
 - Madeira serrada é o produto mais comum, podendo ser utilizado em todas as fases da construção.
 - Madeira laminada e colada: associação de lâminas de madeira selecionada, coladas com adesivos. Utilizada para fins estruturais.
 - Madeira compensada: formada pela colagem de três ou mais lâminas, alternando-se as direções da fibras. Empregada em formas, forros, lambris, etc.
 - Madeira aglomerada: chapas e artefatos obtidos pela aglomeração de pequenos fragmentos de madeira. Utilizado em revestimentos, móveis, etc.
 - Madeira reconstituída: chapas obtidas pela aglomeração de fibras celulósicas extraídas do lenho das madeiras. Utilizada em forros, revestimentos, etc.

e) Produção das Madeiras Serradas

A produção das madeiras se inicia com o corte ou derrubada das árvores e prossegue com a toragem, o falquejo, o desdobro e o aparelhamento das peças.

- Corte: de preferência no inverno (maior durabilidade);
- Toragem: árvore é desganhada e cortada em toras de 5 a 6 metros para facilitar o transporte; nesta etapa a tora também é descascada;
- Falquejo: a tora é deixada grosseiramente quadrada;
- Desdobro: operação final de obtenção de peças de madeira bruta, pode ser: desdobro normal (tangencial ou pranchas paralelas), radial ou misto;
- Aparelhagem: operação para se obter as peças nas bitolas comerciais por serragem e resseragem.

Algumas dimensões usuais das peças de madeira serrada

Nome	Dimensões (cm)	Nome	Dimensões (cm)
Pranchão	15,0 x 22,0	Sarrafos	2,8 x 7,5
	10,0 x 20,0		2,2 x 7,5
	7,5 x 23,0		
Vigas	7,5 x 15,0	Tábuas	2,5 x 23,0
	5,0 x 20,0		2,5 x 15,0
	5,0 x 15,0		2,5 x 11,5
Caibros	7,5 x 7,5	Ripas	1,2 x 5,0
	7,5 x 5,0		
	6,0 x 5,0		

Algumas dimensões usuais das peças de madeira beneficiada

Nome	Dimensões (cm)	Nome	Dimensões (cm)
Soalho	2,0 x 10,0	Rodapé	1,5 x 15,0
Forro	1,0 x 10,0	Rodapé	1,5 x 10,0
Batentes	4,5 x 14,5	Tacos	2,0 x 2,1

Tolera-se a variação de + ou - 1%.

Obs: Os comprimentos variam a partir de 2,5 m, sendo no entanto o custo mais elevado por metro, quando forem iguais ou superiores a 5,00m.

3. Propriedades físicas das madeiras

Alguns fatores alteram as propriedades físicas, entre eles estão a espécie botânica, a massa específica do material, a localização da peça no lenho, a presença de defeitos e a umidade.

a) Umidade

É expressa em porcentagem do peso seco:

$$h = \frac{ph - po}{po} * 100$$

sendo: ph = peso úmido, e

po = peso seco em estufa.

A umidade apresenta-se sobre três formas: água de constituição, água de adesão ou impregnação e água de capilaridade ou água livre.

O ponto de saturação ao ar é quando as células estão saturadas de água de impregnação. A água de capilaridade não provoca alteração de volume

Teores de umidade médios nas madeiras:

- No abate: cerca de 52% nas folhosas e 57% nas resinosas;
- Madeira verde: cerca de 30% no ponto de saturação;
- Madeira semi-seca: abaixo do ponto de saturação, mas com umidade superior a 23%;
- Madeira comercialmente seca: entre 18 e 23 %;
- Madeira seca ao ar: de 13 a 18 %;
- Madeira dessecada: de 0 a 13 %;
- Madeira completamente seca - 0 %.

A madeira tende a apresentar um teor de umidade em equilíbrio com o estado higrotérmico ambiente.

b) Retratibilidade

É a propriedade da madeira de alterar suas dimensões e o volume quanto o teor de umidade varia do estado completamente seco ao estado de saturação. A retratibilidade deve ser reduzida ao máximo, a fim de melhorar a qualidade final do produto.

c) Densidade

Representada nas madeiras em termos de *massa específica aparente*, a um determinado teor de umidade:

$$dh = \frac{ph}{vh} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Como os fatores são relacionados entre si em uma determinada umidade é indispensável a determinação do teor de umidade. Os valores de massa específica são corrigidos para o valor da umidade $h = 15\%$, para efeito de comparação:

d) Demais propriedades físicas da madeira

Outras propriedades menos importantes são: condutibilidade elétrica, condutibilidade térmica, condutibilidade sonora e resistência ao fogo.

4. Propriedades mecânicas das madeiras

A madeira de um modo geral, resiste a todos os tipos de solicitações mecânicas, compressão, tração, flexão e cisalhamento. As propriedades mecânicas estão relacionadas à fatores como: anisotropia, à heterogeneidade e à capacidade de absorção de água das madeiras.

As tensões admissíveis, a serem usadas nos projetos de estruturas de madeira, são deduzidas das propriedades determinadas em ensaios.

Este assunto é melhor apresentado na apostila “Resistência dos Materiais e Dimensionamento de Estruturas para Construções Rurais”.

5. Defeitos das madeiras

a) Defeitos de crescimento

- Nós: são seções de massa lenhosa que constituía a porção da base de um ramo inserido no tronco de uma árvore; podem ser firmes ou soltos;
- Desvios de veio e fibras torcidas.

b) Defeitos de secagem

- Rachaduras: abertura de grandes dimensões;
- Fendas: aberturas de pequenas dimensões;
- Abaulamento, arqueamento e/ou empenamento;

c) Defeitos de produção

- Defeitos de desdobro como fraturas, fendas e machucaduras no abate;
- Defeitos de serragem como cantos quebrados, fibras cortadas.

d) Defeitos de alteração

- Apodrecimento, bolor, furos de insetos, etc..

6. Beneficiamento das madeiras

Como já foi apresentado as madeiras apresentam algumas características negativas no seu uso como material de construção, entre elas: deterioração ou alteração de sua durabilidade em ambientes que favoreçam a proliferação de fungos, bactérias e insetos; marcante heterogeneidade e anisotropia; limitações de dimensões das peças; alteração de propriedades com a variação de umidade.

Esses problemas podem ser contornados e as características destas podem ser melhoradas por processos de beneficiamento, tais como: secagem, tratamento ou processos de preservação e ou transformação.

a) Secagem

As madeiras utilizadas na construção devem ter grau de umidade compatível com o ambiente de emprego (equilíbrio higroscópico).

Há várias vantagens de se construir com madeiras “secas”, dentre elas.

