

ANEXO B

ESTRUTURA DE CÓDIGO PARA ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

1. APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

Apresenta-se na sequência as diretrizes e procedimentos para especificação mais detalhada dos materiais/componentes envolvidos na pesquisa visando a padronização da coleta, processamento e análise dos dados, uma vez que existem diferenças locais e regionais quanto a escolha e nomenclatura dos mesmos.

Não é intuito deste manual definir a melhor forma de especificar um determinado material. Limita-se apenas a relacionar aqueles parâmetros que podem interferir no índice de perda ou que sejam essenciais para a definição de algumas propriedades importantes a serem utilizadas no processamento dos dados.

Evidentemente, dada a gama de materiais estudados, existirão casos em que os parâmetros relacionados não interferem no índice de perda; porém, serão relacionados devido à simplicidade de coleta (pesquisas em notas fiscais, contatos com fornecedores etc). Quando a coleta de informações quanto à definição da especificação exigir um esforço muito grande, esta será considerada facultativa.

No entanto, acredita-se que a adoção da nova estrutura de codificação será recompensadora, uma vez que se terá maiores informações para análise dos índices de perdas ou consumos.

1.2 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO

Este anexo é composto por mais 2 capítulos além deste capítulo introdutório. Enquanto o capítulo 2 é dedicado a uma pequena revisão bibliográfica das normas nacionais sobre as terminologias empregadas para especificação dos materiais, no capítulo 3 descreve-se os parâmetros considerados para a especificação dos materiais em estudo.

2. TERMINOLOGIA EMPREGADA PELAS NORMAS NACIONAIS

Neste capítulo são descritas as principais definições e classificações dos materiais em estudo quanto às suas principais propriedades. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica nas normas brasileiras pertinentes e de alguns catálogos de empresas fornecedoras.

Muitas das informações sobre as propriedades dos materiais devem ser fornecidas pelos fabricantes. Porém, isso nem sempre ocorre. Por outro lado, estas características deveriam ser especificadas no ato da solicitação de compra.

A importância da correta especificação dos materiais para a compra é ressaltada por SOUZA (1996). Segundo o autor, "a existência de especificações claras, com requisitos definidos e documentados, permite a livre documentação entre compradores e fornecedores, reduzindo eventuais desentendimentos."

Além desta importância, ressalta também que a correta especificação proporciona a comparação entre diferentes fornecedores, qualificando-os quanto à conformidade dos produtos às exigências das normas.

Apresentam-se então, as principais definições e características relevantes dos materiais em estudo.

2.1 AGREGADOS

Nesta pesquisa estar-se-á analisando os agregados presentes nas argamassas e concretos produzidos em obra, nos serviços que fazem o uso dos mesmos. Especificamente, o projeto de pesquisa objetiva o estudo da areia e da brita. Pretende-se, portanto, relacionar alguns aspectos relevantes à especificação dos mesmos.

Os agregados podem ser originários de diferentes tipos de rochas. A identificação precisa destas rochas requer equipamentos especiais e deve ser feito por profissional qualificado. Genericamente, as rochas podem ser classificadas de acordo com a tabela 2.1.1.

Classe	Descrição
Ígneas	São as rochas originais, formadas inicialmente e a grandes profundidades da terra. Classificam-se em intrusivas e extrusivas
Sedimentares	São rochas estratificadas e normalmente formadas pela ação das águas, podendo ser formadas também pela ação eólica ou glacial
Metamórficas	São aquelas que se alteram devido a um processo físico e/ou químico com relação aos seus estados anteriores de textura, estrutura e composição mineral

Tabela 2.1.1 – Classificação simplificada das rochas (BAUER, 1994)

O conhecimento da origem das rochas dos agregados torna-se importante para a determinação de propriedades importantes a serem utilizadas nas transformações dos traços de concretos e argamassas.

Destas rochas, originam-se os agregados utilizados em concretos e argamassas, cuja definição, segundo BAUER (1994), não é unânime devido às suas características especiais. As definições de agregado segundo as normas nacionais estão expressas na tabela 2.1.2.

NBR	DEFINIÇÃO
9935 (1987)	Material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para a produção de argamassa e concreto
7225 (1982)	Material natural de propriedades adequadas ou obtido por fragmentação artificial de pedra, de dimensão nominal ¹ máxima inferior a 100 mm e dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm

Tabela 2.1.2 – Definição de agregado segundo as normas brasileiras

Os agregados podem ser classificados de acordo com as características petrográficas, de acordo com o processo de obtenção ou ainda, de acordo com sua massa específica e quanto ao tamanho dos grãos.

Quanto ao processo de obtenção ou origem, a NBR 9935 (1987) apresenta a seguinte classificação para os agregados:

- (a) Natural: aquele que pode ser utilizado tal qual é encontrado na natureza, a menos de lavagem e seleção;
- (b) Artificial: aquele resultante de processo industrial, incluindo-se britagem de rocha ou pedregulho.

São exemplos de agregados naturais: pedra pome, escória vulcânica, areias e cascalhos etc. Escórias expandidas, argila, perlita expandida, vermiculita, escórias, rochas britadas (basalto, granito, calcário) entre outros são classificados como artificiais.

Quanto ao tamanho dos grãos, os agregados podem ser classificados em agregados miúdos e graúdos.

2.1.1 AGREGADO MIÚDO

Os agregados miúdos são utilizados na confecção de argamassas e de concretos. As normas brasileiras definem esses agregados como sendo:

NBR	DEFINIÇÃO
9935 (1987)	Material granular com pelo menos 95%, em massa de grãos, que passam na peneira 4,8 mm, conforme NBR 5734
7225 (1993)	Pedregulho fino, pedrisco grosso, médio, e fino, areia grossa, média, e fina, de dimensões nominais compreendidas entre 4,8 e 0,075 mm
7211 (1983)	Areia de origem natural ou resultante do tratamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm.

Tabela 2.1.1.1 – Definição de agregado miúdo

Entre os agregados miúdos, destaca-se a areia, principalmente aquela obtida dos leitos de rios.

A definição de areia segundo as normas nacionais é apresentada na tabela 2.1.1.1.

¹ Dimensão nominal: corresponde às aberturas da peneiras de malhas quadradas, correspondentes às dimensões reais do agregado

NBR	DEFINIÇÃO
9935 (1987)	Agregado miúdo, originado através de processos naturais ou artificiais de desintegração de rochas ou proveniente de outros processos industriais. É chamada de areia natural se resultante da ação de agentes da natureza e de areia artificial quando proveniente de britagem ou outros processos industriais.
7225 (1993)	Material natural, de propriedades adequadas de dimensão nominal máxima inferior a 2,0 mm e de dimensão nominal mínima igual a 0,075 mm

Tabela 2.1.1.1 – Definição de areia segundo as normas brasileiras

A NBR 7225 (1993) classifica a areia quanto ao tamanho dos grãos em: areia grossa (entre 0,2 a 1,2 mm), areia média (entre 1,20 e 0,42 mm) e areia fina (entre 0,42 e 0,075 mm).

Além da dimensão nominal, classifica-se os agregados miúdos em função da sua distribuição granulométrica, obtida através dos procedimentos descritos na NBR 7217 (1987), cujos limites são apresentados na tabela 2.1.1.2.

Peneira ABNT	% em peso, retida acumulada nas peneiras ABNT			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	(muito fina)	(Fina)	(média)	(grossa)
9.5 mm	0	0	0	0
6.3 mm	0 - 3	0 - 7	0 - 7	0 - 7
4.8 mm	0 - 5 ^(a)	0 - 10	0 - 11	0 - 12
2.4 mm	0 - 5 ^(a)	0 - 15 ^(a)	0 - 25 ^(a)	5 ^(a) - 40
1.2 mm	0 - 10 ^(a)	0 - 25 ^(a)	10 ^(a) - 45 ^(a)	30 ^(a) - 70
0.6 mm	0 - 20	21 - 40	41 - 65	66 - 85
0.3 mm	50 - 85 ^(a)	60 ^(a) - 88 ^(a)	70 ^(a) - 92 ^(a)	80 ^(a) - 95
0.15 mm	85 ^(b) - 100	90 ^(a) - 100	90 ^(b) - 100	90 ^(b) - 100

(a) pode haver uma tolerância de até um mínimo de 5 unidades percentuais

(b) para agregado miúdo resultante de britamento, este limite poderá ser 80.

Tabela 2.1.1.2 - Classificação do agregado miúdo em função da distribuição granulométrica

A mesma norma define também areia lavada como sendo a areia que foi sujeita ao processo de limpeza.

2.1.2 AGREGADO GRAÚDO

Os agregados graúdos são utilizados na confecção de concretos, tanto usinados quanto em obra.

As normas nacionais definem agregado graúdo de acordo com a tabela 2.1.2.1.

NBR	DEFINIÇÃO
9935 (1987)	Material granular com pelo menos 95%, em massa, de grãos retidos na peneira 4,8 mm, conforme NBR 5734
7225 (1993)	Pedra britada ou brita ou pedregulho muito grosso, grosso, grosso médio, de dimensões nominais compreendidas entre 100,0 mm e 4,8 mm
7211 (1983)	Pedregulho ² ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira 4,8 mm

Tabela 2.1.2.1 – Definição dos agregados segundo normas brasileiras

A NBR 7225 (1993) define pedra britada (brita) como sendo material proveniente do britamento de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 4,8 mm. A mesma norma traz a classificação das britas em função do tamanho nominal.

Pedra britada ³	Tamanho nominal	
	Abertura de peneiras de malhas quadradas (mm)	
Número	Mínima	Máxima
1	4,8	12,5
2	12,5	25
3	25	50
4	50	76
5	76	100

Tabela 2.1.2.2 – Classificação das britas em função do tamanho nominal dos grãos

Além da dimensão nominal, os agregados graúdos podem ser classificados quanto à sua distribuição granulométrica, de acordo como os procedimentos presentes na NBR 7217 (1987), cujos limites são apresentados na tabela 2.1.2.3.

² Material natural inerte, de forma arredondada, de dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 2,0 mm (NBR, 7225, 1993)

³ também chamada de pedra britada numerada (NBR 7225, 1993)

Graduação	% retida acumulada, em peso, nas peneiras de abertura nominal, em mm, de:												
	152	76	64	50	38	32	25	19	12.5	9.5	6.3	4.8	2.4
0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0 - 10	-	80 - 100	95 - 100
1	-	-	-	-	-	-	-	0 - 10	-	80 - 100	92 - 100	95 - 100	-
2	-	-	-	-	-	0	0 - 25	75 - 100	90 - 100	95 - 100	-	-	-
3	-	-	-	0	0 - 30	75 - 100	87 - 100	-	-	-	-	-	-
4	-	0	0 - 30	75 - 100	90 - 100	95 - 100	-	-	-	-	-	-	-
5 ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 2.1.2.3 - Classificação do agregado graúdo em função da distribuição granulométrica -NBR 7217 (1987)

⁴ limites específicos definidos entre o produtor e o consumidor

2.2 AGLOMERANTES

A NBR 11172 (1989) define aglomerante de origem mineral como sendo “produto com constituintes minerais que, para sua aplicação, apresenta-se sob forma pulverulenta e que na presença de água forma uma pasta com propriedades aglutinantes”.

A mesma norma faz distinção entre aglomerante aéreo e hidráulico.

2.2.1 AGLOMERANTES AÉREOS

“Aglomerante cuja pasta apresenta a propriedade de endurecer por reações de hidratação ou pela ação química do anidrido carbônico presente na atmosfera e que, após seu endurecimento não resiste satisfatoriamente quando submetida à ação da água”. (NBR 11172, 1989)

São exemplos de aglomerantes aéreos a cal e o gesso. A cal pode ser classificada em cal virgem e cal hidratada em função do momento da produção na qual a cal a mesma é destinada ao consumo.

2.2.1.1 CAL VIRGEM (NBR 6453, 1994)

Este tipo de cal é menos utilizado atualmente e é definida como sendo “produto resultante de processo de calcinação do qual o constituinte principal é o óxido de cálcio ou óxido de cálcio em associação natural com o óxido de magnésio, capaz de reagir com água”

Em função da percentagem de CaO em relação aos óxidos totais, a cal virgem é classificada em:

Classificação	%
Cálcica	≥ 90
Magnésiana	≥65 e < 90
Dolomítica	< 65

Tabela 2.2.1.1.1 - Classificação da cal virgem em função do teor de CaO

2.2.1.2 CAL HIDRATADA (NBR 7175, 1992)

A cal hidratada é um “pó seco obtido pela hidratação da cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ou de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio”.

