UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

PROCESSO SELETIVO – 07/2026

Área de Conhecimento: Sistemas Estruturais

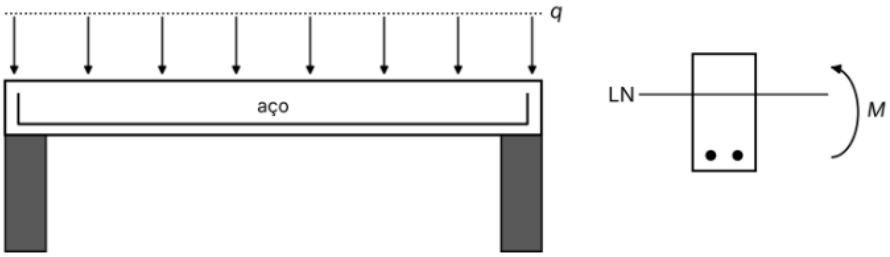
PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1: (VALOR: 3,5): Discorra sobre o comportamento de vigas de concreto armado subarmadas e superarmadas, abordando:

(a) a definição de cada tipo de seção, com desenhos;
(b) o modo de ruptura de cada uma diante de cargas superiores às de projeto;
(c) a justificativa para que o projeto estrutural adote vigas subarmadas;
(d) mantida a armadura de projeto, explique se a execução, na obra, de um concreto com resistência (fck) superior à especificada torna a viga mais propensa a um comportamento subarmado ou superarmado, justificando.

Conforme BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado, eu te amo**. 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: Blucher, 2010. v. 1. Aula 8, páginas 111–112.

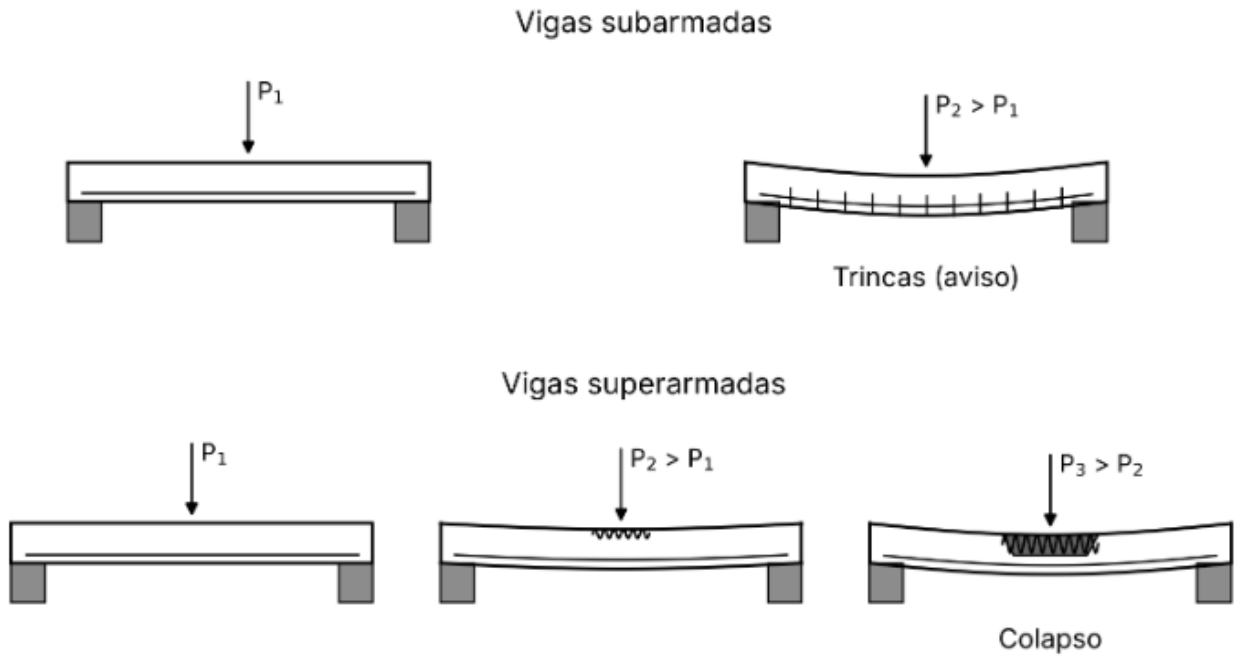
"8.1 FRAGILIDADE OU DUCTILIDADE DE ESTRUTURAS OU POR QUE NÃO SE PROJETAM VIGAS SUPERARMADAS, E, SIM, SUBARMADAS
Imaginemos uma viga de concreto armado com armadura simples e sujeita a uma carga distribuída q:



Nessa viga acima da Linha Neutra, resiste o concreto à compressão e, abaixo, o aço resiste à tração. Se por qualquer razão a carga que atua é maior do que a do projeto, essa viga poderá entrar em colapso, ou porque o concreto comprimido não resiste e se destrói, ou porque o aço apresenta deformação excessiva e as trincas (fissuras) ficam enormes.
Imaginemos que a carga seja crescente progressivamente. Se a zona comprimida estiver folgada em relação a essas cargas, mas se a seção de aço for diminuta, então essa estrutura começará a apresentar progressivamente trincas pelas deformações enormes do aço.
Conclusão: No caso de a parte mais fraca ser o aço, o crescer contínuo de carga além do limite de cálculo fará com que a viga vá dando avisos (trincas crescentes) dessa situação.
Se, ao invés disso, a seção de aço for folgada e a seção de concreto for justa, se ocorrer uma carga *além da prevista*, chegará a um ponto em que, com o crescer da carga, haverá um inesperado esmagamento do concreto, sem aviso, e a estrutura irá ao colapso.
O uso de seções, em que o aço é abundante em relação ao concreto comprimido, chama-se *seção superarmada*.
No uso de seções em que a seção de concreto comprimido é abundante em relação ao aço, essa seção é chamada de *subarmada*.
Se as cargas de serviço fossem abaixo ou igual à carga de projeto, não haveria problema no uso de

Pág. 01 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

seções subarmadas ou superarmadas.
Todavia, face ao relativismo de todo o cálculo, se num prédio todas as vigas forem subarmadas, e se por azar ocorrerem numa viga cargas maiores do que as de projeto, então a viga apresentará sinais dessa situação e, possivelmente, fissuras e trincas (sem outro fenômeno paralelo) serão o único prejuízo.
Se, ao contrário, as vigas forem superarmadas e se ocorrerem cargas superiores às de projeto, há a chance de uma ruptura sem aviso!!!!
Os esquemas a seguir mostram as situações:



Vê-se, pois, que o aumento sem controle de armadura de uma viga pode não ter consequência *se não ocorrerem esforços superiores para os quais as seções de concreto foram dimensionadas*.
Se, todavia, ocorrerem nessa viga superarmada cargas de projeto superiores, então essa viga poderá romper sem dar aviso.
Se especificarmos um concreto com fck de 20 MPa e a obra produzir um concreto de fck de 30 MPa estaremos a favor de termos vigas subarmadas (o desejável), já que estamos na prática reforçando a capacidade de resistência da parte comprimida e sem alterar a resistência da parte tracionada (aí quem responde é o aço).
Deixamos para cada um analisar uma frase que às vezes ocorre em obra: “Doutor não se preocupe, não tinha aço de 12,5 mm para colocar na viga e nós colocamos igual quantidade de 25 mm!!!! Foi gerada uma estrutura superarmada(*).
Devemos ter sempre vigas subarmadas e nunca superarmadas; não se deve correr risco de colapso sem aviso.
(*) Como vimos as estruturas superarmadas não são proibidas, mas não são desejáveis.”

Pág. 02 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

QUESTÃO 2: (VALOR: 3,5): As treliças de cobertura, também chamadas de tesouras, sustentam o telhamento e seu vigamento de apoio em coberturas de madeira. Discorra sobre esse sistema de cobertura, abordando:

(a) o esquema de uma treliça de cobertura de madeira, desenhado, com a indicação do nome do tipo de treliça representado e da nomenclatura de seus elementos;
(b) os elementos que compõem o vigamento de apoio de um telhamento com telhas cerâmicas (terças, caibros e ripas), com a função e o espaçamento usual de cada um;
(c) a relação entre o tipo de telha e a inclinação do telhado, e a forma como as cargas do telhamento e do vento são transmitidas às treliças.

Conforme PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de madeira**: dimensionamento segundo a norma brasileira NBR 7190/97 e critérios das normas norte-americana NDS e européia EUROCODE 5. 6. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2017. Capítulo 2, páginas 16–17.

Item (a) — p. 16–17

“2.9.1. TRELIÇAS DE COBERTURA

A Fig. 2.12 ilustra alguns sistemas treliçados utilizados em coberturas de madeira — alguns dos quais são designados por nomes próprios —, bem como a nomenclatura adotada para seus elementos. A treliça Howe é a mais tradicional para uso em madeira, e seus componentes recebem uma designação especial, conforme ilustrado na Fig. 2.12, em função da geometria e dos esforços atuantes para cargas de gravidade: tração no montante e no banzo inferior e compressão na diagonal e no banzo superior. Nas treliças Pratt e belga, os esforços nos montantes e diagonais se invertem em relação aos da treliça Howe.”