- Diminuição do peso do material;
- Menor variação das dimensões no tempo (menor retração);
- Aumento da resistência com a eliminação da água de impregnação;
- Maior resistência aos agentes de deterioração;
- Adequação desta para aplicação de produtos para preservação.

Os processos de secagem podem ser feitos através da secagem natural ou realizada em estufas.

O processo de secagem normalmente é lento e variável devido à diversos fatores: época do ano, temperatura, umidade relativa do ar, circulação do vento nas pilhas de madeira, etc. Como exemplo, em secagem ao tempo e sob a forma de tábuas, a maioria das espécies perde a metade de sua umidade (água livre) em 20 a 30 dias e o restante até atingir o equilíbrio com o ambiente, num tempo 3 a 5 vezes maior. Na secagem artificial todo o processo pode ser concluído em 2 ou 3 semanas.

b) Preservação das madeiras

A durabilidade das madeiras depende de fatores decorrentes da própria natureza do material, mas também de fatores ambientais: umidade, temperatura e arejamento.

A durabilidade pode ser melhorada com o emprego de processos adequados de tratamento e preservação, tais como a aplicação de produtos especiais (pintura, imersão ou impregnação).

c) Madeiras transformadas

Depende de tecnologia de alteração da estrutura fibrosas orientada do material, com a finalidade de corrigir suas características negativas.

Os tipos de madeira transformada são: madeira laminada e colada, madeira compensada, madeira aglomerada e madeira reconstituída.

Madeira laminada e colada: São formadas por lâminas (tábuas) com espessura de 15 mm a 30 mm, coladas umas sobre as outras. Podem ser retas ou curvas, de qualquer largura e comprimento, de seção constante ou variável. São produzidas já aparelhadas e prontas para uso

Madeira laminada compensada: São formadas pela colagem de três ou mais lâminas, alternando-se as direções das fibras em ângulo reto idealizada para equilibrar as variações dimensionais de retratibilidade. Apresenta também razoável homogeneidade de composição e resistência semelhante no sentido transversal e longitudinal.

Madeira aglomerada: São chapas e artefatos obtidos pela aglomeração de pequenos fragmentos de madeira. Empregada em marcenaria para móveis e esquadrias, ou para carpintaria na construção de forros e divisórias. Permite revestimento em uma ou ambas faces com laminados, plástico ou pintura.

Madeira reconstituída: São chapas obtidas pela aglomeração de fibras celulósicas extraídas do lenho das madeiras. utilizada em forros, revestimentos, etc.

Vantagens da madeira transformada:

- Maior homogeneidade e isotropia de comportamento físico e mecânico;
- Melhor possibilidade de preservação;
- Melhoria nas propriedades físicas e mecânicas;
- Possibilidade de maiores dimensões;
- Aproveitamento integral do material lenhoso.

7. Recomendações para armazenagem de madeiras

- As pilhas devem ficar bem espaçadas, a uma distância mínima entre elas igual a metade de suas larguras.
- A largura das pilhas deve ser inferior a 2,40 m e a altura não deve ser superior a 6 m.
- Para que não ocorra o tombamento da pilha sob a ação de ventos, a altura não deve ser superior a duas vezes e meia a largura.
- As pilhas devem ficar a uma altura mínima de 30 cm do solo, sobre suportes que não devem ficar muito espaçados uns dos outros, para se evitar "embarrigamento" da madeira.
- As peças de madeira devem ser empilhadas de forma a permitir uma boa ventilação entre as mesmas.
- As pilhas devem ser feitas com a utilização de tabiques, no sentido do fluxo do vento para que ele circule por dentro da pilha.
- Os tabiques devem ser tratados com inseticidas e fungicidas para que eles não se tornem uma fonte contaminadora de agentes biológicos que atacam a madeira.
- Os tabiques devem ser colocados um sobre os outros, de maneira a formar uma coluna de suportes da base ao topo da pilha (para evitar o empenamento das peças).
- A madeira empilhada deve ficar protegida das águas das chuvas, sob lajes já executadas, abrigos provisórios ou cobertas com lonas, para evitar que a água penetre no interior da pilha, dificultando e retardando a secagem da madeira

VIII. METAIS EM GERAL

1. Introdução

Metal (do ponto de vista tecnológico) pode ser definido como elemento químico que existe como cristal ou agregado de cristais, no estado sólido, caracterizado pelas seguintes propriedades: alta dureza, grande resistência mecânica, elevada plasticidade (grandes deformações sem ruptura) e alta condutibilidade térmica e elétrica.

Os metais são um dos grupos mais importantes entre os materiais de construção, devido às propriedades que possuem (diversos empregos na construção). A utilização de ligas metálicas, melhorando ou comunicando certas propriedades, fez ampliar o campo de aplicações desses materiais.

Os metais aparecem na natureza em estado livre ou compostos. Concentrados em jazidas.

Os principais minérios são:

- Alumínio: bauxita;
- Chumbo: galena;
- Cobre: calcosina, cuprita, calcopirita, malaquita e azurita;
- Estanho: cassiterita;
- Zinco: blenda, calamina e smithsonita.

2. Ligas

Os metais em geral não são empregados puros, mas fazendo parte de ligas.

A liga é uma mistura, de aspecto metálico e homogêneo, de um ou mais metais entre si ou com outros elementos.

Neste caso busca-se obter propriedades mecânicas e tecnológicas melhores que as dos metais puros.

O processo mais simples de obtenção das ligas é a fusão, ou seja, mistura dos componentes fundidos na proporção desejada. Entretanto existem outros processos como: pressão, aglutinação (uso de um cimento), eletrólise, etc..

3. Propriedades dos metais

As propriedades que interessam para a construção, são: aparência, densidade, resistência à esforços mecânicos, dureza, dilatação térmica, condutibilidade elétrica, resistência ao choque e à fadiga e oxidação.

Aparência: todos os metais comuns são sólidos à temperatura ordinária, a porosidade não é aparente e possuem brilho característico.

Densidade: nos metais comuns variam entre 2,56 e 11,45 (platina=21,30).

Dilatação e Condutibilidade Térmica: o coeficiente de dilatação dos metais se situa entre 0,10-0,030 mm/m/°C; a ordem decrescente começa com o zinco, depois chumbo, estanho, cobre, ferro e termina com aço. Com relação a condutibilidade térmica a prata é o maior condutor seguido do cobre, alumínio, zinco, bronze, ferro, estanho, níquel, aço e chumbo.

Condutibilidade Elétrica: os metais são bons condutores elétricos, o cobre e o alumínio são utilizados tradicionalmente na transmissão de energia elétrica.

Resistência à Tração, Resistência ao Choque, Dureza, Fadiga: ver apostila Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais.