Esta mesma norma classifica a cal em função dos teores de óxidos não hidratados e de carbonatos nos seguintes tipos e siglas:

CH I	Cal hidratada especial
CH II	Cal hidratada comum
CH III	Cal hidratada comum com carbonatos

Tabela 2.2.1.2.1 – Classificação da cal em função dos teores de óxidos não hidratados e de carbonatos

A mesma pode ser fornecida em sacos ou a granel. Em se tratando de cal entregue em sacos, devem estar impressos nestes algumas informações técnicas adicionais, como o valor máximo da massa unitária e a necessidade de maturação das argamassas ou pastas feitas com a mesma.

É comum a utilização de cal acondicionada em sacos de 20 kg; porém, podem haver sacos com massas líquidas de 8, 25 e 40 kg.

Apresentam-se as exigências químicas e físicas para a classificação da cal em CH I, CH II e CH III.

COMPOSTOS		LIMITES		
		CH I	CH II	CH III
Anidrido carbônico (CO ₂)	Na fábrica	≤ 5%	≤ 5%	≤ 13%
	No depósito ou na obra	≤ 7%	≤ 7%	≤ 15%
Óxido não hidratado calculado		≤ 10%	não exigido	≤ 15%
Óxido totais na base de não voláteis		≥ 88%	≥ 88%	≥ 88%

Tabela 2.2.1.2.2 - Exigências químicas - NBR 7175 (1992)

Determinação		Limites	
		CH I e CH II	CH III
Finura (%) retida acumulada	Peneira 0,600 mm (no. 30)	≤ 5%	≤ 5%
	Peneira 0.075 mm (no. 200)	≤ 15%	≤ 15%
Estabilidade		Ausência de cavidades ou protuberâncias	Ausência de cavidades ou protuberâncias
Retenção de água		≥ 80%	≥ 70%
Plasticidade		≥ 110%	≥ 110%
Incorporação de areia		≥ 2,5%	≥ 2,2%

Tabela 2.2.1.2.3 – Exigências físicas – NBR 7175 (1992)

Um aspecto interessante quanto ao uso da cal hidratada em argamassas, refere-se a necessidade das mesmas terem que “descansar” antes da sua aplicação ou mistura com o cimento na produção de argamassa mista. Este período de maturação é necessário para cales com teores elevados de óxidos não hidratados, pois a reação de hidratação dos mesmos é exotérmica e, se ocorrer após a aplicação da argamassa, pode gerar fissuras. A argamassa de cal e areia deixada em “descanso” é denominada argamassa intermediária.

Neste sentido, identifica-se dois processos de produção de argamassa mista:

- utilizando-se argamassa intermediária (cal e areia);
- não utilizando-se argamassa intermediária (dosa-se e mistura-se os constituintes e aplica-se logo em seguida).

2.2.2 AGLOMERANTES HIDRÁULICOS

São aqueles “cuja pasta apresenta a propriedade de endurecer apenas pela reação com a água e que, após endurecimento, resiste satisfatoriamente quando submetido à ação da água”. (NBR 11172, 1989)

São exemplos deste tipo de aglomerante os cimentos Portland e os produtos de reação com escória e pozolana.

2.2.2.1 CIMENTOS PORTLAND

A NBR 11172 (1989) define cimento como sendo o “aglomerante constituído em sua maior parte de silicatos e/ou aluminatos de cálcio”.

A mesma norma classifica o cimento em natural, aluminoso, de alvenaria e cimento Portland, sendo este último definido como “aglomerante hidráulico artificial, obtido pela moagem de clínquer Portland, sendo geralmente feita a adição⁵ de uma ou mais formas de sulfato de cálcio”.

O cimento Portland pode ser classificado em cimento Portland Comum, de alta resistência inicial (ARI), de alto-forno (AF), cimento Portland pozolânico (POZ), de moderada resistência a sulfatos (MRS), de alta resistência a sulfatos (ARS), branco (CPB) e para poços petrolíferos⁶.

Neste manual estar-se-á discorrendo sobre aqueles de uso mais comum na construção de edifícios de múltiplos pisos. As principais diferenças entre os cimentos apresentados dizem respeito ao tipo de adição e ao teor de cada uma.

2.2.2.1.1 CIMENTO PORTLAND COMUM (NBR 5732, 1991)

É definido como “aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto forno e/ou materiais carbonáticos”.

Podem ser classificados quanto às adições, presentes ou não, em cimento Portland Comum (CP I) e cimento Portland Comum com adição (CP I-S), independentemente da classe de resistência (Tabela 2.2.2.1.1.1).

		Componentes (% em massa)			
Sigla	Classe de resistência	Clinquer + sulfato de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material pozolânico	Material carbonático
CP I	25	100	0	0	0
	32				
	40				
CP I-S	25	99 - 95	1 - 5	1 - 5	1 - 5
	32				
	40				

Tabela 2.2.2.1.1.1 - Siglas, classes de resistência e teores de adições cimento Portland comum

2.2.2.1.2 CIMENTO PORTLAND COMPOSTO (NBR 11578, 1991)

Tem-se a mesma definição do item anterior para este tipo de cimento, havendo diferença apenas quanto aos teores das adições. São designados pelas seguintes siglas:

- CP II-E : Cimento Portland Composto com Escória;
- CP II-Z: Cimento Portland Composto com Pozolana;

⁵ Cabe neste momento fazer uma distinção entre adições e aditivo. Adições são “produtos de origem mineral adicionados aos cimentos, argamassas e concretos, com a finalidade de alterar suas características.” Aditivo é “um produto químico adicionado em *pequenos teores* às caldas, argamassas e concretos, com a finalidade de alterar suas características no estado fresco e endurecido” (NBR 11172, 1989). Portanto, a diferença reside principalmente no teor adicionado às argamassas e concretos.

⁶ Existem ainda os cimentos portland compostos, não citados na norma 11172 (1989)

- CP II-F: Cimento Portland Composto com Filler.

Sigla	Classe de resistência	Componentes (% em massa)			
		Clinker + sulfato de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material pozzolânico	Material carbonático
CP II-E	25	54 - 56	6 - 34	-	0 - 10
	32				
	40				
CP II-Z	25	94 - 76	-	6 - 14	0 - 10
	32				
	40				
CP II-F	25	94 - 90	-	-	0 - 10
	32				
	40				

Tabela 2.2.2.1.2.1 - Siglas, classes de resistência e teores de adições cimento Portland Composto

2.2.2.1.3 CIMENTO PORTLAND DE ALTO-FORNO (NBR 5735, 1991)

É definido como “aglomerante hidráulico obtido pela mistura homogênea de clínquer Portland e escória de alto-forno, moídos em conjunto ou em separado”.

Esse tipo de cimento é designado pela sigla CP III.

Sigla	Classe de resistência	Componentes (% em massa)		
		Clinker + sulfato de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material carbonático
CP III	25	65 - 25	35 - 70	0 - 5
	32			
	40			

Tabela 2.2.2.1.3.1 - Siglas, classes de resistência e teores de adições cimento Portland de Alto-forno

2.2.2.1.4 CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO (NBR 5736, 1991)

É definido como “aglomerante hidráulico obtido pela mistura homogênea de clínquer Portland e materiais pozolânicos, moídos em conjunto ou em separado”.

Este tipo de cimento é designado pela sigla CP IV cuja composição é apresentada na tabela 2.2.2.1.4.1.

Sigla	Classe de resistência	Componentes (% em massa)		
		Clinker + sulfato de cálcio	Material pozolânico	Material carbonático
CP IV	25	85 - 45	15 - 50	0 - 5
	32			
	40			

Tabela 2.2.2.1.4.1 - Siglas, classes de resistência e teores de adições cimento Portland de Alto-forno

2.2.2.1.5 CIMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTÊNCIA INICIAL (ARI) (NBR 5733, 1991)

É definido como “aglomerante hidráulico que atende às exigências de alta resistência inicial, obtido pela moagem de clínquer Portland, constituído em sua maior parte de silicatos de cálcio hidráulico, ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio”.

Este tipo de cimento é designado pela sigla CP V - ARI, onde a designação ARI implica obrigatoriamente na obtenção de uma resistência à compressão aos 7 dias de idade de pelo menos 34 MPa.

Sigla	Componentes (% em massa)	
	Clinker + sulfato de cálcio	Material carbonático
CP V - ARI	100 - 95	0 - 5

Tabela 2.2.2.1.5.1 - Sigla e teores de adição cimento Portland de alta resistência inicial

Todos estes cimentos podem ser entregues em sacos ou a granel. No caso de serem entregues em sacos, estes devem conter as siglas e classe de resistência correspondente. No caso de cimentos entregues a granel, a documentação que acompanha a entrega deve conter a sigla correspondente, assim como a classe de resistência.

2.3 CONCRETOS

Em se tratando de concretos leves, normais ou pesados, misturados e dosados em central ou no próprio local da obra (canteiros), os mesmos são classificados em grupos de resistência (Grupo I e Grupo II) conforme a resistência característica à compressão (f_{ck}).

Classes de resistência do Grupo I		Classes de resistência do Grupo II	
Grupo I de resistência	F_{ck} (MPa)	Grupo II de resistência	F_{ck} (MPa)
C10	10	C55	55
C15	15	C60	60
C20	20	C70	70
C25	25	C80	80
C30	30		
C35	35		
C40	40		
C45	45		
C50	50		

Tabela 2.3.1 – Grupos de resistência (NBR 8953, 1992)

A mesma norma classifica os concretos de acordo com a massa específica seca⁷ em concretos normais (entre 2000 e 2800 kg/m³), leves (menor que 2000 kg/m³) e pesados (acima de 2800 kg/m³).

Em termos do projeto em questão, não há a necessidade de entrar no mérito dos materiais constituintes do concreto usinado. Na sua maioria, salvo situações especiais, são solicitados de acordo com a resistência requerida em projeto estrutural, além do abatimento do tronco de cone (*slump test*).

2.3.1 CONCRETO PRODUZIDO EM OBRA

Entende-se este concreto como sendo aquele produzido pela própria empresa, geralmente no próprio canteiro de obras, que não tem, na sua maioria, um controle rígido sobre os materiais constituintes. Configura-se portanto, num material composto, ou seja, é confeccionado através da dosagem e mistura de materiais básicos: aglomerante (cimento) e agregados (miúdos e graúdos) e, às vezes, aditivos.

Logo, em termos de especificação deste material, podemos relacionar os seguintes parâmetros: traço e tipo de material básico empregado, f_{ck} e *slump*.

No caso dos materiais básicos, a especificação dos mesmos já foi realizada neste manual, não necessitando portanto, de maiores detalhes; quanto ao f_{ck} , pode-se recorrer à tabela 2.3.1.

⁷ é definida pela seguinte expressão (NBR 9778, 1987): $\gamma = \frac{M_s}{M_{sat} - M_i}$, onde:

M_s = massa do corpo de prova seco em estufa;

M_{sat} = massa do corpo de prova saturado;

M_i = massa do corpo de prova saturado, imerso em água obtida com o uso de uma balança hidrostática

Quanto ao traço, o mesmo deve ser apresentado na forma padrão utilizada em literaturas e trabalhos técnicos, ou seja, aglomerante em ordem decrescente de poder de aglutinação, agregados em ordem crescente de granulometria e relação água cimento.

Quanto às unidades, os traços podem ser expressos em massa ou volume. Neste projeto, estar-se-á adotando aglomerantes em massa (kg) e agregados em volume de material úmido.⁸

Diante do exposto, convencionou-se o seguinte padrão para explicitar o traço utilizado:

$$l : af : am : ag3 ; b1 : b2 : b3, a/c$$

l	Cimento	(kg)
af =	areia fina	(m ³)
am =	areia média	(m ³)
ag =	areia grossa	(m ³)
b1 -	brita 1	(m ³)
b2 =	brita 2	(m ³)
b3 =	brita 3	(m ³)
a/c =	água/cimento	(l/kg)

Esta é a configuração mais completa (não se entra no mérito de aditivos); sabe-se ainda, de antemão, que não é comum o uso da areia fina no concreto. Neste caso, ou em situações similares, adota-se o valor 0 (zero) na posição destinada a material básico não presente, conforme exemplos:

(a) sem areia fina

$$l : 0 : am : ag3 ; b1 : b2 : b3, a/c$$

(b) sem brita 1

$$l : af : am : ag3 ; 0 : b2 : b3, a/c$$

É comum encontrar nas obras traços expressos em número de jericas, carrinhos etc. Há a necessidade, portanto, de transformar estas unidades nas unidades de compra (massa ou volume). Os procedimentos de como fazer essas transformações encontram-se no manual número 3.

2.3.2 CONCRETO USINADO

Geralmente, os concretos usinados são especificados pela resistência característica à compressão e pelo abatimento do tronco de cone, previstos no projeto estrutural. Fica sob responsabilidade da usina realizar a dosagem e mistura dos materiais para atender a esses requisitos.

