

NBR 15.696 – A nova norma brasileira de Fôrmas e Escoramentos





- **Número:** NBR15696
- **Data Publicação:** 15/04/2009 **Válida a partir:** 15/05/2009
- **Título :** Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
- **Objetivo :** Fixa os procedimentos e condições que devem ser obedecidos na execução das estruturas provisórias que servem de fôrmas e escoramentos, para a execução de estruturas de concreto moldadas in loco.
- **Comitê Atual :** ABNT/CB-02 - CONSTRUÇÃO CIVIL
- **Origem :** Projeto 02:124.25-001:2008
- **nº de Páginas :** 27

HISTÓRIA DA NBR 15696

- **ABRASFE – Associação Brasileira das empresas de Sistemas de Fôrmas e Escoramentos – Fundação em 2003**
- **Não existia uma Norma Técnica brasileira – cada empresa adotava conceitos e premissas que acreditava.**
- **ABRASFE, através de um Comitê Técnico formado pelos Gerentes e Diretores Técnicos dos Associados, desenvolveu um “Texto base da norma” para dar entrada na ABNT – Aprovação da Comissão de Estudos Jul/2006**
- **Após muitas reuniões com presença de:**
 - Consumidores – ABECE + Sinduscon + Secovi
 - Fornecedores – Empresas e projetistas de Fôrmas e Escoramentos
 - Neutros – Falcão Bauer + UNICAMP + USP São Carlos
- **ABNT libera para consulta pública nacional – jan/2008**
- **Reunião de análise e alterações fev/2009**
- **Entrada em vigor da NBR-15696 – maio/2009**

ESCOPO

Esta norma fixa os procedimentos e condições que devem ser obedecidos na execução das estruturas provisórias que servem de fôrmas e escoramentos, para a execução de estruturas de concreto moldadas em loco.

Projeto e dimensionamento das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

A NBR-15696:

1. Define requisitos mínimos para a execução de **projetos e montagem** de estruturas de Fôrmas e Escoramentos.
 - Recomendações para projetos de escoramentos e de fôrmas
 - Obrigatoriedade de projetos de fôrmas, escoramento e reescoramento
 - Uso de manuais técnicos



Projeto e dimensionamento das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

A NBR-15696:

2. Define **cargas e sobrecargas** a serem adotadas para o cálculo.

Cargas atuantes

Sobrecargas (mínima 2,0 kN/m²)

Ação do vento (mínima 0,6 kN/m²) / Norma específica

Esforços horizontais

Pressão do concreto

Projeto e dimensionamento das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

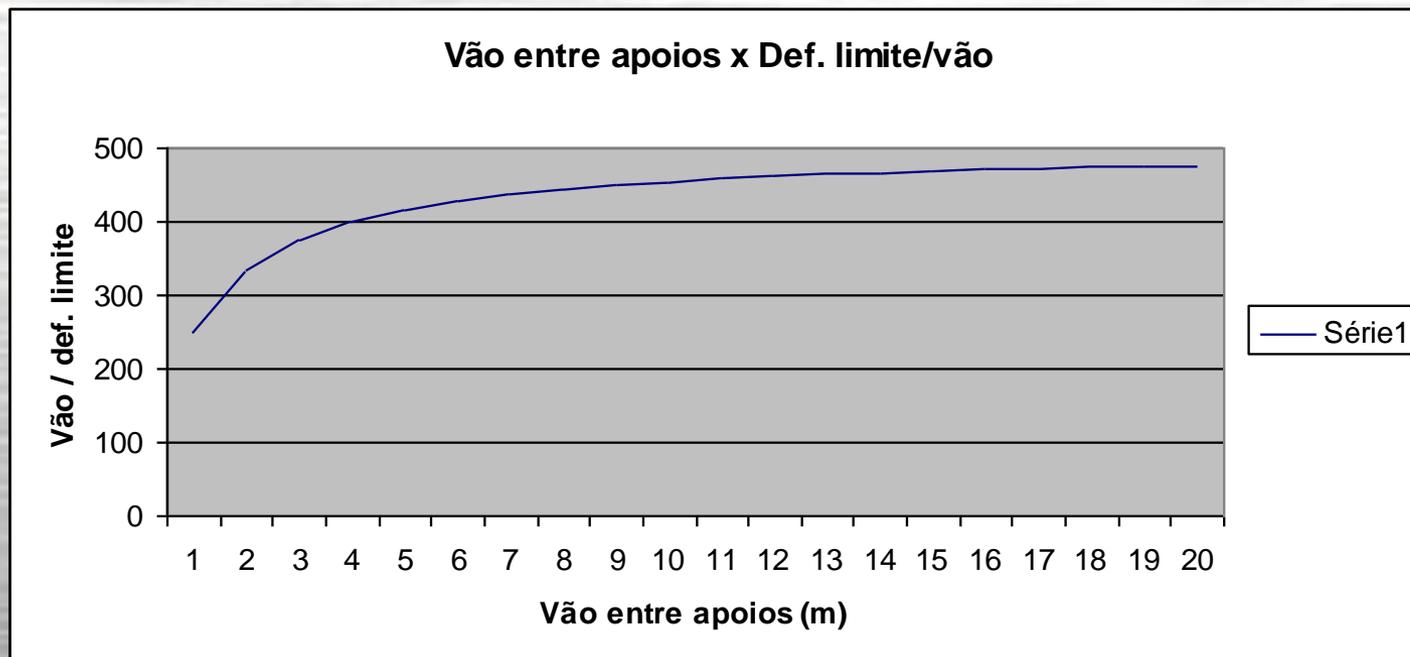
A NBR-15696:

3. Define métodos de cálculo com os **limites de deformações e coeficientes de segurança.**
 - Métodos dos estados limites
 - Método das tensões admissíveis (pode ser utilizada em caráter transitório)
 - Deformação limite = $1 + L / 500$

Projeto e dimensionamento das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

Quanto maior o vão entre apoios, maior a exigência de deformação limite

$$1/500 < \text{def. limite} / \text{vão} < 1/250$$



Execução das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

1. Cuidados na montagem

- Obrigatoriedade do projeto
- Dimensionamento das bases de apoio ou fundação das fôrmas é incumbência do responsável técnico pela execução da estrutura
- Uso de fôrmas e/ou escoramento industrializados => seguir instruções do fornecedor
- Furos e/ou componentes inseridos na estrutura => seguir instruções do projetista estrutural
- Desmoldantes => seguir especificação do fabricante

Execução das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

2. Cuidados na Concretagem

- Conferência das medidas antes do lançamento do concreto
- Limpeza das fôrmas
- Fôrmas para concreto aparente
- Tubulações das bombas não devem estar fixadas nas fôrmas e/ou escoramentos
- Evitar acúmulo de concreto para que as cargas do projeto não sejam ultrapassadas

Execução das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos

3. Cuidados na desmontagem e retirada.

-
-
-
-



• devem

• acompanhar o

• mínimo 14

Impacto ambiental

Cuidados no uso de madeira

Reaproveitamentos

Uso racional de recursos

- **ANEXO A (Normativo)**

Critérios para equipamentos industrializados

- Coeficiente de segurança para os equipamentos

Vigas de madeira industrializadas;

Escoras metálicas;

Torres metálicas;

Vigas metálicas;

Painéis de fôrmas;

Acessórios;

Barra de ancoragem.

- **ANEXO B (Normativo)**

Critérios de cálculo para projetos de fôrmas e escoramentos

- Viga isostática / Viga contínua

VIGAS / PAINÉIS => Flexão / Cortante / Deformação

ESCORAS / TORRES => Compressão / Flambagem

TIRANTES => Tração

• **ANEXO C (Normativo)**

Critérios para a utilização de reescoramentos e ou/ escoramentos remanescentes após a desforma do pavimento

1. Fatores que influenciam os reescoramento;

- Peso próprio da laje e demais componentes do pavimento
- Dimensão dos panos de lajes
- Ciclo de concretagem dos pavimentos posteriores
- Sobrecarga de uso e cargas permanentes
- Resistência e Módulo de elasticidade nos prazos de reescoramento
- Resistência e Módulo de elasticidade final do concreto aos 28 dias
- Característica de deformação vertical por carga aplicada nas escoras ou torres

- **ANEXO C (Normativo)**

Critérios para a utilização de reescoramentos e ou/ escoramentos remanescentes após a desforma do pavimento

2. Informações e verificações que devem constar no projeto;

- Distribuição e posicionamento dos elementos resistentes
- Características de resistência e deformabilidade dos elementos resistentes
- Capacidades de carga dos pavimentos inferiores, nas diversas idades
- Processo (plano) de remoção do escoramento remanescente