Corrosão (ou Oxidação): transformação não intencional de um metal, a partir de suas superfícies expostas, em compostos não aderentes, solúveis ou dispersíveis no ambiente em que o metal se encontra. Há dois tipos de corrosão: a corrosão química e a corrosão eletroquímica. Em qualquer caso o metal doa elétrons a alguma substância oxidante existente no meio ambiente, formando óxidos, hidróxidos, sais, etc.

A tendência natural dos metais é voltar à condição de óxido. Pode-se, no entanto, procurar retardadores da oxidação, a partir das seguintes técnicas:

- Escolha do metal ou liga adequada ao meio em que vai atuar;
- Fazer com que o meio em que o metal vai atuar não seja corrosivo;
- Recobrir o metal por um óxido ou sal insolúvel e resistente, que impeça a troca eletrolítica;
- Fazer capeamento metálico;
- Proteção catódica;
- Adoção de cuidados especiais na construção;
- Pintura superficial.

4. Estudo particular dos metais

a) Alumínio

- O alumínio é um metal leve: densidade relativa entre 2,56 e 2,67 kgf/dm³;
- Tem ruptura à tração entre 8 e 14 kgf/mm², e quando temperado pode atingir 50 kgf/mm²;
- É de difícil soldagem, e quando soldado perde 50% de suas propriedades mecânicas;
- Se funde a 650-660 °C e tem excelente condutibilidade térmica e elétrica;
- Há várias ligas com o alumínio, destacando-se o duralumínio (com cobre e magnésio) de grande resistência e leveza;
- Metal de cor cinza-claro, destaca-se como um dos metais de maior emprego na construção civil (só perdendo em importância para o ferro e suas ligas), sobressaindo-se a qualidades de leveza, estabilidade, beleza e condutibilidade.

Emprego do Alumínio

- Na construção o alumínio é empregado em transmissão de energia elétrica, coberturas, revestimentos, esquadrias, guarnições, elementos de ligação, etc.;
- O alumínio não deve ficar em contato com outro metal; os elementos de conexão podem ser de alumínio ou de outro metal com proteção isolante;
- Em coberturas é empregado na forma de chapas onduladas ou trapezoidais;
- É muito empregado em esquadrias, onde os fabricantes já têm perfis padronizados, com os quais compõem a forma desejada pelo projetista;
- É usado em fachadas (revestimento), em arremates de construção (cantoneiras, tiras, barras), fios e cabos de transmissão de energia e pode ser disperso em veículo oleoso dando tintas de alumínio.

b) Cobre

- Metal de cor avermelhada, muito dúctil e maleável, embora duro, pode ser reduzido a lâminas e fios extremamente finos;
- Ponto de fusão entre 1.050 e 1.200 °C, densidade relativa entre 8,6 e 8,96, rompimento à tração entre 20 e 40 kgf/mm²;

- Apresenta grande condutibilidade térmica e elétrica.

Emprego do Cobre

- É utilizado principalmente em instalações elétricas, como condutor;
- É empregado também em instalações de água, esgoto, gás, coberturas e forrações;
- É recomendável a utilização de tubulações de cobre para gás liquefeito, porque resistem melhor quimicamente e são mais fáceis de soldar que as de ferro galvanizado.

c) Zinco

- Metal cinza-azulado, ponto de fusão 400-420 °C, densidade relativa entre 7 e 7,2, resistência à tração 16 kgf/mm², possui baixa resistência elétrica;
- Em pouco tempo de exposição cobre-se de uma camada de óxido, que o protege, mas é muito atacável pelos ácidos (quando usado em calhas ou telhas deve apresentar caimento uniforme, para não permitir acúmulo de águas que possam trazer acidez).

Emprego do Zinco

- É utilizado principalmente sob a forma de chapas lisas ou onduladas, para coberturas ou revestimentos, em calhas e condutores de fluidos;
- É empregado também como composto em tintas e em ligas.

d) Latão

- Liga de cobre e zinco de grande uso e importância na construção;
- A proporção da liga é variável => pode ir de 95% de cobre e 5% de zinco, até 60% de cobre por 40% de zinco;
- Tem cor amarela, é muito dúctil e maleável, tem densidade relativa entre 8,2 a 8,9, carga de ruptura à tração entre 20 e 80 kgf/mm²;
- É muito empregado em ferragens: torneiras, tubos, fechaduras, etc.

As ferragens representam dois grandes grupos de artefatos utilizados na construção predial: ferragens de esquadrias (fechos, fechaduras, dobradiças e puxadores) e metais sanitários (válvulas, registros e torneiras).

Todos esses artigos devem ter qualidades em comum, como: resistência mecânica elevada, resistência à oxidação, facilidade de fabricação, resistência ao desgaste, relativa leveza e facilidade de manuseio.

Esse conjunto de qualidades se encontra melhor no latão, por isso a preferência de seu emprego.

5. Produtos Siderúrgicos

a) Introdução

Fazem parte desse grupo o ferro e suas ligas (aço). É o metal de maior aplicação na indústria da construção.

O ferro e o aço tem grande utilização como material estrutural, devido a seu elevado módulo de resistência (permite vencer grandes vãos com peças relativamente delgadas e leves).

Seu emprego pode ser em estruturas ou componentes, como por exemplo: peças estruturais em geral (vigas, perfis, colunas), trilhos, esquadrias, coberturas e fechamentos laterais, painéis (fachadas e divisórias), grades e peças de serralheria, reforço de outros materiais (concreto armado), hangares, galpões, silos e armazéns.

A adição de carbono no processo de fabricação aumenta a resistência do aço, porém o torna mais duro e frágil.

O ferro fundido tem boa resistência à compressão, cerca de 60 kgf/mm², porém a resistência à tração é cerca de 60% deste valor. Sob efeito de choques mostra-se quebradiço.

A resistência à ruptura por tração ou compressão dos aços utilizados em estruturas varia de 30 a 120 kgf/mm².

b) Vantagens da construção com aço

Maior confiabilidade; menor tempo de execução; maior limpeza da obra; maior facilidade de transporte e manuseio; maior facilidade de ampliação; maior facilidade de montagem; facilidade de desmontagem e reaproveitamento; menores dimensões das peças; facilidade de vencer grandes vãos; precisão das dimensões dos componentes estruturais; maior facilidade de reforço e redução de carga nas fundações.

c) Tratamento térmico dos aços

Os tratamentos térmicos são recursos auxiliares utilizados para melhorar as propriedades dos aços. Eles se dividem em dois grupos: os tratamentos destinados principalmente a reduzir tensões internas provocadas por laminação, solda, etc. (normalização, recozimento); e os tratamentos destinados a modificar a estrutura cristalina, com alteração da resistência e de outras propriedades (têmpera, revenido).