2.4 ARGAMASSAS

A NBR 7200 (1982) define argamassa como sendo "mistura de aglomerantes e agregados minerais com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência".

Já a NBR 13530 (1995) faz uma distinção do tipo de argamassa em função de diversos critérios descritos na tabela 2.4.1.

Tipo de argamassa	Critério de classificação
-------------------	---------------------------

⁸ atentar para o fato de que os traços presentes em manuais têm muitas vezes o cimento e a cal expressos em volume e a areia expressa em volume de material seco.

aérea	natureza do aglomerante
hidráulica	
de cal	tipo de aglomerante
cimento	
de cimento e cal	
simples	número de aglomerantes
mista	
aditivada	propriedades especiais
de aderência melhorada	
colante	
reduzora de permeabilidade	
proteção radiológica	
hidrófuga	
termoisolante	função no revestimento
de chapisco	
de emboço	
de reboco	forma de preparo ou fornecimento
dosada em central	
preparada em obra	
industrializada	
mistura semi-pronta para argamassa	

Tabela 2.4.1 - Classificação das argamassas segundo vários critérios

Dos critérios utilizados para a classificação das argamassas, a natureza, tipo e número de aglomerante podem ser obtidos através da padronização de apresentação do traço, enquanto que a classificação da argamassa quanto à forma de preparo ou fornecimento merece destaque, uma vez que interfere no modo de produção no canteiro de obras.

A NBR 13281 (1995) define argamassa industrializada como sendo "produto proveniente da dosagem controlada em instalação própria, de aglomerante(s) de origem mineral, agregado(s) miúdo(s) e, eventualmente, aditivo(s) e adição(ões) em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário somente adiciona a quantidade de água requerida".

Partindo-se desta definição e associando-a as operações requeridas para o preparo da argamassa, nota-se que utiliza-se o grau de operações realizadas fora do canteiro de obras. Nesta pesquisa estar-se-á adotando a seguinte denominação para as argamassas:

- (a) argamassa produzida em canteiro de obra
- (b) argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro de obra

2.4.1 ARGAMASSA PRODUZIDA EM OBRA

Para estas argamassas, a dosagem e mistura dos materiais constituintes são realizadas nos canteiros de obra onde, geralmente, não se tem um controle efetivo das características dos mesmos. Geralmente a dosagem é feita em volume (número de padiolas, carrinhos de mão entre outros) e a mistura é feita em betoneiras de eixo vertical.

Em termos de especificação deste material, citam-se os seguintes parâmetros: tipos de aglomerantes, de agregados e de adições.

Entre os materiais constituintes da argamassa, resta discorrer sobre o saibro e o entulho moído, que serão considerados como adições às argamassas.

2.4.1.1 SAIBRO

Outro material geralmente empregado nas argamassas é o saibro, conhecido também em algumas regiões como arenoso. Trata-se de uma mistura de argila e areia grossa, produto da decomposição de rochas feldspáticas, principalmente granitos ou gnaisses, no qual ainda se pode ver a textura primária da rocha.

Este material não é normalizado e, portanto, não há uma classificação em função de suas propriedades. É utilizado nas argamassas em "substituição" à cal. Sabendo-se que a cal é fundamental para a plasticidade da argamassa, assim como responsável por um pequeno ganho de resistência da mesma quando endurecida, a substituição deste aglomerante pelo saibro se dá apenas em termos de ganho de trabalhabilidade, pois não há nenhuma reação química do saibro com outro componente da argamassa que possibilite o aumento de resistência quando argamassa estiver endurecida.

Alguns autores o classificam como agregado enquanto outros, como adições. Neste trabalho estar-se-á adotando-o como adição inerte, sendo suas propriedades físicas (massa unitária e massa específica) obtidas mediante ensaios padronizados para agregados.

2.4.1.2 ENTULHO MOÍDO

Atualmente nota-se uma grande preocupação com o reaproveitamento dos materiais na construção civil. Os entulhos gerados nos processos construtivos são moídos e adicionados às argamassas e concretos. As argamassas produzidas com entulho são utilizadas nos mais diversos serviços: assentamento de alvenaria, revestimento interno de paredes, contrapisos entre outros. Antes de ser utilizado na confecção da argamassa, o mesmo é finamente moído. Pode ser composto por blocos e tijolos cerâmicos ou de concreto, argamassa endurecida entre outros.

Neste projeto, o entulho moído será classificado também como uma adição.

2.4.2 ARGAMASSA PARCIAL OU TOTALMENTE PRODUZIDA FORA DO CANTEIRO DE OBRA

Essas argamassas podem ser entregues em sacos, silos ou caminhões betoneiras. Em se tratando de argamassa entregue em sacos, as massas líquidas mais comuns são 20, 25, 40 ou 50 kg. Em cada saco devem vir marcados, além de outras informações técnicas:

- (a) nome do fabricante;
- (b) denominação normalizada do produto;
- (c) massa líquida de produto contida na embalagem;
- (d) campo de aplicação do produto (ex.: rev. de camada única, assentamento de tijolos ou blocos cerâmicos etc).

2.4.3 ESPECIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS

2.4.3.1 ARGAMASSA PRODUZIDA EM OBRA

Em se tratando de argamassa não industrializada, deve-se especificar além do traço, o tipo de aglomerante constituinte.

Logo, argamassas com o mesmo traço porém com materiais diferentes (tipo de cimento, tipo de cal) serão consideradas diferentes.

Para argamassas produzidas sem o uso de argamassa intermediária (cal e areia), tem-se a apresentação do traço no seguinte formato para aglomerantes em massa e agregados e adições em volume úmido:

cim: cal : af : am : ag : sai : ent, onde:

cim	= cimento	(kg)
cal	= cal	(kg)
af	= areia fina	(m ³)
am	= areia média	(m ³)
ag	= areia grossa	(m ³)
sai	= saibro	(m ³)
ent	= entulho moído	(m ³)

Em se tratando do uso de argamassa intermediária, o traço deverá ser expresso no seguinte formato:

(cal : a) + (cim : a_i), onde:

cim	= cimento	(kg)
cal	= cal	(kg)
a _i	= arg. intermediária	(m ³)
a	= agregado miúdo	(m ³)

Os procedimentos para a transformação dos traços nas unidades corretas encontram-se no manual 3.

Da mesma forma que para o concreto preparado em obra, no caso de inexistência de um desses materiais, será atribuído o valor 0 (zero), à respectiva posição do padrão de apresentação do traço.

Exemplos:

(a) argamassa de cal com areia média

0: cal : 0 : am : 0 : 0 , a/c

(b) argamassa de cimento com areia grossa

1: 0 : 0 : 0 : ag : 0 , a/c

Note-se que a classificação da argamassa quanto ao número e tipo de aglomerantes decorre automaticamente.

2.4.3.2 ARGAMASSA PARCIAL OU TOTALMENTE PRODUZIDA FORA DO CANTEIRO DE OBRA

A especificação destas argamassas resume-se em: forma de entrega (sacos, silos, caminhões betoneiras), necessidade de adição de aglomerante e uso final da mesma (contrapiso, revestimento etc).

2.5 AÇO

Quanto à forma de entrega do aço na obra, pode-se classificá-lo em aço cortado e dobrado e aço em vergalhões. O primeiro tipo requer em obra apenas a montagem das armaduras e eventuais correções. Já o aço em vergalhões exige um processamento a mais: o corte e dobra das barras e fios.⁹ Na tabela 2.5.1 apresenta-se as principais características das barras e fios.

Diâmetro nominal (mm)		Massa nominal	Área da seção (mm ²)
Fios	Barras		
2.4	-	0.036	4.5
3.4	-	0.071	9.1
3.8	-	0.089	11.3
4.2	-	0.109	13.9
4.6	-	0.130	16.6
5.0	5.0	0.154	19.6
5.5	-	0.187	23.8
6.0	-	0.222	28.3
-	6.3	0.245	31.2
6.4	-	0.253	32.2
7.0	-	0.302	38.5
8.0	8.0	0.395	50.3
9.5	-	0.558	70.9
10.0	10.0	0.617	78.5
	12.5	0.963	122.7
	16.0	1.578	201.1
	20.0	2.466	314.2
	22.0	2.984	380.1
	25.0	3.853	490.9
	32.0	6.313	804.2
	40.0	9.865	1256.6

Tabela 2.5.1 - Características das barras e fios de aço (NBR 7480, 1996)

⁹ Existe diferença entre barras e fios. Fios são aqueles de diâmetro nominal 10 mm ou inferior, obtidos por trefilação ou processo equivalente (estiramento, por exemplo). As barras são produtos de diâmetro nominal 5.0 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente. (NBR 7480, 1996)

De acordo com o valor característico da resistência de escoamento, as barras de aço são classificadas nas categorias CA25 ($f_y = 250$ MPa), CA50 ($f_y = 500$ MPa), e os fios de aço na categoria CA60 ($f_y = 250$ MPa).

Tanto os fios como as barras são fornecidos em comprimentos de 11 metros, admitindo-se a tolerância de 9%. Permite-se ainda a existência de até 2% de barras curtas, porém não inferior a 6,0 metros.

As barras podem ser lisas ou com nervuras, sendo obrigatório a presença de nervuras nas barras da categoria CA50.

A marcações em todas as barras nervuradas devem apresentar marcas de laminação em relevo, identificando o produtor, com registro no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), a categoria do material e o respectivo diâmetro nominal.

2.6 CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA

A NBR 9490 (1986) define compensado, chapa de madeira compensada ou chapa de compensado como sendo "painel normalmente composto de lâminas cruzadas entre si, ou lâminas em combinação com miolo de sarrafeado, ou outro tipo de painel a base de madeira ("plywood")".

As chapas devem ter dimensões de 2440 mm por 1220 mm, sendo permitidas variações não superiores a ± 2 mm em qualquer direção. Outras dimensões são consideradas especiais. (NBR 9532, 1986)

Segundo esta mesma norma, as chapas de madeira compensada devem ser fabricadas nas seguintes espessuras: 4, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 mm.

SOUZA (1996) apresenta uma pequena variação das dimensões em função da proteção da superfície. Segundo o autor, as chapas de madeira compensada resinada possuem dimensões de 1100 x 2200 mm enquanto que as plastificadas têm dimensões de 1220 x 2440 mm.

Outra classificação possível para as chapas de madeira compensada é quanto ao local de utilização. A NBR 9531 (1986) as classifica em: interior (IR), intermediário (IM) e exterior (EX), sendo esta última classificação definida como sendo "chapas colada com cola à prova d'água, destinada ao uso exterior ou em ambientes fechados onde são submetidos a repetidos umedecimentos e secagem ou ação da água ...".

As fôrmas de concreto se enquadram nesta classificação (exterior (EX)) e se dividem nos seguintes grupos: resinado (R) plastificado (P).

Para cada grupo, as chapas são classificadas nos subgrupos A, B e C de acordo principalmente com a área de defeitos superficiais que apresentam.

2.7 BLOCOS E TIJOLOS

Existe uma enorme variedade de blocos/tijolos no mercado. Eles podem ser classificados em função do material, dimensões, função estrutural, área líquida de seção transversal etc.

Antes porém, de entrar especificamente nestas classificações, apresenta-se a diferença entre blocos e tijolos.

2.7.1 DIFERENÇA ENTRE BLOCOS E TIJOLOS

Na literatura pesquisada não se encontrou uma definição clara que permitisse identificar as diferenças entre bloco e tijolo.

A NBR 7170 (1983) define tijolo maciço como sendo aquele que "possui toda as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área".

Verifica-se que os atributos presentes nesta definição referem-se mais a característica "maciço" do que tijolo propriamente dito.

BARROS (1993) distingue os tijolos dos blocos através de suas dimensões nominais. Para a autora, tijolos possuem dimensões máximas de 290 x 140 x 65 mm

Em se tratando de blocos, a NBR 8042 (1992) os define como sendo “componentes de alvenaria que possuem furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém.”

Nota-se porém, que esta definição não está coerente uma vez que existem blocos maciços como é o caso dos blocos de concreto celular autoclavado. Além do mais, no Manual Técnico de Alvenaria - ABCI, classifica-se os blocos/tijolos em maciço, perfurado e vazado.

Classificação	Áreas seção transversal (%)		
	Líquida ¹⁰ (útil)	furos	Bruta (total)
Vazado	< 70	> 30	100
Perfurado ¹¹	70 a 100	30 a 0	100
Maciço	100	0	100

Tabela 2.7.1.1 - Classificação dos blocos em função da área líquida

Com relação à definição de bloco vazado (área líquida < 70), a NBR 6136 (1994) apresenta um valor diferente, definindo bloco vazado como sendo “elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta”.