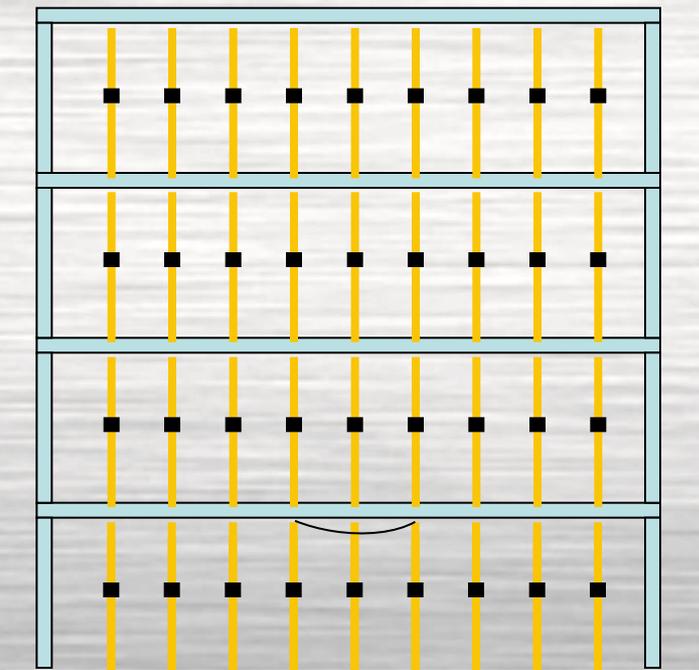
3. Parâmetros mínimos a serem considerados.

- Distância mínima entre peças utilizadas para reescoramento entre as escoras 2,0 m x 2,0 m

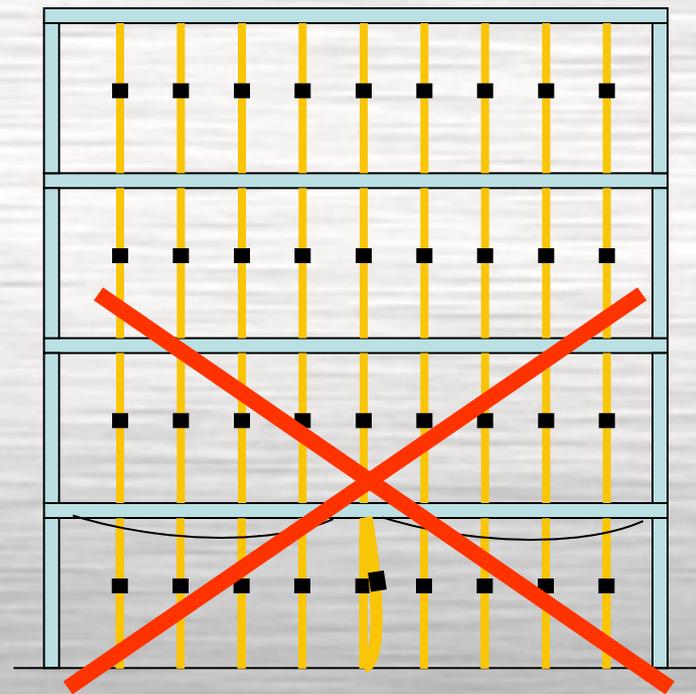
- **ANEXO C (Normativo)**

Critérios para a utilização de reescoramentos e ou/ escoramentos remanescentes após a desforma do pavimento

Exemplo de projeto de reescoramento



Processo correto



Processo incorreto

• **ANEXO D (Normativo)**

Critérios de cálculo da pressão do concreto para fôrmas verticais

Baseada na DIN 18218, porém adaptada para as condições Brasileiras (25° C)

- **Determinação do valor da pressão do concreto fluído;**
- **Distribuição da pressão do concreto fluído pela altura;**
- **Fatores que influenciam a pressão do concreto fluído.**

Vibração

Temperatura do concreto fluído

Temperatura do ambiente

Aditivos do concreto

Aditivos para aumentar a fluidez do concreto

Retardadores de pega

Variações do concreto normal (concreto auto-adensável /

Concreto leve / Concreto pesado)

• ANEXO D (Normativo)