- Normalização: o aço é aquecido a uma temperatura da ordem de 800 °C (variável com a % de carbono), mantido nessa temperatura durante quinze minutos e depois deixado esfriar livremente no ar.
- Recozimento: o aço é aquecido a uma temperatura apropriada dependendo do efeito desejado, mantido nessa temperatura por algumas horas ou dias e depois deixado esfriar lentamente, em geral no forno.
- Têmpera: o aço é aquecido a cerca de 900°C e esfriado rapidamente em água ou óleo para cerca de 200°C.
- Revenido: o aço é aquecido a uma temperatura de 300°C a 700°C, deixando-se esfriar ao ar; é utilizada em alguns tipos de aços-carbono e correntemente nos aços de baixa liga.

e) Tratamento a Frio (Encruamento)

- Altera as propriedades mecânicas sem a necessidade de ligas: maior resistência à tração, maior dureza e menor deformação;
- Usado nos aços para concreto armado;
- Cuidado especial: se aquecido (40% da temperatura de fusão) os cristais tendem a se reagrupar e perdem o encruamento.

f) Influência da composição química nas propriedades dos aços / ligas de ferro

A composição química determina muitas das características dos aços. Alguns elementos químicos são consequência dos métodos de obtenção, outros são adicionados deliberadamente, para atingir fins específicos.

Os principais elementos químicos encontrados nos aços são:

- Carbono => principal elemento para aumento da resistência. em geral, cada 0,01% de aumento de teor de carbono aumenta o limite de escoamento em $\pm 0,35$ MPa; no entanto, é acompanhado por redução de ductibilidade, tenacidade e soldabilidade;
- Cobre => aumenta a resistência à corrosão (adição de até 0,35%); aumenta também o limite de resistência à fadiga;
- Manganês => aumenta o limite de resistência à fadiga, a tenacidade e à corrosão;

- Nióbio => produz aumento relativamente grande no limite de escoamento, mas aumentos menores no limite de resistência;
- Níquel => aumenta a resistência mecânica, a tenacidade e a resistência à corrosão; reduz a soldabilidade;
- Cromo => aumenta a resistência mecânica à abrasão e à corrosão;
- Vanádio => em teores até 0,12%, aumenta o limite de resistência à abrasão e à deformação, sem prejudicar a soldabilidade e a tenacidade;
- Fósforo => aumenta o limite de resistência à fadiga; reduz a ductibilidade e a soldabilidade.

g) Propriedades

Estas variam conforme as ligas, os processos de fabricação, os tratamentos, etc. São apresentados a seguir alguns pontos importantes em relação a resistência à compressão e à tração, oxidação, fadiga.

Resistência à Tração: varia conforme o tratamento e a composição; nos aços com baixo teor de carbono (aços doces) fica bem estabelecido o limite de escoamento; nos demais não.

Resistência à Compressão: normalmente é da mesma ordem de grandeza da resistência à tração; há no entanto, o problema de flambagem, devido a utilização de peças esbeltas.

Resistência ao Desgaste/Impacto: a resistência ao desgaste e ao impacto são elevadas, desde que se utilizem ligas apropriadas.

Corrosão: o ferro e o aço são muito atacados pela corrosão, principais agentes corrosivos naturais: o gás sulfídrico, a água, os cloretos e nitratos; no concreto armado deve se ter cuidado especial com o uso de aditivos, que podem causar a corrosão; há certos óleos e graxas que podem acelerar o processo de corrosão.

Fadiga: é importante se considerar a fadiga quando da utilização de ferro/aço em pontes e peças que recebem vibração transmitida por máquinas, vento ou água; nos cálculos, se utiliza uma redução das resistências, quando de estruturas submetidas à esforços que possam provocar fadiga.

h) Aplicações dos materiais siderúrgicos em construções

Aço inoxidável

É um aço de grande resistência à corrosão. Pode ser obtido por:

- Liga de aço e cromo (18%) para maior dureza se acrescenta níquel (8%) ou aço inox de qualidade superior = 9% níquel, 18% de cromo e menos de 0,15% de carbono.
- Capeamento ou tratamento superficial, usando cromo, níquel, zinco (zincagem ou galvanização) e estanho.

Folha-de-flandres (chapas estanhadas)

- Conhecida vulgarmente como lata;
- Chapa fina de aço, com as faces cobertas de estanho para não oxidar;
- Obtida por imersão em banho de estanho fundido ou por deposição eletrolítica.

Chapas galvanizadas

- Chapa fina de aço revestida com zinco; é mais resistente que a folha-de-flandres;
- É obtida pela imersão da chapa em banho de zinco fundido ou eletroliticamente;
- Podem ser lisas ou onduladas;
- São padronizadas pela bitola GSG, do nº 10 (3,515 mm), até o nº 30 (0,399 mm de espessura).

Chapas lisas pretas

- Chapas de aço lisas de baixo carbono ==> chapas pretas;

- São laminadas a quente e a frio;
- As laminadas a quente são chamadas grossas (espessuras de 5,16 mm a 75,20 mm);
- As chapas laminadas a frio são finas, e tem bitolas padronizadas. Variam de 1,90 mm (chapa 14 MSG) a 0,31mm (chapa 30 MSG).

Barras para concreto armado

Definição da NBR 7480 - barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto:

a) Quanto à apresentação:

- Barras: segmentos retos com comprimento entre 10 e 12 m.
- Fios: elementos de diâmetro nominal inferior ou igual a 12 mm, fornecidos em rolos de grande comprimento.

b) De acordo com o processo de fabricação:

- Classe a: barras e fios laminados a quente, com escoamento definido, caracterizado por patamar no diagrama tensão-deformação; são barras lisas.
- Classe b: são as barras e fios encruados por deformação a frio, com tensão de escoamento convencionalizada em uma deformação permanente de 0,2%; são as barras torcidas ou com mossas.

c) de acordo com as características mecânicas, conforme a tabela abaixo:

Categoria	Tensão de escoamento mínima T_e (kgf/mm ²)
CA-25	24
CA-32	32
CA-40	40
CA-50	50
CA-60	60

A norma brasileira substitui o bitolamento em polegadas pelo bitolamento em milímetros:

- Fios: 3,2 - 3,5 - 4 - 4,5 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 mm;
- Barras: 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 22 - 25 - 32 - 40 mm.

Perfis laminados

- Aço carbono laminado, apresentado na forma de barras com diversas configurações de seção transversal: perfis "L", "T", "H", "U", "Z";
- Denominados por sua altura em cm ou polegadas, mas só este detalhe não é suficiente;
- Os perfis estruturais são fabricados com as seguintes resistências à tração:
 - a) Qualidade comercial ==> 38,67 a 56,25 kgf/mm²;
 - b) Para pontes, edifícios e grandes estruturas ==> 42,19 a 52,73 kgf/mm²;
 - c) Valores especiais para vagões, locomotivas e navios.