Em função destas contradições apresentadas, adotam-se as seguintes definições para os blocos e tijolos, tendo-se por critério as dimensões nominais:

(a) tijolo: elemento de alvenaria de dimensões máximas: 290 x 140 x 65 mm

(b) bloco: elemento de alvenaria de dimensões superiores a 290 x 140 x 65 mm.

2.7.2 CLASSIFICAÇÕES

2.7.2.1 TIPO DE MATERIAL

Os blocos podem ser fabricados de concreto, cerâmica, solo-cimento, solo-cal, sílico-calcáreo, concreto celular autoclavado entre outros, enquanto os tijolos geralmente são de cerâmica.

Este projeto de pesquisa objetiva o estudo dos tijolos e blocos cerâmicos e de concreto.

2.7.2.2 FUNÇÃO ESTRUTURAL

Quanto à função estrutural, os blocos são classificados em estruturais e sem função estrutural.¹²

2.7.2.3 ÁREA LÍQUIDA

Em função destes critérios, adota-se a seguinte classificação, tanto para os blocos quanto para os tijolos:

Classificação	Área líquida ¹³ (%)	área dos furos (%)
---------------	--------------------------------	--------------------

¹⁰ área líquida: área bruta de qualquer uma das faces do bloco, diminuída da área de vazios contidas nesta face; área bruta: área de qualquer uma das faces do bloco, delimitada pelas arestas do paralelepípedo. (NBR 8042, 1992)

¹¹ Presença de furos pequenos

¹² geralmente convencionam-se classificar os blocos em estruturais e de vedação. Essa classificação é incorreta uma vez que os blocos estruturais também têm a função de vedação.

Vazado	≤ 70	≥ 30
Perfurado	> 70 e < 100	> 0 e < 30
Maciço	100	0

Tabela 2.7.1.2- Classificação dos blocos em função da área líquida adotada

Neste projeto de pesquisa, a área líquida será dada pela expressão:

$$Area_{liquida} = \frac{Area_{bruta} - Area_{furos}}{Area_{bruta}} \times 100$$

Quanto aos furos, os mesmos podem ser passantes ou não. Este fato pode interferir nas perdas ou consumo de argamassa de assentamento.

2.7.2.4 ADEQUAÇÃO AO CORTE

Existem no mercado blocos cerâmicos adequados ao corte. Possuem ranhuras estratégicas que facilitam a segmentação dos mesmos em 1/3, 1/2 e 1/4. Sua utilização é muito comum quando se tem projeto específico de alvenaria.

2.7.3 ESPECIFICAÇÕES

2.7.3.1 TIJOLO MACIÇO (NBR 7170, 1983)

As dimensões nominais mais comum deste tipo de tijolo são 190 x 90 x 57 mm.

2.7.3.2 BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL (NBR 7173, 1982)

As principais dimensões são apresentadas na tabela 2.7.3.2.1.

¹³ A NBR 8043 define os procedimentos para o cálculo da área líquida. Porém, os procedimentos ali descritos pode inviabilizar a obtenção deste dado (imersão blocos em água fervente ...massa bloco saturado ... massa aparente do bloco)

Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)
19	19	39
	19	29
	19	19
	19	9
	9	19
14	19	39
		34
		29
		19
9	19	39
	19	29
	19	19
	19	14
	19	9
	9	19

Tabela 2.7.3.2.1 - Dimensões bloco vazado de concreto para alvenaria sem função estrutural

2.7.3.3. BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL (NBR 6136, 1994)

Quanto ao uso, estes blocos podem ser classificados em Classe AE e classe BE.

Classe	Descrição
AE	Para uso geral como paredes externas acima ou abaixo do nível do solo, que podem estar expostas à unidade ou intempéries, e que não recebem revestimento de argamassa de cimento
BE	Limitado ao uso acima do nível do solo, em paredes externas com revestimento de argamassa de cimento para proteção contra intempéries e em paredes não expostas às intempéries

Tabela 2.7.3.3.1 - Classificação dos blocos de concreto para alvenaria estrutural quanto ao uso

Também são classificados pela classe de resistência (Tabela 2.7.3.3.2)

Classe de resistência	Classe AE	Classe BE
4.5	- ¹⁴	4.5
6.0	6	6
7.0	7	7
8.0	8	8
9.0	9	9
10.0	10	10
11.0	11	11
12.0	12	12
13.0	13	13
14.0	14	14
15.0	15	15
16.0	16	16

Tabela 2.7.3.3.2 - Valores mínimos de f_{bk} (MPa)

Segundo esta norma, os blocos podem ser fabricados nas seguintes dimensões relacionadas na tabela 2.7.3.3.3.

Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)
19	19	39
19	19	19
14	19	39
14	19	19

Tabela 2.7.3.3.3 - Dimensões nominais blocos de concreto

¹⁴ classe de resistência não permitida para blocos classe AE

2.7.3.4 BLOCO CERÂMICO PARA ALVENARIA (NBR 8042, 1992)

Na tabela 2.7.3.4.1 apresenta-se as dimensões nominais destes blocos.

Largura (cm)	Altura (cm)	Compr. (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Compr. (cm)
9	19	19	14	19	19
		24			24
		29			29
		39			39
11,5	19	19	19	19	19
		24			24
		29			29
		39			39

Tabela 2.7.3.4.1 - Dimensões nominais blocos cerâmicos

2.8 ELETRODUTOS

A NBR 5578 (1994) define eletroduto como sendo “tubo destinado a proteger condutores elétricos”. Os mesmos podem ser divididos em duas categorias quanto a flexibilidade: rígido e flexível.

2.8.1 ELETRODUTO RÍGIDO

Quanto aos materiais, as normas brasileiras definem que os eletrodutos podem ser fabricados em PVC ou aço-carbono. Porém, existem eletrodutos utilizados no mercado não normalizados, fabricados com outros materiais.

2.8.1.1 ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC (NBR 6150, 1980)

Os eletrodutos de PVC rígido devem ser fabricados de cloreto de polivinila não plastificado, com adição de ingredientes, a critério do fabricante e por processo que assegure a obtenção de um produto que atenda às exigências de desempenho.

O composto termoplástico de cloreto de polivinila utilizado na fabricação dos eletrodutos deve ser auto-extingüível.

Quanto ao tipo de junta podem ser classificados em soldáveis e roscáveis e quanto à pressão mínima de ruptura por pressão hidrostática (NBR 5683/1977) são classificados em classe A e B.

Tipo de eletroduto	Classe A	Classe B
Soldável	2,5	1,5
Roscável	2,5	1,5

Tabela 2.8.1.1.1 – Pressão mínima de ruptura (NBR 5683/1977)

Nas tabelas 2.8.1.1.2 e 2.8.1.1.3 apresentam-se as principais características deste tipo de eletroduto.

Diâm. nominal (mm) = Diâm. externo	Espessura paredes (mm)	
	Classe A	Classe B
16	1.5	1.0
20	1.5	1.0
25	1.7	1.0
32	2.1	1.0
40	2.4	1.0
50	3.0	1.1
60	3.3	1.3
75	4.2	1.5
85	4.7	1.8

Tabela 2.8.1.1.2 – Medidas dos eletrodutos rígidos de PVC soldável

Diâmetro nominal (mm)	Referenciais de rosca NBR 6414 (Ref.)	Espessura da Parede	
		Classe A	Classe B
16	3/8	2.0	1.8
20	1/2	2.5	1.8
25	3/4	2.6	2.3
32	1	3.2	2.7
40	1 1/4	3.6	2.9
50	1 1/2	4.0	3.0
60	2	4.6	3.1
75	2 1/2	5.5	3.8
85	3	6.2	4.0

Tabela 2.8.1.1.3 – Medidas dos eletrodutos rígidos de PVC roscável

São fornecidos em barras de 3 metros e devem trazer marcados de forma bem visível:

- (a) fabricante;
- (b) diâmetro nominal;
- (c) classe
- (d) os dizeres: "eletroduto de PVC rígido"

2.8.1.2 ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO-CARBONO COM REVESTIMENTO PROTETOR COM ROSCA ANSI (NBR 5597/95)

As principais características deste tipo de eletroduto são apresentadas na tabela 2.8.1.2.1.

Diâmetro nominal	Diâmetro externo (mm)	Espessura parede (mm)
10	17.1	2.00
15	21.3	2.25
20	26.3	2.25
25	33.4	2.65
32	42.2	3.00
40	48.3	3.00
50	60.3	3.35
65	73.0	3.75
80	88.9	3.75
90	101.6	4.25
125	141.3	5.00
150	168.3	5.30

Tabela 2.8.12.1 - Características dos eletrodutos de aço-carbono com rosca ANSI

Estes eletrodutos são aptos a receberem rosca ANSI/ASME B1.20.1 (*Pipe Threads, General purpose (inch)*).

Podem ainda ser fabricados com ou sem costura. Segundo a NBR 5578 (1984) o tubo com costura "é fabricado a partir de tira ou chapa, conformado respectivamente com rolos ou calandra em equipamento apropriado, e cujas bordas são unidas por soldagem ou caldeamento". As costuras podem ser do tipo circunferencial, espiral, helicoidal ou longitudinal.

Já o tubo sem costura é fabricado sem solda, por um ou mais dos seguintes processos: fundição, forjamento, extrusão e laminação.

Quanto ao tipo de revestimento protetor¹⁵, os tubos podem ser revestidos com zinco ou tinta.

São fornecidos no comprimento de 3 metros e devem trazer marcados:

- (a) eletroduto rígido com costura ou eletroduto rígido sem costura;
- (b) nome ou símbolo do produtor;
- (c) número da norma;
- (d) diâmetro nominal;
- (e) *made in Brazil* (caso de exportação)

Além destas especificações, a solicitação de compra deve fornecer o tipo de revestimento protetor (zinco ou tinta)

¹⁵ as superfícies interna e externa do eletroduto devem estar protegidas completa e uniformemente em toda sua extensão, de forma contínua e suficientemente elástica para suportar os ensaios de achatamento ou dobramento.

2.8.1.3 ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO-CARBONO, COM COSTURA, COM REVESTIMENTO PROTETOR E ROSCA NBR 8133 (NBR 5624/1993)

Este eletroduto, ao contrário do anterior, está apto a receber rosca conforme NBR 8133, e é fabricado apenas com costura.

Da mesma forma que o anterior, pode receber também os dois tipos de revestimento protetor: zinco e tinta.

São fornecidos no comprimento de 3 metros e devem estar impressos em cada um:

- (a) eletroduto rígido;
- (b) nome ou símbolo do produtor;
- (c) número da norma;
- (d) tamanho nominal.

Além destes requisitos, a solicitação de compra deve conter ainda o tipo de revestimento protetor.

Diâmetro nominal (DN) (mm)	Diâmetro externo (mm)		Espessura da parede (mm)	Rosca conforme NBR 8133
	Mínimo	Máximo		
10	16.3	16.5	1.50	G 3/8
15	20.0	20.4	1.50	G 1/2
20	25.2	25.6	1.50	G 3/4
25	31.5	31.9	1.50	G 1
32	40.5	41.0	2.00	G 1 1/4
40	46.6	47.1	2.25	G 1 1/2
50	58.4	59.0	2.25	G 2
65	74.1	74.9	2.65	G 2 1/2
80	86.8	87.6	2.65	G 3
90	99.0	100.0	2.65	G 3 1/2
100	111.6	112.7	2.65	G 4

Tabela 2.8.1.3.1 – Medidas dos eletrodutos de aço-carbono – rosca NBR 8133

2.8.1.4 ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO-CARBONO, COM COSTURA, ZINCADO ELETROLITICAMENTE E ROSCA NBR 8133 (NBR 13057/1993)

A diferença entre este eletroduto e o apresentado anteriormente reside no tipo de revestimento protetor, mais especificamente quanto ao processo de aplicação do mesmo, que deve ser feito pelo processo de eletrodeposição, recebendo obrigatoriamente pós-tratamento de cromatização.¹⁶

Os outros parâmetros (DN, massa teórica, espessura das paredes) são os mesmos apresentados na tabela 2.8.1.3.1.

¹⁶ Para os eletrodutos apresentados anteriormente (2.8.1.2 e 2.8.1.3), o zinco é aplicado por imersão a quente.

2.8.2 ELETRODUTOS FLEXÍVEIS

Apesar de serem utilizados com frequência em instalações elétricas, não existe terminologia para os mesmos. Podem ser classificados quanto a rugosidade em lisos ou rugosos, sendo que estes últimos podem ser classificados ainda em: superfície interna e externa rugosa e superfície interna lisa e externa rugosa.

2.8.2.1 ELETRODUTOS FLEXÍVEIS LISOS

Apesar de ser muito utilizado nas edificações, não há norma brasileira padronizando este tipo de eletroduto. São comumente chamados de "mangueiras pretas". Na próxima versão do manual ter-se-á uma melhor especificação deste material.