Critérios de cálculo da pressão do concreto para fôrmas verticais

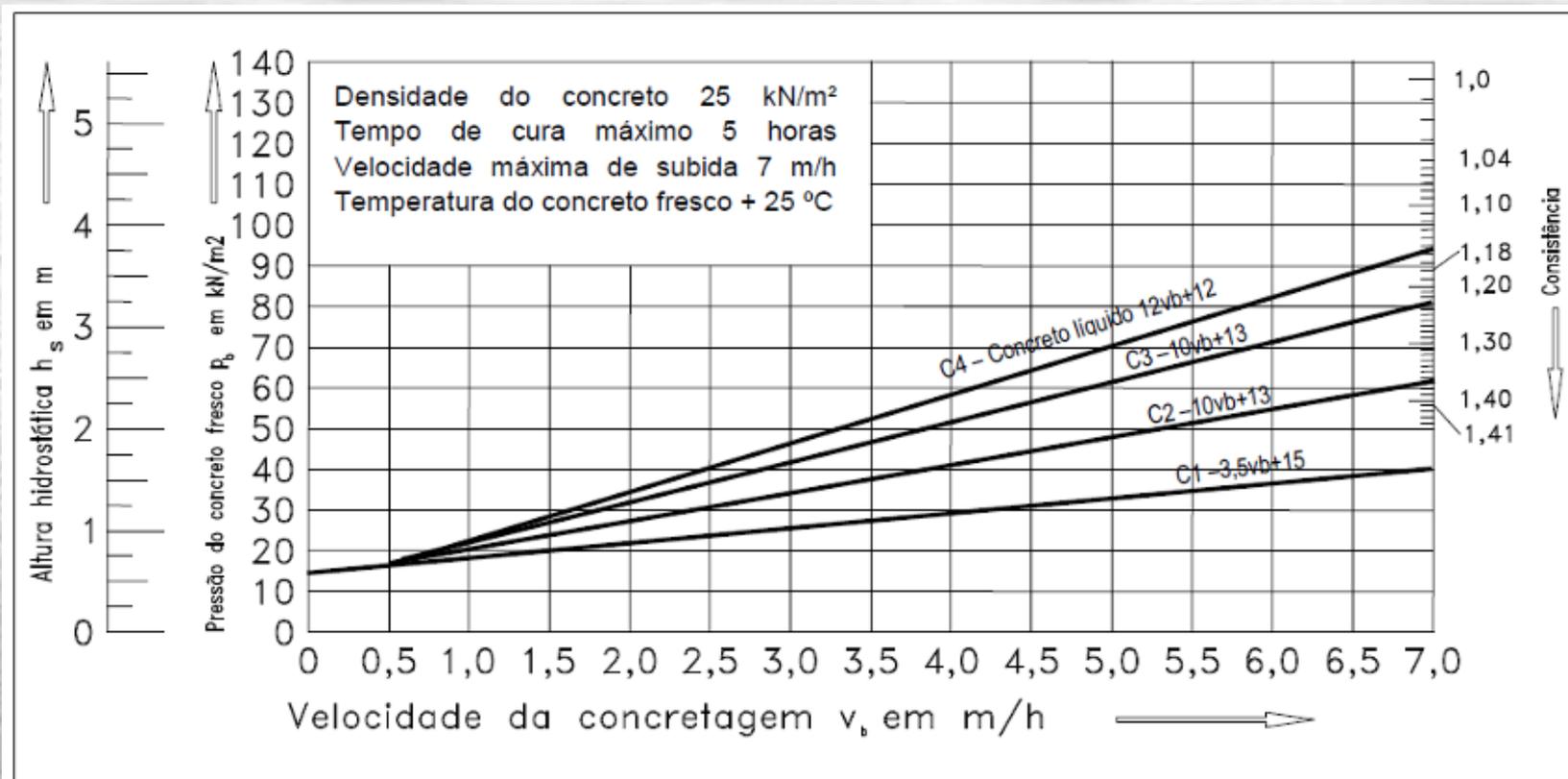


Figura D.1 – Diagrama para determinação da pressão do concreto P_b , e a altura hidrostática h_s , correspondente, em função da velocidade da concretagem v_b e da consistência

- ***ANEXO E (Informativo)***

- *Critérios de ensaios para equipamentos*

- Amostragem e procedimentos;
- Procedimentos por equipamentos.

- ***ANEXO F (Informativo)***

Requisitos para fornecedores de equipamentos para fôrmas e escoramentos.