Trilhos e acessórios

- Produtos laminados destinados a servir de apoio para as rodas metálicas de pontes rolantes ou trens.

i) Outras aplicações dos produtos siderúrgicos

Ferro fundido

Entre produtos de ferro fundido são importante os tubos para a construção de rede de água e esgotos, no entanto de elevado preço. Servem também como colunas para suporte de carga. São tubos retos com bolsa para encaixe, com diâmetro à partir de 3", além de conexões tais como curvas, tês, cruzetas e forquetas. Sua resistência é superior a dos similares.

Arames

Podem ser pretos ou galvanizados, fornecidos em rolos e designados pelo calibre da feira. Por exemplo: calibre 18, 20, etc.

Arames galvanizados para cercas são de calibre 6 a 12.

Cordoalhas

Em aço, diversos fios trançados formando bitola ¼” ou 3/8”, utilizados para cercas de currais para bovinos, hoje mais econômicas que divisórias de madeira.

Pregos

Apresenta-se no comércio em dimensões diversas, caracterizados por 2 números; o primeiro refere-se ao calibre correspondente ao diâmetro e o segundo relacionado ao comprimento em “linha portuguesa” (1 linha = 2,3mm).

Exemplo: prego 18 x 30; n° 18 - diâmetro 3,4mm; n° 30 - altura 30 x 2,3 mm = 69 mm.

Canos galvanizados:

Para canalização de água, vapor, gás e ar comprimido. De acordo com a pressão de serviço podem ser fornecidos com ou sem costura. As bitolas internas vão ½ ” a 3” com comprimento de 6 m. Uma grande variedade de conexões é colocada à disposição dos usuários, evitando forçar curvaturas nos canos, o que danificaria a camada protetora galvanizada, expondo o tubo à corrosão. Para condução de água usa-se o tubo com costura (cano) nas bitolas de ½ a 2”.

IX. MATERIAL HIDROSANITÁRIO

1. Material para esgoto

a) Manilhas cerâmicas

São tubos cerâmicos de barro, cozidos em fornos, com adição de sal para vitrificação. Empregados especialmente em canalizações de esgotos e águas pluviais, podem ser utilizados também na confecção de chaminés de fogões à lenha.

Tem em uma das extremidades um alargamento ou bolsas e na outra uma série de ranhuras que facilitam a aderência de argamassa. Peças especiais são usadas para derivação e mudança de direção, tais como curvas, tês, ípsilon, cruzeta e sifões.

O diâmetro interno varia de 3” a 6”.

São qualidades requeridas: impermeabilização, diâmetro uniforme e som cheio denotando ausência de trincas.

b) Tubos PVC

O PVC ou cloreto de polivinila em forma de tubos sanitários tem largo emprego nas construções em geral, devido a uma série de características tais como resistência, flexibilidade, durabilidade e economia. Suas paredes lisas e o menor número de junções nas linhas dificultam o entupimento e as incrustações. Sua espessura pequena (3,00 mm) e a facilidade de união com cola (junta-soldada) permitem grande rendimento da mão-de-obra. Normalmente são encontrados nas bitolas de 40, 50, 75 e 100 mm.

Uma grande variedade de materiais de conexão é encontrada, tal como bolsas, luvas, cotovelo, curvas, junção simples 45⁰, junção dupla, tês, cruzetas, além de ralos simples e sifonados e tubos de descargas.

Toda linha pode ser consultada em catálogos de empresas especializadas.

2. Tubos para água fria - PVC

Para instalações de água fria na zona rural são usados tubos PVC classe 12 (6 kg/cm²) com diâmetro de 20 a 110 mm.

Para prédios ou tubos submetidos a pressões de 7,5 kg /cm² recomenda-se a série A. Sob encomenda são fornecidos tubos de classe 20 (10 kg/cm²), com comprimento de 6 m.

Existe linha completa de conexões para os tubos anteriores. Os tubos encontrados no comércio, são de dois tipos: junta soldada (cola especial), de acoplamento e rosqueáveis.

Tubos galvanizados ou de ferro- ver materiais siderúrgicos

3. Louça sanitária

Nesta linha estão incluídos os aparelhos tais como vaso sanitário, bidê, lavatório e acessórios (porta toalha, saboneteiras, papeleiras, cabides), bebedouros e mictórios. Banheiras e tanques podem também acompanhar em louça durovitrificada. São apresentadas em diferentes modelos e cores conforme sua origem industrial.

4. Outros aparelhos sanitários:

Pias de cozinha constituem aparelho a parte podendo ser encontrados: tampo de marmorite com bojo de ferro esmaltado, tampo de mármore ou granito com bojo de aço inoxidável e tampo e bojo de aço inoxidável.

Obras de baixo custo podem ser satisfeitas com bojo de ferro esmaltado, confeccionando-se o tampo na própria obra, em concreto revestido de cimento natado.

5. Metais sanitários

Abrangem uma ampla gama de peças de acabamento simples ou de luxo. Aqui se incluem os registros de gaveta, de pressão, as torneiras, duchas e válvulas sanitárias. Algumas indústrias apresentam constantemente novos modelos buscando atender o mercado cada vez mais exigentes quanto a estética e qualidade.

X. MATERIAIS ELÉTRICOS:

São basicamente constituído por eletrodutos e suas conexões, condutores (fiação) e aparelhos, passando geralmente a fiação por dentro dos eletrodutos. Os eletrodutos podem ser rígidos ou flexíveis; os primeiros são de ferro, em bitolas variáveis, comprimento de 3 metros, contando com conexões tais como: luvas, curvas, buchas, arruelas e caixas.

Os flexíveis são metálicos em espiral ou material termo plástico (PVC), sendo que estes plásticos possuem também suas conexões e bitolas variáveis. Os condutores são de cobre ou

alumínio. A proteção de fios faz-se com diversos materiais entre os quais a camada de pirastic como isolante.

Na zona rural, muitas vezes, os condutores são usados sem eletrodutos, presos a isoladores de porcelana (cleats).

A fiação classifica-se por variações de medida em mm² ou AWG. Na classificação AWG as bitolas variam de 2 a 18.

As lâmpadas podem ser incandescentes ou fluorescentes em várias capacidades de iluminação - em watts ou lumens. Redes externas podem ser iluminadas com lâmpadas à vapor de mercúrio, de sódio e gás neon.

Fazem parte dos aparelhos ainda os seguintes materiais: protetores das lâmpadas - globos, lustres, arandelas, pratos e refletores; interruptores e tomadas - de diversos tipos e modelos; sinalizadores - campainhas; caixas com disjuntores e chaves em geral com fusíveis.

XI. O PLÁSTICO NA CONSTRUÇÃO

1. Introdução

No sentido estrito plástico significa material artificial deformável. Material relativamente recente, mas de crescente uso e difusão na construção.