2.8.2.2 ELETRODUTOS FLEXÍVEIS RUGOSOS

Podem ser de várias cores, sendo a mais comum o amarelo. São fabricados em PVC anti-chama ou polietileno, sendo o primeiro mais adequado para instalações elétricas. Este tipo de eletroduto é fabricado nos diâmetros nominais relacionados na tabela 2.8.2.2.1 sendo fornecido em rolos de 25 ou 50 metros.

Num trabalho de iniciação científica realizado na Universidade Federal de São Carlos, mais especificamente no Departamento de Engenharia Civil, relacionou-se as principais variáveis para a escolha de eletrodutos, dentre as quais a espessura da parede e o fato de a parede interna ser lisa podem ser relacionadas com a possibilidade de perdas.

DE = Diâmetro nominal (mm)	D. Ref.	Di (mm)	e (mm)
16	3/8	11.7	2.1
20	1/2	15.4	2.3
25	3/4	19.0	3.0
32	1	24.0	3.8

Tabela 2.8.2.2.1 - Características dimensionais dos eletrodutos flexíveis corrugados

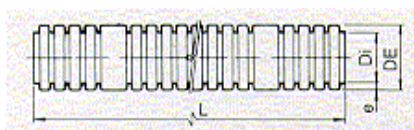


Figura 2.8.2.2.1 - Eletroduto flexível corrugado

2.9 CONDUTORES ELÉTRICOS

Segundo a NBR 5471 (1986), condutor elétrico "é um produto metálico, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal, utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais elétricos".

Quanto ao produto metálico, o mesmo pode ser de alumínio ou cobre, sendo este último o mais utilizado em construção civil.

Esta mesma norma classifica os condutores em: fios, cabos, cordões e cordoalhas. O projeto de pesquisa objetiva o estudo dos fios, especificamente em circuitos internos dos apartamentos. Evidentemente, pode-se estender a pesquisa para outros ambientes ou sistemas, onde pode haver a presença de cabos. O fio é um condutor elétrico de seção maciça, composto por um único elemento e os cabos são conjuntos de fios.

Os fios podem ser isolados com diversos materiais: isolação extrudada de cloreto de polivinila (PVC), borracha etileno (EPR), polietileno reticulado (XLPE) entre outros.

Quanto à proteção do fio, os mesmos podem ser:

- (a) nu: fio sem revestimento, isolação ou cobertura;
- (b) coberto: fio com ou sem revestimento, dotado de cobertura¹⁷;
- (c) revestido: fio dotado de revestimento.

O projeto de revisão da NBR 6148 (1994) determina que todos os fios (tratados pela norma) sejam do tipo BWF (*Building Wire Flame*), ou seja, possam ser submetidos diretamente ao fogo sem propagar as chamas, sendo assim, auto-extinguíveis. Logo, este projeto de norma classifica os fios e cabos em BWF (não propagante) e BW (comum, propagante).

Os fios podem ser fornecidos nas seguintes seções: 1,5, 2,5, 4, 8, 12 e 16 mm², e devem trazer suas especificações marcadas:

- (a) nome do fabricante;
- (b) seção nominal do condutor em mm²;
- (c) tipo de material: BW (comum) ou BWF (antichama);
- (d) Tensão de isolamento (750) V;
- (e) NBR 6148

2.10 TUBOS DE PVC PARA INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Os tubos de PVC são fabricados com policloreto de vinila (PVC) não plastificado, com adição de ingredientes a critério do fabricante, e por um processo que assegure a obtenção de um produto que atenda às exigências de desempenho. (NBR 10843, 1989)

A NBR 5680 (1977) determina que esses tubos devem ser fabricados nas séries I, II e III, não explicitando porém, as diferenças entre as mesmas.

As normas brasileiras fazem uma classificação quanto ao uso específico dos tubos de PVC em instalações hidrossanitárias, dividindo-os em tubos para instalações de águas pluviais, instalações de água fria, esgoto, ventilação e coletores prediais.

2.10.1 TUBOS PARA INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS E ESGOTO

Os tubos utilizados nestas instalações podem ser de dois tipos: tubos de ponta lisa e tubos de ponta lisa e bolsa conforme ilustração.

¹⁷ Revestimento: camada delgada de um metal ou liga, depositada sobre um metal ou liga diferente, para fins de proteção; cobertura: invólucro externo não metálico e contínuo, sem função de isolação.

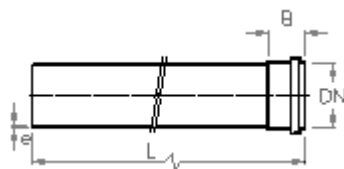


Figura 2.10.1.1 – Tubo de PVC ponta lisa e bolsa

Em se tratando dos tipos de juntas, pode-se distinguir dois tipos: juntas soldadas e juntas elásticas, que devem ser executas conforme recomendações e especificações dos fabricantes.

As juntas soldadas devem ser do tipo ponta e bolsa lisas. Já a junta elástica deve ser formada por uma bolsa dotada de um sulco dentro do qual se aloja um anel de borracha que permite a vedação quando introduzida a ponta do tubo subsequente. (NBR 10843, 1989)

2.10.1.1 TUBOS DE PVC RÍGIDO PARA INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS (NBR 10843, 1989)

Segundo esta norma, os tubos destinados às instalações pluviais são classificados em classe A e classe B de acordo com a espessura da parede (Tabela 2.10.1.1.1)

DN (mm)	Diâmetro externo (mm)	Espessura (mm)	
		Classe A	Classe B
85	85	3.2	1.8
110	110	4.2	2.2
150	150	5.8	3.0
200	200	7.7	3.9

Tabela 2.10.1.1.1 – Classificação dos tubos de PVC quanto à espessura das paredes

Em cada tubo, devem estar impressos:

- (a) marca ou identificação do fabricante;
- (b) diâmetro nominal, em milímetros;
- (c) a classe do tubo;
- (d) os seguintes dizeres: “águas pluviais”.

Estes tubos devem ser fabricados com comprimentos de 3,0 e 6 m, sendo mais comum 6 m.

2.10.1.2 TUBOS DE PVC RÍGIDO PARA ESGOTOS SANITÁRIOS E VENTILAÇÃO (NBR 5688, 1977)

Da mesma forma que para os tubos para instalações pluviais, os tubos para esgotos sanitários e ventilação podem ser do tipo ponta e bolsa e de pontas lisas.

Podem ser fabricados nos seguintes comprimentos: 1, 2, 3 e 6 m, sendo este último, mais comum.

Na tabela 2.10.1.2.1 apresentam-se os diâmetros nominais e médios e as respectivas espessuras de parede. Os mesmos não são classificados em função da espessura das paredes (classe A e B) pois, para cada diâmetro, existe apenas uma espessura.

DN (mm)	Dm ¹⁸ (mm)	Espessura da parede (mm)
40	40	1.2
50	50.7	1.6
75	75.5	1.7
100	101.6	1.8

Tabela 2.10.1.2.1 – Diâmetro nominal, médio e espessura das paredes dos tubos de PVC

2.10.1.3 TUBOS DE PVC RÍGIDO COM JUNTA ELÁSTICA PARA COLETORES DE ESGOTO (NBR 7362, 1990)

A junção entre estes tubos é feita através de juntas elásticas (vide figura 2.10.1.1.2) Estes tubos são classificados em função do diâmetro nominal e de acordo com a classe de rigidez, definida como sendo a razão entre o fator de rigidez (FR) e a terceira potência do diâmetro médio (dm) do tubo, em Pa, de acordo com a fórmula:

$$CR = \frac{FR}{d^3}, \quad (Pa), \text{ onde:}$$

(FR) é igual ao produto do módulo de elasticidade (E) do material do tubo pelo momento de inércia da seção transversal da parede por unidade de comprimento do tubo (I), sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$FR = E \times I \quad (Pa \times m^3)$$

A norma prescreve que, em cada tubo, devem estar impressos:

- (a) marca ou identificação do fabricante;
- (b) diâmetro nominal;
- (c) classe de rigidez (CR) em Pa;
- (d) o termo "esgotos";
- (e) número da norma.

¹⁸ Dm = perímetro / 3.142

DN	d_{em}	Espessura mínima da parede	Classe de rigidez CR (Pa)
75	75	2.0	2500
100	110	2.5	
125	125	2.8	
150	160	3.6	
200	200	4.5	
250	250	6.1	3200
300	315	7.7	
350	355	8.7	
400	400	9.8	

Tabela 2.10.1.3.1 – Classificação dos tubos em função da classe de rigidez

2.10. 2 TUBOS DE PVC RÍGIDO PARA INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA (NBR 5648, 1977)

Os tubos de PVC para instalações prediais de água fria são classificados, em função das juntas em soldáveis e roscáveis.

A junta soldável é do tipo ponta e bolsa lisa ou pontas lisas e luvas¹⁹, que deve ser executada com adesivo especial a frio e por processo recomendado pelo fabricante.

Já a junta roscável é obtida mediante a união de duas pontas dotadas de rosca externa com luva de rosca interna, por processo e material de vedação conforme recomendações do fabricante.

Na tabela 2.10.2.1 apresentam-se as principais características destes tubos.

A norma prescreve que, em cada tubo, devem estar impressos:

- (a) marca de identificação do fabricante;
- (b) diâmetro externo nominal em mm;
- (c) o tipo de tubo, soldável ou roscável;
- (d) NBR 5648.

Os tubos são fabricados no comprimento de 6 metros.

¹⁹ o tubo não possui bolsa e a junção é feita através de luvas

		Tubos soldáveis		Tubos roscáveis	
Diâmetro de referência (dr)		Diâmetro externo nominal ²⁰ (dn)	Espessura da parede (mm)	Diâmetro externo nominal ²¹ (dn)	Espessura da parede (mm)
10	3/8	16	1.5	17	2.0
15	1/2	20	1.5	21	2.5
20	3/4	25	1.7	26	2.6
25	1	32	2.1	33	3.2
32	1 1/4	40	2.4	42	3.6
40	1 1/2	50	3.0	48	4.0
50	2	60	3.3	60	4.6
60	2 1/2	75	4.2	75	5.5
75	3	85	4.7	88	6.2
100	4	110	6.1	113	7.6

Tabela 2.10.2.1 – Diâmetros dos tubos de PVC para instalações de água fria soldável e roscável

2.11 TELHAS

Existe uma variedade enorme de telhas: cerâmicas, concreto, madeira, fibrocimento, PVC rígido entre outras. O presente projeto de pesquisa almeja o estudo apenas das telhas cerâmicas e de fibrocimento em obras que justifiquem tal estudo, ou seja, onde a quantidade de telhas é considerável.

2.11.1 TELHAS CERÂMICAS

A telha cerâmica é fabricada com argila, conformada por prensagem e queimada à temperatura que permita o bom desempenho do produto final.

Basicamente, as telhas cerâmicas podem ser divididas em 2 tipos: francesa e tipo capa e canal. As telhas capa e canal se dividem em Plan, Colonial e Paulista.

A telha cerâmica tipo capa e canal é definida como sendo “um componente para cobertura constituído por peças côncavas (canais) e por peças convexas (capas) que se recobrem longitudinal e transversalmente, compondo vedos estanques à água.” (NBR 9601, 1986)

Apresenta-se os desenhos característicos de cada telha.