- **Estrutura Organizacional;**

- Engenheiro incumbido para as atividades da empresa
- Programa de treinamento constante para os colaboradores
- Manual técnico para execução de projetos e montagens dos equipamentos

- **Equipamentos**

- Projeto e desenvolvimento
- Fabricação
- Manutenção dos equipamentos

- **Projeto de fôrmas e escoramentos**

- Devem seguir os requisitos desta norma

- **Orientação de montagem**

- Catálogos técnicos / manuais de usuário
- Profissional qualificado

EXEMPLO DE CÁLCULO – Escoramento convencional

Carga vertical sobre a Fôrma:

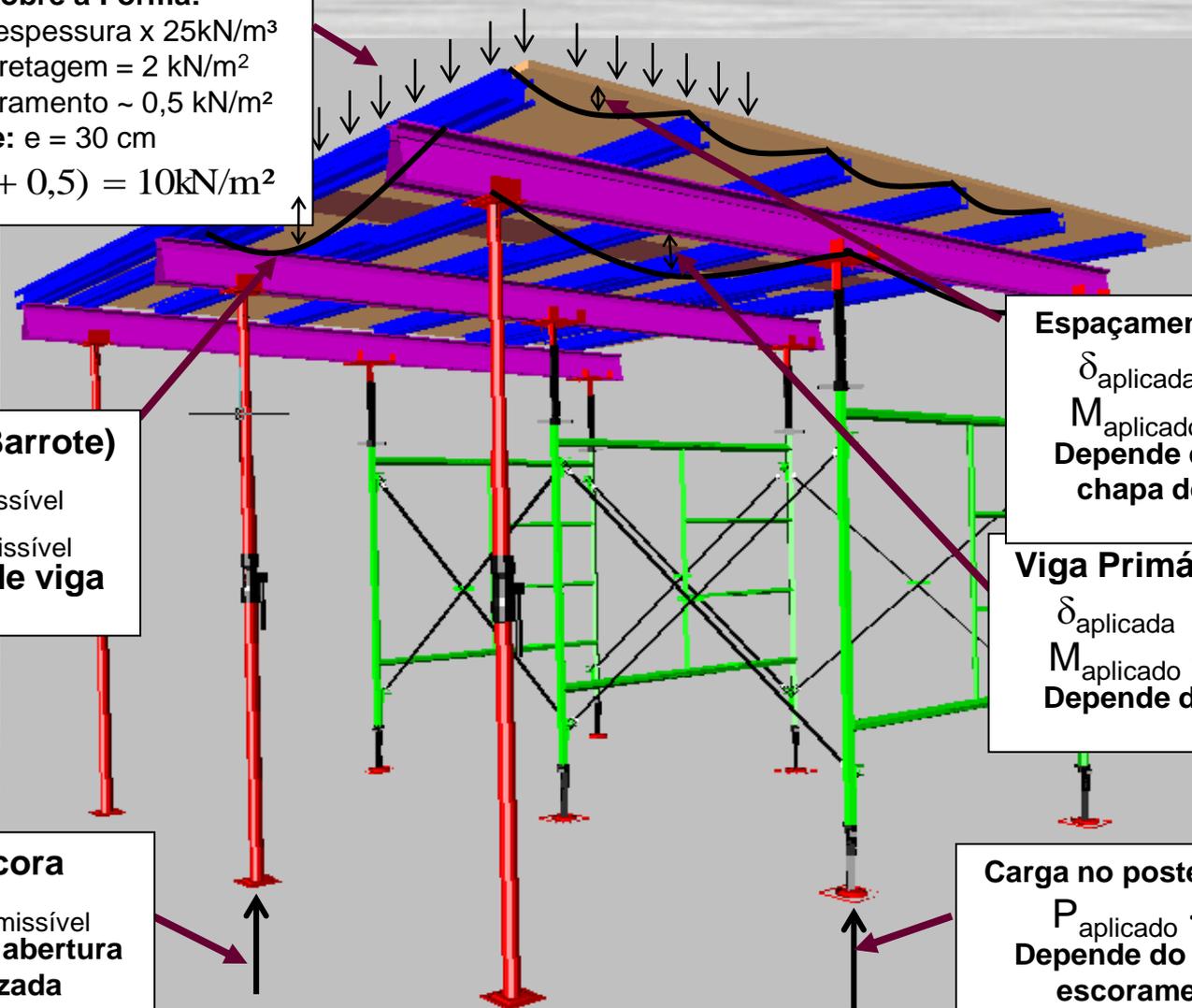
Peso próprio da laje = espessura x 25kN/m³