Histórico: primeiro plástico celulósido (1869/1870); 1928: acrílico; 1930: poliestireno; 1932: pvc e PVA; 1938: poliésteres; 1940: polietileno; 1945: silicone.

Geralmente são conhecidos como materiais baratos e inferiores aos materiais tradicionais. No entanto, há aplicações importantes e pesquisas melhorando as qualidades dos plásticos, tornando-o um material dos mais recomendados para diversas situações, desde que respeitadas suas propriedades.

A maior parte dos plásticos é usado para fins industriais importantes: indústria aeronáutica, mecânica, automobilística, etc.; somente uma pequena parte é usada para fabricação de peças de baixo custo.

Na construção tem aumentado o consumo de plásticos, tendo destaque junto a materiais tradicionalmente empregados.

2. Vantagens e desvantagens dos plásticos

As vantagens são: pequeno peso específico; isolante elétrico; possibilidade de coloração integral; baixo custo; facilidade de adaptação à produção em massa e imunes à corrosão.

Apesar de não se poder generalizar, algumas desvantagens dos plásticos são: baixa resistência a esforços de tração e impacto e deformação sob carga. Algumas dessas podem ser reduzidas.

3. Pesquisa e aperfeiçoamento

Há diversas pesquisas buscando melhorias nas qualidades físico-mecânicas dos plásticos, procurando torná-los materiais mais competitivos tanto em preço quanto em qualidade. As melhorias se concentram em quatro características:

- Ponto de fusão: atualmente entre 100 e 300 °C e busca-se atingir 800 °C.
- Módulo de rigidez: tenta-se igualar ao do cobre.

- Alongamento de ruptura: busca-se um alongamento de no máximo 10%.
- Resistência à dissolução: maior resistência química.

Muitos plásticos já apresentam condições que satisfazem uma ou duas características apontadas; no entanto é difícil obter as quatro características simultaneamente.

Outro aspecto importante é que muitas das aplicações dos plásticos são feitas a partir de teorias utilizadas para outros materiais; deve-se buscar um desenvolvimento de recursos mais apropriadas no desenho industrial para a utilização dos plásticos de forma mais adequada.

4. O plástico na construção

a) Cloro de polivinila (PVC)

É o plástico que possui o maior número de utilizações na construção. O maior uso é nas tubulações de água, esgoto e eletricidade.

Apresenta várias vantagens sobre tubos metálicos, como: baixo preço, facilidade de manuseio, imunidade à ferrugem, economia de mão-de-obra.

Outras utilizações:

- peças: sifões, válvulas, junções, chuveiros.
- tubulações: rosqueáveis ou com uso de cola, classes de pressão, para água fria e quente.
- coberturas, onde as telhas de plástico substituem telhas de vidro, visando a iluminação natural.

b) Fiberglass

Constituído por uma combinação de fibras de vidro com resina poliéster (às vezes é usado epoxi ou melamina). O fiberglass forma uma estrutura semelhante ao concreto armado.

É um material que pode ter resistência superior à chapas de aço.

Apresenta diversas utilizações na construção civil, como: usos estruturais, painéis de vedação, piscinas, revestimentos, peças especiais, etc.

Devido a facilidade de adaptação a processos industriais é de grande valor para a pré-fabricação, sendo utilizado em paredes completas, banheiros, lavatórios e outras peças para pré-montagem.

É empregado em grande escala como telhas translúcidas, domos, abrigos para pontos de ônibus, quiosques, etc..

Outra aplicação importante na construção é na confecção de formas de concreto, principalmente quando existe repetição de elementos.

c) Acrílicos

Plásticos nobres, de qualidade ótica e aparência próxima aos vidros.

São usados basicamente em aparelhos de iluminação, pela perfeita difusão luminosa que proporcionam. São empregados também em decoração como paredes divisórias, em portas de box, etc.

O uso como domos plásticos de iluminação zenital é crescente (seja opaco ou transparente), em formas padronizadas redondas, quadradas ou retangulares.

d) Resinas Epóxi

São dos mais novos e versáteis plásticos. Geralmente necessitam ser combinados com outros materiais.

São utilizados principalmente como revestimentos, por sua dureza e resistência à abrasão e como adesivos de alta resistência para concreto.

Suas utilizações genéricas são: a) adesivos; b) selantes; c) revestimentos; e d) pavimentação.

e) Silicones

Usado na proteção de superfícies contra intempéries, impermeabilizante água-repelente. Utilizado também como mastique para vedação de juntas de pequenas dimensões.

f) Náilon

Um dos plásticos mais nobres e de melhores qualidades. É usado como reforço em telhas de fibra de vidro e em buchas de fixação.

Busca-se utilizá-lo também na fabricação de dobradiças e outras peças que substituam ferragens metálicas.

g) Resinas alquídicas, fenólicas e vinílicas

São usadas largamente na indústria de tintas e vernizes.

Resinas vinílicas são usadas na fabricação de revestimentos plásticos para pisos (paviflex, vulcapiso).

As resinas fenólicas são usadas nos laminados plásticos como fórmicas (formiplac) e em chapas de revestimento (duraplac).

h) Hypalon e Neoprene

São elastômeros ou borrachas sintéticas usados para impermeabilizações.

Apresenta qualidades de resistência à ação das intempéries, não alterando suas condições de elasticidade.

O neoprene também é utilizado como gaxeta para vedação de paredes de vidro e esquadrias, e como aparelho de apoio.

i) Poliestireno

Permite acabamentos em superfícies brilhantes e polidas. Utilizado em peças de iluminação, assentos de vasos sanitários e algumas conexões de material sanitário.

j) Poliestireno expandido (Isopor)

Material leve e fácil de ser trabalhado.

Utilizado como preenchimento de paredes divisórias, decoração, forros, isolante térmico e acústico.

l) Polietileno

Material de baixo custo e facilidade para ser trabalhado.

É flexível e apresenta baixa resistência mecânica e baixa resistência ao calor. Utilizado como tubulações e em folhas como proteção de materiais contra intempéries.

XII. VIDRO

1. Introdução

Utilizado desde 3.000 a.c. A partir do século XX as pesquisas tecnológicas permitirem desenvolver novos produtos e a indústria deixa de ser artesanal.

No século XX o uso do vidro na construção civil cresceu rapidamente; atualmente se utiliza grandes áreas envidraçadas, prédios com fachada cortina, etc., isto deve basicamente a redução de custo do produto.

Definição: o vidro é uma substância inorgânica, homogênea e amorfa, obtida através do resfriamento de uma massa de fusão; suas principais qualidades são a transparência e a dureza.

O vidro distingue-se de outros materiais por várias características: não é poroso nem absorvente, é ótimo isolante, possui baixo índice de dilatação e condutividade térmica.