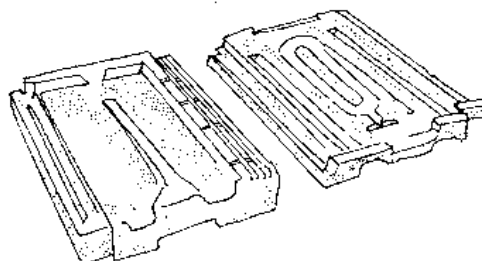


FIGURA 2.11.1.1²² - Telha cerâmica francesa (NBR 8038, 1987)

²⁰ conforme a série I da NBR 5680 (1977)

²¹ conforme a série II da NBR 5680 (1977)

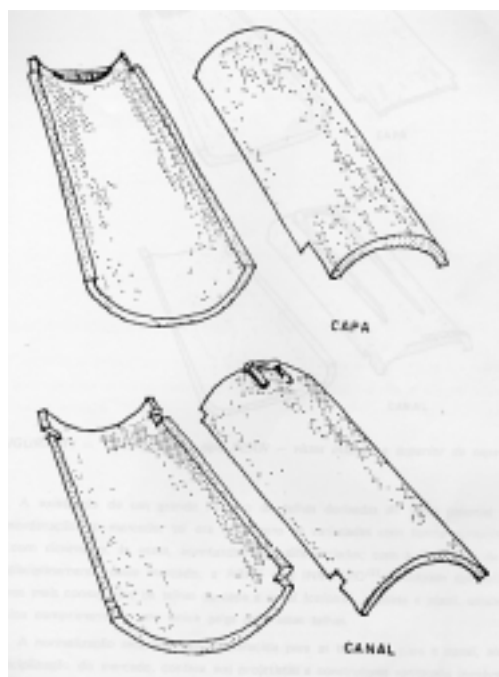


FIGURA 2.1.1.1.2 - Telha cerâmica capa e canal Paulista (NBR 9598, 1986)

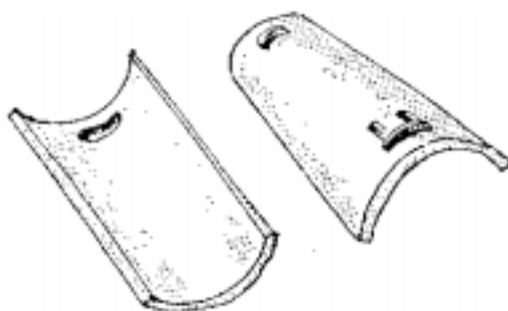


Figura 2.1.1.1.3 - Telha cerâmica capa e canal Colonial (NBR 9600, 1986)

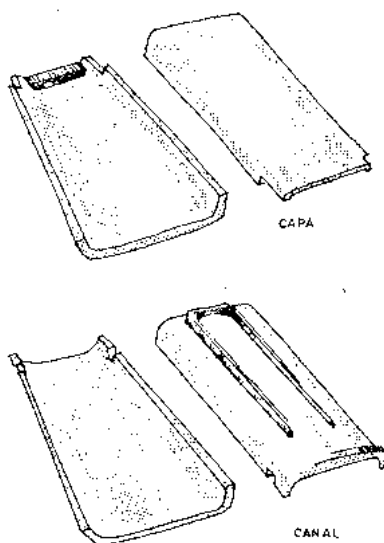


Figura 2.1.1.1.4 - Telha cerâmica capa e canal Plan (NBR 9599, 1986)

²² as ilustrações de telhas cerâmicas foram tiradas do Manual de execução - Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas - Divisão do IPT.

Existem algumas variações das telhas tipo capa e canal. Existem telhas que formam um conjunto único, capa e canal num mesmo elemento. Essas telhas recebem denominações diversas, não normalizadas, como por exemplo, romana (figura 2.11.1.4).

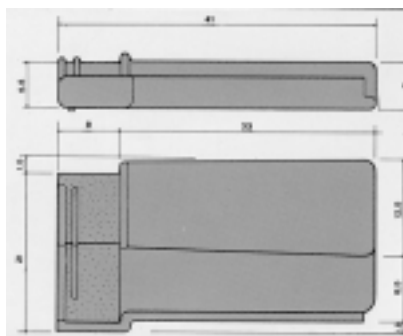


Figura 2.11.1.4 - Telha romana

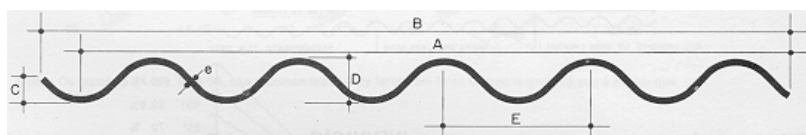
2.11.2 TELHA DE FIBROCIMENTO

Telhas de fibrocimento são “fabricadas com uma mistura íntima e homogênea , em presença de água, composta essencialmente de cimento portland e fibras de amianto, à qual, em complemento, outros componentes podem ser adicionados.” (NBR 7581, 1993)

Segundo as normas brasileiras podem ser do tipo ondulada e tipo canal. Apesar de não estarem normalizadas, existem as telhas do tipo canaleta comumente utilizadas em edificações.

2.11.2.1 TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA

A figura 2.11.2.1.1 ilustra as principais características do perfil ondulado.



- B = largura da chapa
- A = largura útil da chapa
- E = espessura da chapa
- D = Altura das ondas²³
- C = altura das arestas
- E = Largura das ondas

Figura 2.11.2.1.1 = Perfil ondulado e suas indicações de medidas

Nas telhas devem estar marcadas as seguintes informações:

- (a) marca ou nome do fabricante;
- (b) número indicando a espessura nominal da telha

²³ A NBR 12800 (1993) denomina as telhas onduladas com altura de onda inferior a 39 mm de “tipo pequenas ondas”.

Comum			Tipo pequenas ondas		
Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Comprimento (mm) ²⁴	Largura (mm)	Espessura (mm)
910	920	5	1220	entre 500 e 510	4
1220	1100	6	1530		
1530		8	1830		
1830			2130		
2130			2440		
2440					
2750					
3050					
3660					

Tabela 2.11.2.1.1- Dimensões mais comuns das telhas onduladas

2.11.2.2 TELHA DE FIBROCIMENTO TIPO CANAL

A NBR12825 (1993) define telha de fibrocimento tipo canal como sendo “elemento que apresenta perfil tipo canal, composto de curvas suaves concordantes, sem pontos bruscos de inflexão, permitindo apoio no sentido transversal ou longitudinal, através da crista”.



Figura 2.11.2.2.1 - Telha tipo capa e canal

²⁴ Os comprimentos de telha 2130 e 2440 são apenas permitidos nas espessuras de 6 e 8 mm

Comprimento (mm)	Largura útil (mm)	Espessura (mm)
1700	500	8
1850		
2200		
2300		
2700		
3200		
4100		
4600		
4700		

Tabela 2.11.2.2.1 - Dimensões mais comuns das telhas tipo canal

2.11.2.3 CANALETES

Possuem diversas dimensões e perfis sob a designação de "CANALETE XX", onde "XX" corresponde à largura útil das mesmas. A tabela 2.11.2.3.1 relaciona as principais dimensões deste tipo de telha. Ressalta-se que a mesma não é normalizada.

Dimensões (m)			
Canalete 42	Canalete 43	Canalete 49	Canalete 90
2.00	2.00	2.00	9.20
2.50	2.50	2.50	8.20
3.00	3.00	3.00	7.40
3.50	3.50	3.60	6.70
4.00	4.00	4.00	6.00
4.50	4.50	4.50	4.60
5.00	5.00	5.00	3.70
5.50	5.50	5.50	3.00
6.00	6.00	6.00	
6.50	6.50	6.50	
7.00	7.00	7.20	

Tabela 2.11.2.3.1 - Dimensões das telhas de fibrocimento - Canaletes

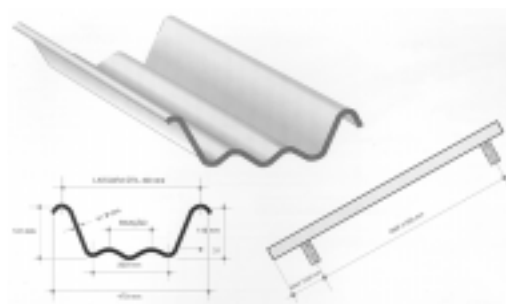


Figura 2.1 | 2.3.1 – Perfil canaleta 90

2.12 PLACAS CERÂMICAS

Houve uma reformulação nas normas de placas cerâmicas. Antes das atuais normas, fazia-se a distinção entre azulejos e pisos cerâmicos (ladrilhos). As normas em vigência unificam esses termos em *placas cerâmicas*.

O termo revestimento cerâmico é adotado para a designação do sistema como um todo, ou seja, aborda não só as placas cerâmicas como também as argamassas de assentamento e rejuntamento (NBR 13.816, 1997).

As placas cerâmicas, segundo esta norma são definidas como sendo “material composto de argila e outras matérias-primas, inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representada pela letra A) ou por prensagem (representada pela letra B), podendo também ser conformada por outros processos (representados pela letra C). As placas são secas e queimadas à temperatura de sinterização. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas, em correspondência aos símbolos GL (*glazed*) ou UGL (*unglazed*), conforme ISO 13006. As placas são incombustíveis e não são alteradas pela luz.”

A NBR 13.817 (1997) as classifica segundo os seguintes critérios:

- (a) quanto a aplicação de esmalte (esmaltada e não esmaltada);
- (b) método de fabricação (prensado, extrudado e outros);
- (c) grupos de absorção de água (Ia, Ib, IIa, IIb, III);
- (d) classes de resistência à abrasão superficial;²⁵
- (e) classes de resistência ao manchamento;
- (f) classes de resistência ao ataque de agentes químicos, segundo níveis de concentração;
- (g) aspecto superficial ou análise visual.

Para a classificação das placas cerâmicas segundo estes critérios, realizam-se ensaios e verificações descritos na NBR 13.818 (1997).

A NBR 13.816 (1997) prevê 4 tipos de dimensões para as placas cerâmicas:

- (a) dimensão nominal (N): dimensão utilizada para descrever o formato do produto;
- (b) dimensão real de cada placa (r): dimensão média dos quatro lados de uma placa cerâmica quadrada, ou de dois lados correspondentes de uma placa retangular;
- (c) dimensão de fabricação (W): dimensão especificada para fabricação;
- (d) dimensão modular (M): dimensão de fabricação (W), acrescida da largura da junta (J)²⁶.

²⁵ os valores ou atributos dos critérios de (d) a (g) podem ser verificados na norma em questão

²⁶ neste aspecto, torna-se interessante utilizar a dimensão de fabricação para o cálculo dos índices de consumo de placas cerâmicas por área.

As placas ou as correspondentes embalagens devem ter as seguintes identificações (NBR 13818, 1997):

- (a) marca do fabricante ou marca comercial, e o país de origem;
- (b) identificação de primeira qualidade;
- (c) tipo de placa cerâmica (grupo de classificação) e referência a esta norma e à ISO 13006;
- (d) tamanho nominal (N), dimensão de fabricação (W) e formato modular (M) ou não modular;
- (e) natureza da superfície, com um dos seguintes códigos: GL - esmaltado (*glazed*) ou UGL - não esmaltado (*unglazed*);
- (f) nome ou código de fabricação do produto;
- (g) referência de tonalidade do produto;
- (h) código de rastreamento do produto (por exemplo: data de fabricação, turno, lote de fabricação etc);
- (i) número de peças;
- (j) m² que cobrem, sem juntas, se fornecidas caixas contendo placas individuais, ou metros quadrados que cobrem, com juntas, se fornecidas caixas com conjuntos de placas com junta pré-definida (por exemplo: pastilhas);
- (k) especificação de uma junta pelo fabricante

2.13 REVESTIMENTO TÊXTIL

Existe uma variedade razoável de revestimento têxtil. A especificação deste material será feita na segunda versão deste manual, desde que não haja o estudo deste material em uma das cidades.

2.14 TINTAS

Segundo a NBR 12554 (1991), as tintas "são produtos compostos *de veículo, pigmentos, aditivos e solventes*, que quando aplicados sobre um substrato se convertem em película sólida, dada a evaporação do solvente e/ou reação química, com a finalidade de decoração, proteção e outras".

Na figura 2.14.1 ilustra-se os principais componentes de uma tinta.

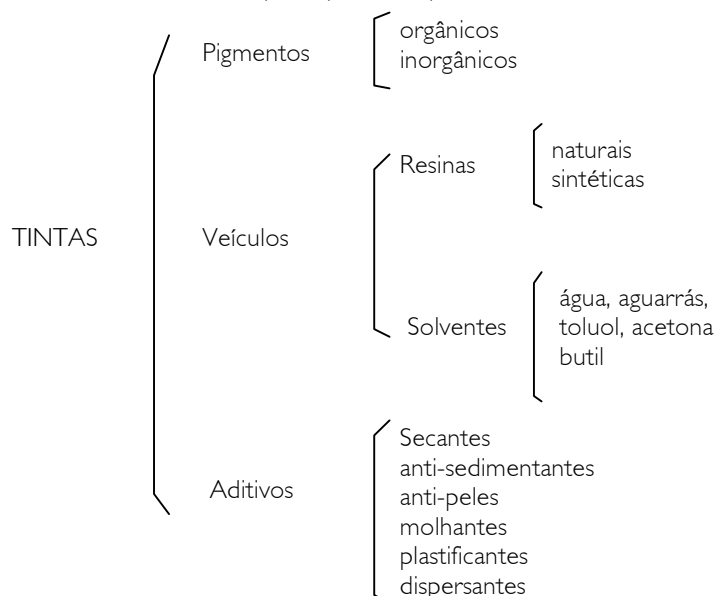


Figura 2.14.1 - Principais componentes de uma tinta (modificado) (Manual da Coral, 199_)

2.14.1 DEFINIÇÕES DOS COMPONENTES (NBR 12554,1991)

- (a) *pigmentos*: substância sólidas, insolúveis, orgânicas ou inorgânicas, e que dão ao filme seco as propriedades de cor, cobertura, resistência aos agentes químicos. Ex.: pigmentos anti-corrosivos (zarcão, fosfato de zinco), para dar cor (azul da Prússia, negro de fumo etc);
- (b) *veículos*: fração líquida da tinta, constituída basicamente por resina e solvente, cuja finalidade é se converter em película sólida (filme);
- (c) *resina*: substâncias que conferem propriedades específicas à película do produto, tais como impermeabilidade, resistência a agentes químicos e ao intemperismo, brilho, dureza, aderência, flexibilidade etc. Cada resina tem uma ou mais propriedades específicas, e é a sua natureza que vai definir a base da tinta. As resinas podem ser naturais ou sintéticas.
- (d) *solventes*: líquidos voláteis, que permitem dissolver a resina possibilitando a obtenção do veículo. São exemplos de solventes: água, aguarrás etc. As tintas que contém água no veículo são chamadas tintas à base de água, ou também conhecida como plástica ou látex.
- (e) *aditivos*: compostos que adicionados às tintas conferem a estas características ou propriedades específicas, tais como anti-sedimentação, secagem, plastificação etc.