Sobrecarga de concretagem = 2 kN/m²

Peso da fôrma e escoramento ~ 0,5 kN/m²

Exemplo laje: e = 30 cm

$$q = (0,30 \times 25 + 2 + 0,5) = 10 \text{ kN/m}^2$$



Espaçamento entre Barrotes

$$\delta_{\text{aplicada}} < \delta_{\text{admissível}}$$

$$M_{\text{aplicado}} < M_{\text{admissível}}$$

Depende da espessura da chapa de compensado

Viga Primária (Principal)

$$\delta_{\text{aplicada}} < \delta_{\text{admissível}}$$

$$M_{\text{aplicado}} < M_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo de viga

Viga secundária (Barrote)

$$\delta_{\text{aplicada}} < \delta_{\text{admissível}}$$

$$M_{\text{aplicado}} < M_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo de viga

Carga na escora

$$P_{\text{aplicado}} < P_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo e abertura da escora utilizada

Carga no poste do escoramento

$$P_{\text{aplicado}} < P_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo de torre de escoramento utilizada

EXEMPLO DE CÁLCULO

Pressão concreto na Fôrma Vertical

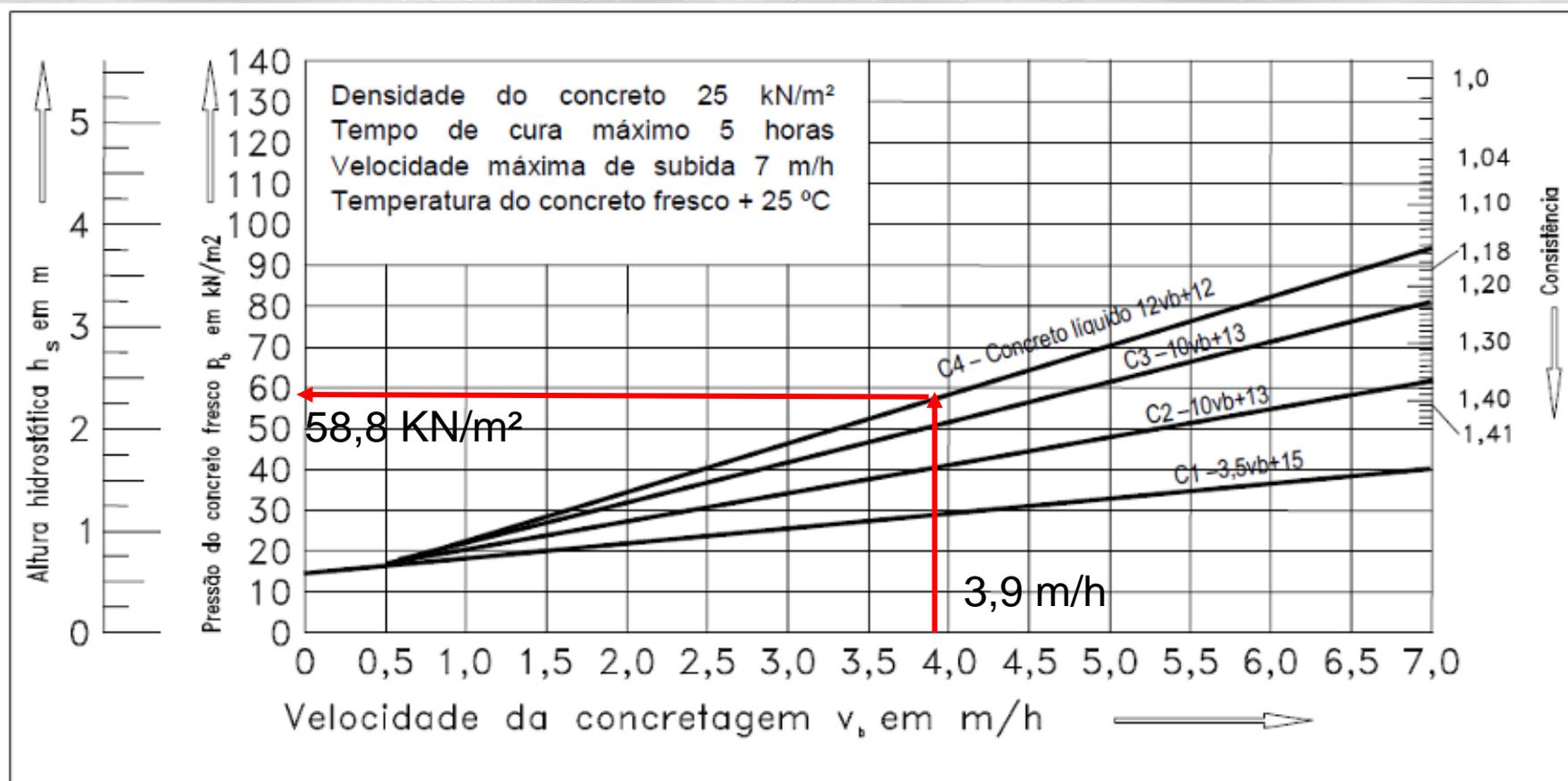


Figura D.1 – Diagrama para determinação da pressão do concreto P_b , e a altura hidrostática h_s correspondente, em função da velocidade da concretagem v_b e da consistência