À primeira vista o vidro parece um sólido, mas sua estrutura interna (observada através do raio x), apresenta um arranjo de um líquido; no entanto, um líquido abaixo de seu ponto de congelamento.

2. Utilização do vidro

A utilização do vidro enquadra-se em quatro grandes campos:

- Vidro opaco: para garrafas, frascos, etc.
- Vidro plano: janelas, portas, divisões, automotivos
- Vidros finos: lâmpadas, aparelhos eletrônicos, tubos de televisão, etc.
- Vidros curvos: usados sobretudo na indústria automobilística e de construção civil.

Entre os vidros planos e curvos, o mercado consumidor pode ser esquematizado da seguinte forma: 60% na construção civil, 39% na indústria automobilística e 1% na indústria mobiliária.

3. O vidro na construção

O material vidro está na construção sobre diversas formas: em janelas, portas, na forma de blocos, chapas planas, chapas curvas, como elemento decorativo (espelhos, vidros impressos), divisórias, etc. Os vidros modelados podem apresentar formas de telhas curvas e francesas, ladrilhos quadriculados para piso de tijolos, dentre outros.

Apresenta uma grande variedade de tipos: comuns ou de qualidade superior, incolores ou coloridos, vidros com desenhos ou padrões de superfície, vidros termo-refletores ou espelhados.

Classificação dos Vidros (ABNT)

- Tipo: Recozido, de segurança temperado, de segurança laminado, termo-absorvente, termo-refletor e composto.
- Transparência: Transparente, translúcido e opaco.
- Coloração: Incolor e colorido.
- Acabamento de Superfície: Liso, float, impresso, fosco, espelhado, gravado e esmaltado.
- Colocação: Caixilhos, autoportantes e mista

Obs: O assentamento dos vidros em esquadrias é sempre feito com auxílio de massa vulgarmente chamada “massa de vidraceiro”.

a) Vidros coloridos e termo-refletores

Os vidros coloridos (termoabsorventes), além do aspecto estético, podem reduzir o consumo energético de uma construção.

São produzidos pela introdução de óxidos metálicos na massa de vidro: produzem as cores verde, azul, cinza, e bronze; reduzem a transmissão solar, aumentando a absorção do vidro.

Os vidros termo-refletores são fabricados aplicando-se na sua superfície uma camada de metal ou óxido metálico, suficientemente fina para ser transparente.

O objetivo de um projeto eficiente de uma construção é balancear o fluxo de calor e luz, para reduzir o consumo de energia paga. Isto significa absorver calor nos locais de clima frio ou bloqueá-lo nos locais quentes.

A escolha do vidro adequado minimizará o consumo de energia elétrica para iluminação e refrigeração.

Em locais quentes a solução mais econômica para o envidraçamento poderá ser um vidro termoabsorvente, que deixará passar menor quantidade de calor, reduzindo o investimento na aquisição de sistemas de ar condicionado.

Nos locais mais frios a solução mais econômica deverá ser o emprego de vidros incolores que deixarão passar o máximo de calor e de luz.

Como os dados da construção (localização, finalidade, cores, etc.) é possível selecionar a solução ótima.

b) Vidros impressos ou fantasia

São vidros translúcidos, com figuras ou desenhos em uma ou ambas faces; proporciona diferentes graus de privacidade.

Alguns tipos e espessuras podem ser temperados, aumentando a resistência mecânica; há tipos que também podem receber um tratamento especial à base de ácidos, jatos de areia ou esmalte (conhecidos como gravados ou esmaltados).

As variedades mais comuns dos vidros impressos são o canelado, pontilhado, martelado, miniboreal, bolinha, jacarezinho, etc.

Os vidros impressos são indicados para locais onde se deseja obter luminosidade sem comprometer a privacidade. Facilidade de manutenção e limpeza também deve ser observado na escolha do acabamento.

c) vidros de segurança

O vidro é chamado de segurança quando sua tecnologia de fabricação ou sua montagem permite reduzir a probabilidade dos acidentes por choques, por deformação ou por incêndio => conforme NBR 7210 (terminologia dos vidros de segurança).

Os vidros de segurança são os de resistência mecânica e características de segurança superiores à dos vidros comuns; são indicados para áreas de maior risco de acidentes (portas de vidro, laterais de vidro que possam ser confundidas com portas, janelas baixas, sacadas, envidraçamento nos banheiros e piscinas, clarabóias e envidraçamento em grandes alturas).

A diferença fundamental entre o vidro de segurança e os vidros comuns é que ao ser fraturado, o vidro de segurança produz fragmentos menos suscetíveis de causar ferimentos graves do que o vidro comum.

Os tipos básicos de vidros de segurança são o temperado, o laminado e o aramado

O vidro temperado tem esse nome por analogia ao aço temperado; ambos têm sua resistência aumentada pela têmpera, um processo que consiste em aquecer o material a uma temperatura crítica e depois resfriá-lo.

O vidro laminado consiste em duas ou mais lâminas de vidro fortemente interligadas, sob calor e pressão, por uma ou mais camadas de polivinil butiral - pvb, ou outra resina plástica.

Obs.: os vidros temperados e laminados não devem ser cortados nas obras, necessitando ser especificados exatamente nas dimensões que ocorrem nas obras.

O vidro aramado é um vidro impresso translúcido incolor, no qual é incorporada uma rede metálica de malha quadrada, com 12,5 mm de lado; a principal característica desse vidro é sua resistência ao fogo, sendo considerado uma material antichama; ele reduz o risco de acidentes, pois, caso quebre, não estilhaça, e os fragmentos mantêm-se presos à tela metálica.

XIII. TINTAS, VERNIZES, LACAS E ESMALTES

1. Introdução

A forma mais comum de combater a deterioração dos materiais é proteger as superfícies com a aplicação de uma película resistente que impede a ação dos agentes de destruição ou corrosão. Essa película pode ser obtida pela aplicação de tintas, vernizes, lacas ou esmaltes.

Tinta é a dispersão de um ou mais pigmentos em um veículo (resina) que quando aplicada em uma camada adequada forma um filme opaco e aderente no substrato; portanto, é uma composição líquida pigmentada que se converte em película sólida quando aplicada.

A tinta tem a função básica de proteger e embelezar as superfícies contra a ação do sol, chuva, maresia e diversos outros agentes.

Atualmente são fabricadas tintas com as mais diversas finalidades: tintas luminescentes, tintas que inibem o ataque de fungos, bactérias, algas e outros organismos, tintas resistentes ao calor, à prova de fogo, etc.

2. Vernizes, lacas e esmaltes

Vernizes são soluções de gomas ou resinas, naturais ou sintéticas, em um veículo (óleo secativo, solvente volátil), soluções que são convertidas em uma película útil transparente ou translúcida. Existem dois tipos: à base de óleo ou à base de solventes.