Neste projeto de pesquisa objetiva-se o estudo de tintas látex à base de PVA (acetato de polivinila) e à base de emulsão acrílica estirenada.

2.15 GESSO

A NBR 13207 (1994) define gesso como “material moído em forma de pó, obtido da calcinação da gipsita (sulfato de cálcio di-hidratado natural), constituído predominantemente de sulfato de cálcio, podendo conter aditivos controladores de tempo de pega.

É classificado quanto às exigências físicas em:

- (a) gesso fino para revestimento;
- (b) gesso grosso para revestimento;
- (c) gesso fino para fundição²⁷;
- (d) gesso grosso para fundição.

Classificação do gesso	Tempo de pega (min) (NBR 12128)		Módulo de finura
	Início	Fim	NBR 12127
gesso fino para revestimento	> 10	> 45	< 1,10
gesso grosso para revestimento	> 10	> 45	> 1,10
gesso fino para fundição	4 - 10	20 - 45	< 1,10
gesso grosso para fundição	4 - 10	20 -45	> 1,10

Tabela 2.15.1 - Classificação do gesso para construção civil em função de suas características físicas

O gesso é entregue em sacos de 40 kg e deve estar impressos o tipo correspondente (gesso para fundição ou revestimento) em cada extremidade do saco e ao centro, o nome e a marca do fabricante. É comum também vir impresso a caracterização da pega em pega lenta ou rápida, o que corresponde a gesso para revestimento e fundição respectivamente.

Determinações físicas e mecânicas	Unidade	Limites
-----------------------------------	---------	---------

²⁷ Utilizado para a fabricação de elementos e/ou componentes para a construção civil (placas, por exemplo)

Resistência à compressão (NBR 12129)	MPa	> 8,4
Dureza (NBR 12129)	N/mm ²	> 30
Massa unitária (12127)	Kg/m ³	> 700

Tabela 2.15.2 - Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil

3. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

No item anterior foram apresentadas algumas definições e parâmetros que devem ser levados em consideração para a especificação dos materiais em estudo. Muitos destes parâmetros devem ser fornecidos pelos fabricantes, impressos nas embalagens ou até mesmo impressos no próprio material (como é o caso dos tubos de PVC), ou descritos em notas fiscais.

Antes porém, de entrar especificamente nestes parâmetros e sua codificação, apresenta-se a nova estrutura de códigos de especificação dos materiais envolvidos na pesquisa.

3.1 ESTRUTURA DO CAMPO CÓDIGO

Em função do acréscimo de parâmetros para a especificação dos materiais há, a necessidade de se realizar uma nova estrutura de codificação. Essa nova estrutura deve ao mesmo tempo proporcionar resultados que possibilitem a análise dos índices de perdas em função das características dos materiais e ser de fácil entrada no banco de dados.

Aliando essas necessidades, resolveu-se desmembrar o código em vários sub-códigos em função do número de parâmetros existentes. Cada parâmetro é associado a um sub-código e cada sub-código é constituído por dois dígitos.

Dada a diversidade de materiais em estudo, convencionou-se o número máximo de 5 parâmetros e conseqüentemente 10 dígitos.²⁸

Um exemplo da nova estrutura, para o caso de compensados, é apresentado a seguir.

Parâmetro	Descrição	Atributos	Sub-códigos dos parâmetros				
			A	B	C	D	E
A	Subcódigo principal	Chapas de madeira compensada	08				
B	Proteção da superfície	Resinado		01			
		Plastificado		02			
C	Dimensões (L x C) mm	1100 x 2200			01		
		1220 x 2440			02		
D	Espessuras (mm)	4				01	
		6				02	
		9				03	
		12				04	
		15				05	
		18				06	
		21				07	
E	Classe	A					01
		B					02
		C					03

²⁸ esta limitação não foi possível para o caso dos blocos/tijolos, pois possuem inúmeros parâmetros considerados importantes. Portanto, este material possui 10 parâmetros conforme 3.2.9.

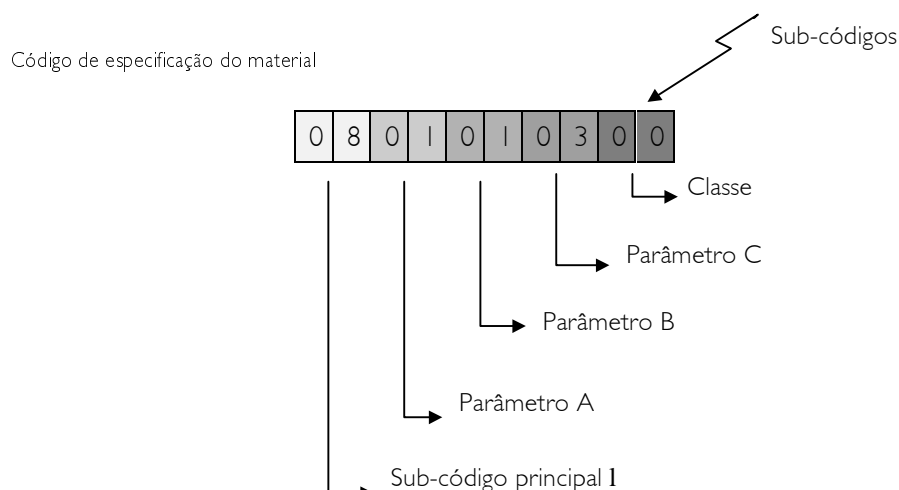


Tabela 3.1.1 – Exemplo da estrutura de códigos de especificação dos materiais

Adotou-se como valor do sub-código principal, a mesma numeração existente atualmente (01 = areia, 02 cimento, 03 pedra etc) e que designa a numeração de todas as planilhas elaboradas até o momento.

Importante ressaltar que, para aqueles materiais cujo número de parâmetros for inferior ao número máximo (5 parâmetros , 10 dígitos), adotar-se-á o valor "00" (zero) para cada sub-código não necessário.

3.2 PARÂMETROS CONSIDERADOS

3.2.1 AREIA

Cód.	MATERIAL	Cód.	Classificação quanto a granulometria	Cód.	---	Cód.	---	Cód.	---
01	Areia	01	Areia fina	00	---	00	---	00	---
		02	Areia média						
		03	Areia grossa						

Exemplo:

01	02	00	00	00	Areia média
----	----	----	----	----	-------------

Observações:

Este material é muito heterogêneo, suas propriedades dependem de muitos fatores. Optou-se em não se aprofundar muito na especificação deste material

3.2.2 CIMENTO PORTLAND

Cód.	MATERIAL	Cód.	Tipo teor de adições	Cód.	Classe de resistência	Cód.	---	Cód.	---
02	Cimento Portland	01	Comum CP I	01	25	00	---	00	---
		02	Comum com adição CP I-S	02	32				
		03	Composto com escória CP II-E	03	40				
		04	Composto com pozolana CP II-Z	04	34 (somente cimento ARI)				
		05	Composto com filler CP II-F						
		06	Alto-forno CP III						
		07	Pozolânico CP IV						
		08	Alta resistência inicial (ARI) CP V						

Exemplo:

02	02	03	00	00	Cimento Portland comum com adição CP I-S, 40
02	06	01	00	00	Cimento Portland Alto-forno CP III, 25
02	08	04	00	00	Cimento Portland de alta resistência inicial (ARI) CP V, 34

3.2.3 PEDRA

Cód.	MATERIAL	Cód.	Classificação quanto a granulometria	Cód.	---	Cód.	---	Cód.	---
03	Pedra	01	Brita 1	00	---	00	---	00	---
		02	Brita 2						
		03	Brita 3						

Exemplo:

03	02	00	00	00	Pedra brita 2
----	----	----	----	----	---------------

Observações:

Este material é muito heterogêneo, suas propriedades dependem de muitos fatores. Optou-se em não se aprofundar muito na especificação deste material

3.2.4 CONCRETO PRODUZIDO EM OBRA

Cód.	MATERIAL	Cód.	fck	Cód.	Abatimento do tronco de cone (<i>slump test</i>)	Cód.	Traço	Cód.	---
04	Concreto produzido em obra	01	C10	01	6	01	1: af: am: ag: b1: b2: b3, a/c	00	---
		02	C15	02	7				
		03	C20	03	8				
		04	C25	04	9				
		05	C30	05	10				
		06	C35	06	12				
		07	C40						
		08	C45						
		09	C50						
		10	C55						
		11	C60						
		12	C70						
		13	C80						

Exemplo:

04	05	03	00	00	Concreto produzido em obra fck C30 slump 8, traço 1: af: am: ag: b1: b2: b3, a/c
----	----	----	----	----	--

Observações:

Dado a pouca utilização deste material nas obras, não se entrou no mérito das especificações dos materiais constituintes. Vale ressaltar no entanto, que a correta especificação desses materiais básicos é de suma importância para o cálculo do consumo dos mesmos por m3 de concreto. Este assunto será tratado no manual número 3.

3.2.5 CONCRETO USINADO

Cód.	MATERIAL	Cód.	fck	Cód.	Abatimento do tronco de cone (<i>slump test</i>)	Cód.	---	Cód.	---
05	Concreto usinado	01	C10	01	6	00	---	00	---
		02	C15	02	7				
		03	C20	03	8				
		04	C25	04	9				
		05	C30	05	10				
		06	C35	06	12				
		07	C40						
		08	C45						
		09	C50						
		10	C55						
		11	C60						
		12	C70						
		13	C80						

Exemplo:

05	05	03	00	00	Concreto usinado fck C30 slump 8
----	----	----	----	----	----------------------------------

3.2.6 ARGAMASSA PRODUZIDA EM OBRA

Cód.	MATERIAL	Cód.	Tipo de argamassa	Cód.	Traço	Cód.	Aglomerante (A)	Cód.	Aglomerante (B)
06	Argamassa produzida em obra	01	de cal	01	cim: cal : af : am : ag : sai : entu	00	Sem aglomerante	00	Sem aglomerante
		02	mista (cim. cal) sem argamassa intermediária			01	Comum CP I	01	CH I
		03	de cimento com saibro			02	Comum com adição CP I-S	02	CH II
		04	de cimento com entulho			03	Composto com escória CP II-E	03	CH III
		10	mista com argamassa intermediária	30	(cal : areia) + (cim. : a _i)	04	Composto com pozolana CP II-Z	04	Potencializada
						05	Composto com filler CP II-F		
						06	Alto-forno CP III		
						07	Pozolânico CP IV		
						08	Alta resistência inicial (ARI) CP V		

Exemplo:

06	01	01	00	01	Argamassa produzida em obra, de cal, traço 0: cal : af : am : 0: 0 , CH III, sem adições
----	----	----	----	----	--

06	03	02	03	00	Argamassa produzida em obra, de cimento e saibro. traço cim : 0 : af : am : 0: sai: 0, CP II-E
----	----	----	----	----	--

06	10	30	01	02	Argamassa produzida em obra, mista com arg. interm., traço (cal : areia) + (cim. : a _i), CP I, CH II
----	----	----	----	----	--

Observações:

Não se entrou no mérito da especificação dos agregados.