EXEMPLO DE CÁLCULO

Pressão concreto na Fôrma Vertical

- ❑ Dados da obra: Concretagem de parede
 - Altura de concretagem = $h = 3,00\text{m}$
 - Espessura da parede = $0,30\text{m}$
 - Comprimento da parede = $15,0\text{m}$
 - Tipo de lançamento de concreto = Bomba
 - Slump do concreto = 12cm
 - Temperatura do concreto fresco = 20°C
 - Tipo de vibração = interna

❑ Cálculo do volume de concreto: $V = 3,00 \times 0,30 \times 15,0 = 13,5 \text{ m}^3$

- ❑ Cálculo do tempo total de concretagem: 1 caminhão (7m^3) a cada $0,4 \text{ h}$
 - 1 caminhão (7m^3) a cada 20 minutos = $0,4 \text{ h}$
 - $T = 13,5 \times 0,4 / 7 = 0,77 \text{ horas}$

❑ Velocidade de subida do concreto: $V_b = h / T = 3,00\text{m} / 0,77\text{h} = 3,90 \text{ m/h}$

❑ Pressão do concreto fresco para 25°C e C4 (slump 12cm):

- $P_b = 12V_b + 12 = 58,8 \text{ KN/m}^2$ - Temperatura = 25°C
- $P_b = 58 \times 115\% = \mathbf{67,6 \text{ KN/m}^2}$ - Temperatura = 20°C

ver diagrama

EXEMPLO DE CÁLCULO

Pressão concreto na Fôrma Vertical

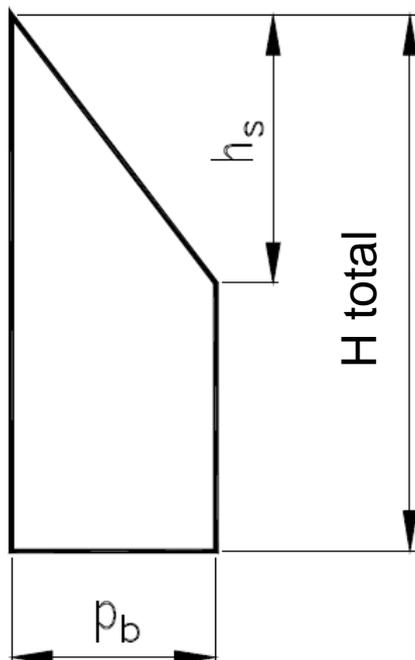


Figura D.2 – Distribuição da pressão do concreto fluido

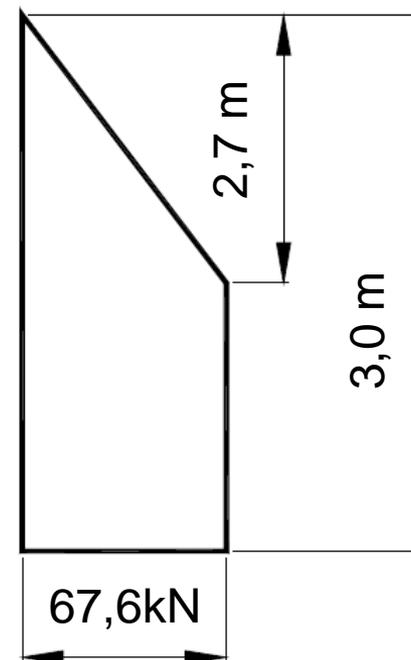


Figura D.2 – Distribuição da pressão do concreto fluido

OBRIGADO

Eng^o Fernando Rodrigues dos Santos