Lacas são compostas de um veículo volátil, uma resina sintética, um plastificante, cargas e, ocasionalmente um corante.

Esmaltes são obtidos adicionando-se pigmentos aos vernizes ou às lacas, resultando daí uma verdadeira tinta caracterizadas pela capacidade de formar um filme excepcionalmente liso.

Com a variedade de resinas sintéticas existentes atualmente e as modificações que se podem introduzir com os diversos tipos de óleos, os vernizes e as lacas podem ser preparados para atender às mais variadas finalidades.

3. Tintas para caiação

Água de cal com ou sem adição de corantes; indicadas para construções econômicas e aplicadas com trinças e brochas.

4. Características fundamentais das tintas

De modo geral, uma tinta de boa qualidade deve apresentar as seguintes características:

- **Pintabilidade:** facilidade de aplicação - a tinta deve espalhar-se com facilidade e resistir ao deslizamento do pincel ou rolo.
- **Nivelamento:** as marcas de pincel ou rolo devem desaparecer pouco tempo após a aplicação da tinta deixando uma película uniforme.

- **Secagem:** a secagem de uma tinta não deve ser tão rápida, nem tão lenta, deve permitir o espalhamento e o repasse uniformes, não atrasando a aplicação das demãos posteriores.
- **Poder de cobertura:** a tinta deve cobrir completamente a superfície pintada, com o menor nº de demãos.
- **Rendimento:** terá maior rendimento a tinta que cobrir a maior área por galão, com igual poder de cobertura
- **Estabilidade:** deve apresentar estabilidade durante o armazenamento; ao abrir uma lata de tinta pela primeira vez, esta não deve apresentar excesso de sedimentação, coagulação, separação, formação de nata, que não possa homogeneizar com uma simples agitação manual.
- **Propriedades de resistência / durabilidade:** é a capacidade da tinta em permanecer por longo tempo igual ao seu aspecto inicial de aplicação, resistindo a ação de chuva, raios solares, maresia, etc.
- **Lavabilidade:** capacidade de uma tinta resistir à limpeza com agentes químicos de uso doméstico, por exemplo: sabão, detergente, amoníaco, etc.
- **Transferência:** capacidade de uma tinta no momento da aplicação, passar do rolo à parede sem esforço, além de não respingar.
- **Cheiro:** característica de uma tinta para que seu odor não atrapalhe o aplicador, e após a aplicação desapareça do ambiente no menor tempo possível.

5. Funções específicas das tintas

Conforme a superfície ou substrato a ser pintado, as tintas desempenham funções específicas, tais como: proteção, acabamento, decoração, distribuição de luz, sanidade, etc.

- **Sobre alvenariiais:** as tintas evitam o esfarelamento do material e absorção da água de chuva e da sujeira, impedem o desenvolvimento do mofo, distribuem a luz e tem grande participação na decoração de ambientes ao acrescentar cor, textura e brilho.
- **Sobre madeiras:** além de contribuir para o efeito decorativo, a pintura é a solução para o problema de absorção de água e de umidade que geram rachaduras e o apodrecimento do material.
- **Sobre metais ferrosos:** a tinta é a solução mais econômica que se conhece até hoje para combater a corrosão.
- **Sobre metais não ferrosos:** recomenda-se a pintura para prolongar a vida dos sistema de proteção.

6. Sistemas de pintura

O que chamamos de pintura não deve ser entendido apenas como a tinta de acabamento; a pintura é composta por fundos, massas e por fim da tinta de acabamento.

Cada conjunto deste forma um sistema de pintura. Os fundos selam as superfícies proporcionando uma economia das tintas de acabamento que são mais caras, as massas em geral proporcionam uma superfície mais lisa e homogênea sendo porém dispensáveis.

Os tipos de superfície mais comuns encontrados na construção civil são: alvenaria comum; tijolo, bloco de concreto e reboco; alvenaria especial: tijolo aparente, concreto aparente, reboco especial; madeiras; metais ferrosos, alumínio e galvanizados.

Dependendo do tipo de superfície, seu estado e localização, há vários sistemas de pintura como acabamento em látex PVA, látex acrílico, esmaltes, óleos e vernizes.

Exemplos:

- **Paredes internas:** sistemas com tinta látex, esmalte ou tinta à óleo.
- **Paredes externas:** sistemas com tinta látex acrílico.
- **Tijolo aparente:** tinta à base de silicone, verniz acrílico.
- **Madeiras:** verniz, esmalte ou tinta à óleo.
- **Metais ferrosos:** tinta à óleo ou esmalte sobre fundo anticorrosivo.
- **Alumínio e galvanizados:** tinta a óleo ou esmalte sobre fundo para promover aderência.

7. Tintas especiais

Tintas resistentes ao calor, tintas retardadoras de combustão, tintas inibidoras do desenvolvimento de organismos e tintas luminescentes.

XIV. SUBSTÂNCIAS DIVERSAS

O ramo das construções exige uma série infundável de materiais, dificilmente analisados em uma série de publicação. Sua análise completa exigiria uma enciclopédia, com números anuais de complementação, face aos novos materiais diariamente colocados à disposição dos consumidores.

Analisaremos como substâncias diversas alguns itens de interesse das construções rurais, não citados ainda nestas anotações.

1. Isolantes térmicos e acústicos

a) Isopor

Obtido por processo especial de expansão do poliestireno, forma uma estrutura celular fechada, contendo 97 a 98% em volume de ar. Justamente o ar é que lhe confere as características de isolamento térmico e de absorção de sons. Usado em espessuras diversas para isolamento de terraços, de câmaras frigoríficas e placas para forros entre outras especificações.

b) Lã de vidro

É vidro em filamentos finíssimos formando mantos ou feltros de cor branca. Possui também grande poder de isolamento de som e calor, sendo utilizado nas mesmas características de Isopor. Também no isolamento de veículos e eletrodomésticos ou como manta de enrolamento de tubos galvanizados condutores de água quente ou vapor, evitando perda de calor.

2. Impermeabilizantes para concreto e argamassa

São emulsões destinadas a melhorar as características de impermeabilização, não se prestando portanto para vedar trincas e infiltrações Usados nas argamassas e concretos de caixa d'água, superfícies expostas às intempéries, como porões, obras enterradas e lajes de cobertura.

3. Aditivos de concreto

Nesta categoria estão os impermeabilizantes, os aceleradores e retardadores de pega, plastificantes entre outros, de uso principalmente em concreto armado.

Recomenda-se a leitura de catálogos especializados para maiores informações.

4. Proteção de madeiras

Carbolíneo

Líquido resinoso preto, derivado do petróleo e destinado a proteger madeiras enterradas. Processo de aplicação quente e a frio ou combinados, preservando a madeira da umidade e ação de fungos e insetos.