3.2.7 AÇO

Cód.	MATERIAL	Cód.	Forma de entrega	Cód.	Barras/fios; resistência característica de escoamento	Cód.	Bitola (mm)	Cód.	---
07	Aço	01	Vergalhões	01	Barra CA25	01	5.0	00	---
		02	Cortado/dobrado	02	Barra CA50	02	6.3		
						03	8.0		
						04	10.0		
						05	12.5		
						06	16.0		
						07	20.0		
						08	22.0		
						09	25.0		
						10	32.0		
						11	40.0		
				03	Fio CA60	20	2.4		
						21	3.4		
						22	3.8		
						23	4.2		
						24	4.6		
						25	5.0		
						26	5.5		
						27	6.0		
						28	6.4		

Cód.	MATERIAL	Cód.	Forma de entrega	Cód.	Barras/fios; resistência característica de escoamento	Cód.	Bitola (mm)	Cód.	---
------	----------	------	------------------	------	---	------	-------------	------	-----

						29	7.0	
						30	8.0	
						31	9.5	
						32	10.0	

Exemplo:

07	02	03	23	00	Aço cortado/dobrado fio CA60 4.2 mm
----	----	----	----	----	-------------------------------------

07	01	01	09	00	Aço em vergalhões Barra CA25 25.0 mm
----	----	----	----	----	--------------------------------------

3.2.8 CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA

Cód.	MATERIAL	Cód.	Classificação quanto à proteção das chapas	Cód.	Dimensões (L x C) mm	Cód.	Espessura (mm)	Cód.	Classificação quanto aos defeitos que apresentam
08	Chapa de madeira compensada	01	Resinada	01	1220 x 2440	01	4	00	Subgrupo não coletado
		02	Plastificada	02	1100 x 2200	02	6	01	Subgrupo A
						03	9	02	Subgrupo B
						04	12	03	Subgrupo C
						05	15		
						06	18		
						07	21		

Exemplo:

08	01	01	04	04	Chapa de madeira compensada resinada 1220 x 2440 mm, 12 mm, subgrupo C
----	----	----	----	----	--

Observações:

Apesar da importância, a coleta de dados referente a classificação quanto a quantidade de defeito é facultativa em função da dificuldade de coleta.

3.2.9 BLOCOS E TIJOLOS

Cód.	MATERIAL	Cód.	Material constituinte	Cód.	Formato de bloco/tijolo	Cód.	Classificação quanto à área líquida	Cód.	Segmentável
09	Bloco/Tijolo	01	Bloco cerâmico	01	Retangular	01	Maciço	01	Sim
		02	Bloco de concreto			02	Perfurado	02	Não
		03	Tijolo cerâmico			03	Vazado		
				02 03	Canaleta Jota	00	Não se aplica	00	Não se aplica

BLOCOS E TIJOLOS (CONTINUAÇÃO)

Cód.	Número de furos (somente para os retangulares)	Cód.	Furos passantes (somente para os retangulares)	Cód.	Classificação quanto à função estrutural	Cód.	Dimensões (L x H x C) (cm)	Cód.	---
01	≤ 4	01	Sim	01	com função estrutural	01	9x19x19	00	---
02	entre 4 e 10	02	Não	02	sem função estrutural	02	9x19x24		
03	≥ 10					03	9x19x29		
						04	9x19x39		
						05	14x19x19		
						06	14x19x24		
						07	14x19x29		
						08	14x19x39		
						09	19x19x19		
						10	19x19x24		
						11	19x19x24		
						12	19x19x29		
						13	19x19x39		
00	Não se aplica	00	Não se aplica			50			
						51			

Exemplo:

09	01	01	02	02	02	01	01	03	00	Bloco cerâmico, retangular, perfurado, não segmentável, num. Furos < 4 passantes, com função estrutural, 9x19x29
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--

09	02	01	03	02	03	01	02	13	00	Bloco de concreto, retangular, vazado, não segmentável, num. Furos ≥ 10 , passantes, sem função estrutural, 19x19x39
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

Observações:

Contar todos os furos do bloco/tijolo, independente do tamanho.

3.2.10 CAL

Cód.	MATERIAL	Cód.	Tipo	Cód.	Classificação quanto a percentagem de CaO em relação aos óxidos totais	Cód.	Classificação cal hidratada em função dos teores de óxidos não hidratados e de carbonos	Cód.	---
10	Cal	01	Virgem	00	Sem especificação	00	--	00	---
				01	Cálcica				
				02	Magnesiana				
				03	Dolomítica				
		02	Hidratada	01	CH I				
				02	CH II				
				03	CH III				
03	Potencializada		00	---					

Exemplo:

10	02	01	03	00	Cal hidratada cálcica CH III
----	----	----	----	----	------------------------------

10	01	02	00	00	Cal virgem magnesiana
----	----	----	----	----	-----------------------

Observações:

Apesar da classificação quanto a percentagem de CaO em relação aos óxidos totais ser aplicada apenas a cal virgem, consideramos essa mesma classificação para os outros tipos de cales, pois são produtos originários da cal virgem.

3.2.11 ARGAMASSA PARCIAL OU TOTALMENTE PRODUZIDA FORA DO CANTEIRO

Cód.	MATERIAL	Cód.	Forma de entrega	Cód.	Adição de aglomerante em obra	Cód.	Tipo de argamassa para	Cód.	---
11	Argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	01	Sacos	01	Sim	01	Chapisco (Rev. Interno)	00	---
		02	Silos	02	Não	02	Emboço ou massa única (rev. Interno)		
		03	Caminhão betoneira			03	Reboco (Rev. Interno)		
						04	Emboço ou massa única de fachada		
						05	Revestimento de pequena espessura (≤ 5 mm) para fachada		
						06	Contrapiso		
						07	Cimentcola		
						08	Massa de rejunte		

Exemplo:

11	01	02	02	00	Argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro, entregue em sacos, sem adição de aglomerante em obra, para reboco (rev. Int.)
----	----	----	----	----	---

Observações:

Apesar de cimentcola e massa de rejunte se configurarem numa massa e não numa argamassa, colocou-se estes itens neste código (11), pois em uma das obras de SP. coletou-se informações a respeito destes materiais.

3.2.12 ELETRODUTOS

Cód.	MATERIAL	Cód.	Classificação quanto a flexibilidade	Cód.	Classificação quanto a rugosidade	Cód.	Material constituinte	Cód.	Diâmetro nominal (mm)
12	Eletroduto	01	Rígido	01	Liso	01	PVC soldável	01	16
						02	PVC roscável	02	20
								03	25
								04	32
								05	40
								06	50
								07	60
								08	75
								09	85
						05	Aço-carbono rosca ANSI	15	10
						06	Aço-carbono rosca NBR 8133	16	15
						07	Aço-carbono rosca NBR 8133-zincado eletroliticamente	17	20
								18	25
								19	32
								20	40
								21	50
								22	65
								23	80
								24	90
								25	100
								26	125

Cód.	MATERIAL	Cód.	Classificação quanto a flexibilidade	Cód.	Classificação quanto a rugosidade	Cód.	Material constituinte	Cód.	Diâmetro nominal (mm)
								27	150
		02	Flexível	05	Liso (mangueira preta)	10 11	PVC Polietileno	30 31 32 33	½" ¾" 1" 1 ½"
				06	Corrugado (Paredes internas e externas)			35	16
				07	Corrugado (somente parede externa)			36 37 38	20 25 32

Exemplo:

12	01	01	02	08	Eletroduto rígido liso PVC roscável 75 mm
----	----	----	----	----	---

12	02	06	10	38	Eletroduto flexível corrugado (paredes internas e externas) 32 mm
----	----	----	----	----	---

3.2.13 CONDUTORES ELÉTRICOS

Cód.	MATERIAL	Cód.	Classificação quanto ao número de fios	Cód.	Material isolante	Cód.	Classificação quanto à possibilidade de propagação de chamas	Cód.	Seção nominal (mm2)
13	Condutor elétrico	01	Fio	00	Sem isolamento	00	Não especificado	01	1.5
		02	Cabo	01	Não especificado	01	BW (propagante)	02	2.5
				02	isolação extrudada de cloreto de polivinila (PVC)	02	BWF (não propagante)	03	4
				03	borracha etileno (EPR)			04	8
				04	polietileno reticulado (XLPE)			05	12
								06	16

Exemplo:

13	01	03	02	03	Condutor elétrico (fio) EPR, BWF, 4 mm
----	----	----	----	----	--

13	01	04	00	06	Condutor elétrico (fio) XLPE, 16 mm
----	----	----	----	----	-------------------------------------

3.2.14 TUBOS DE PVC

Cód.	MATERIAL	Cód.	Aplicação	Cód.	Tipo de junta	Cód.	Diâmetro nominal (mm)	Cód.	---
14	Tubo de PVC	01	Água fria	01	Soldável	01	10	00	--
				02	Roscável	02	15		
						03	20		
						04	25		
						05	32		
						06	40		
						07	60		
						08	75		
						09	100		
		02	Esgoto	02	Soldável	15	40		
				03	Junta elástica	16	50		
						17	75		
						18	100		
						19	110		
						20	125		
						21	200		
						22	250		
						23	300		
						24	350		
						25	400		

Cód.	MATERIAL	Cód.	Aplicação	Cód.	Tipo de junta	Cód.	Diâmetro nominal (mm)	Cód.	---
		03	Pluviais			30	85		
						31	110		
						32	150		
						33	200		

Exemplo:

14	01	02	04	00	Tubo de PVC água fria soldável 25 mm
----	----	----	----	----	--------------------------------------

14	02	03	22	00	Tubo de PVC esgoto junta elástica 250 mm
----	----	----	----	----	--

3.2.15 TELHAS

Cód.	MATERIAL	Cód.	Material	Cód.	Tipo	Cód.	Espessura (mm)	Cód.	Comprimento (m)
15	Telha	01	Cerâmica	01	Francesa	00	---	00	---
				02	Paulista				
				03	Plan				
				04	Colonial				
				05	Portuguesa				
		02	Fibrocimento	10	Ondulada tipo "pequenas ondas"	01	4	01	0.91
						02	6	02	1.22
						03	8	03	1.53
				15	Ondulada tipo "ondas grandes"			04	1.83
								05	2.13
								06	2.44
								07	3.05
								08	3.66
				20	Canaleta 49	00	---	15	4.00
								16	4.60
				22	Canaleta 90			17	6.00
								18	7.20
								19	7.40
								20	9.20

Exemplos:

15	01	03	00	00	Telha cerâmica plan
----	----	----	----	----	---------------------

15	02	15	03	05	Telha em fibrocimento ondulada tipo "ondas grandes", 8 mm, 2.13mm
----	----	----	----	----	---

15	02	23	00	20	Telha em fibrocimento canaleta 90, 9.20 m
----	----	----	----	----	---

Observações

Não se entrou no mérito da largura das telhas de fibrocimento e valores da altura da onda.

3.2.16 PLACAS CERÂMICAS

Cód.	MATERIAL	Cód.	Dimensões(W) (L x C) (cm)	Cód.	---	Cód.	---	Cód.	---
16	Placas cerâmicas	01	15.43 x 15.43	00	---	00	---	00	---

Exemplo:

16	01	00	00	00	Placa cerâmica 15.43 x 15.43
----	----	----	----	----	------------------------------

Observações:

Não se entrou no mérito de toda as características destas placas; adotou-se a dimensão de fabricação para a especificação do material. Em não se tendo esta dimensão explícita na embalagem, consultar o fabricante e em último caso, adotar a nominal porém, ressalta-se que há uma diferença considerável entre a dimensão nominal e a de fabricação (ex.: 15 x 15 para 15.43 x 15.43 = 2.66 %)

3.2.17 REVESTIMENTO TÊXTIL

Cód.	MATERIAL	Cód.		Cód.	---	Cód.	---	Cód.	---
17	Revestimento têxtil			00	---	00	---	00	---

Exemplo:

17					Revestimento têxtil
----	--	--	--	--	---------------------

Observações:

3.2.18 TINTAS

Cód.	MATERIAL	Cód.	Solvente	Cód.	Base	Cód.	---	Cód.	---
18	Tintas	01	Látex	01	PVA	00	---	00	---
				02	Acrílica				

Exemplo:

18	01	01	00	00	Tinta látex PVA
----	----	----	----	----	-----------------

3.2.19 GESSO

Cód.	MATERIAL	Cód.	Tipo	Cód.	Aditivo retardador de pega	Cód.	---	Cód.	---
19	Gesso	00	Não especificado	01	Sim	00	---	00	---
		01	Fino para revestimento	02	Não				
		02	Grosso para revestimento						
		03	Fino para fundição						
		04	Grosso para fundição						

Exemplo:

19	01	01	00	00	Gesso fino para revestimento com aditivo retardador de pega
----	----	----	----	----	---

3.2.20 ADIÇÕES

Cód.	MATERIAL	Cód.	Tipo	Cód.	Aditivo retardador de pega	Cód.	---	Cód.	---
20	Adições	01	Saibro	00		00	---	00	---
		02	Entulho moído						

Exemplo:

20	01	00	00	00	Saibro
----	----	----	----	----	--------

Observações:

Apesar de não ser objeto de estudo, há a necessidade de entrar com um código específico no banco de dados na hora de estipular o consumo deste material por m³ de argamassa produzida.