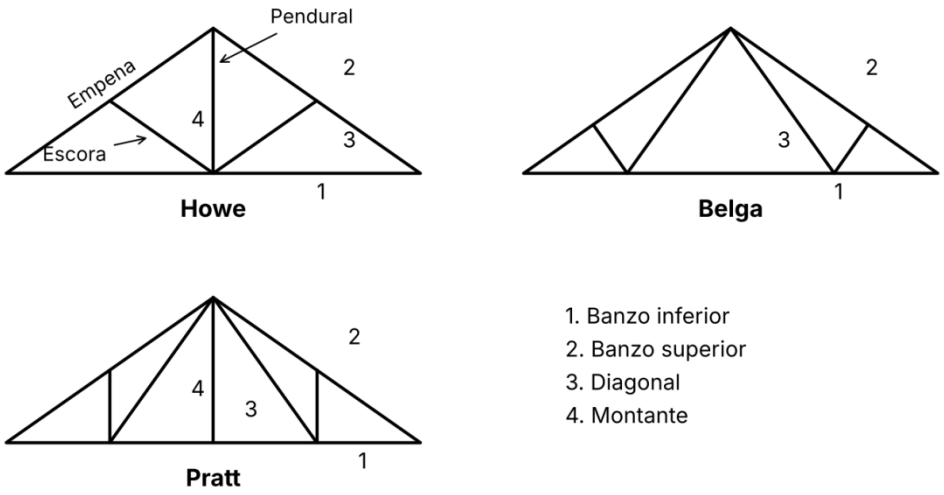
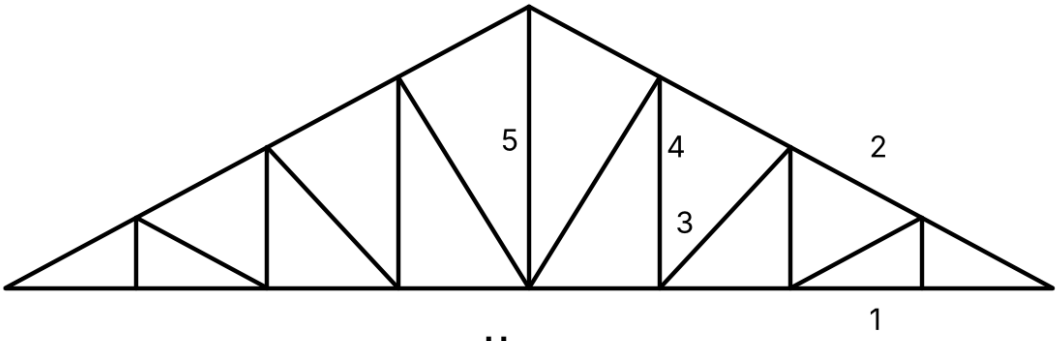


Fig. 2.12 Treliças para cobertura e nomenclatura de seus elementos (redesenhada a partir de Pfeil e Pfeil, 2017, p. 17).

Pág. 03 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.



Howe

1. Banzo inferior (tração)
2. Banzo superior – empena (compressão)
3. Diagonal – escora (compressão)
4. Montante (tração)
5. Pendural – montante central (tração)

Treliça Howe com múltiplos painéis — elaboração da banca, com base em Pfeil e Pfeil (2017), p. 16–17.

Itens (b) e (c) — p. 16

“As treliças de cobertura — também chamadas de tesouras — sustentam o telhamento e seu vigamento de apoio. No caso de telhas cerâmicas, mais usadas em coberturas de edificações residenciais, o vigamento de apoio é composto dos seguintes elementos, conforme ilustra a Fig. 2.13*a*:

a) terças — vigas vencendo o vão entre treliças e apoiando-se, em geral, em seus nós;

b) caibros — apóiam-se nas terças e são espaçados de 40 a 60 cm;

c) ripas — peças nas quais se apóiam as telhas cerâmicas e cujo espaçamento (da ordem de 35 cm) é função do comprimento da telha.

Podem também ser utilizadas telhas metálicas formadas por chapas corrugadas, as quais se apóiam diretamente nas terças.

A inclinação do telhado é função do tipo de telha adotada. Os valores mínimos do ângulo entre o plano do telhamento e o plano horizontal são da ordem 25° para telhas cerâmicas e 2° para telhas metálicas.

As treliças de cobertura estão sujeitas às cargas de gravidade (pesos próprio e das telhas e seu vigamento de apoio) e às cargas de vento. Os pesos do telhamento e seu vigamento de apoio, assim como as ações devidas ao vento, são cargas distribuídas na superfície do telhado que se transmitem como forças concentradas aos nós das treliças por meio das terças (ver Fig. 2.13*b*).

No caso de telhas cerâmicas dispostas sem fixação sobre o vigamento, somente as ações de sobrepressão de vento são transmitidas às treliças (a ação de sucção externa produz o levantamento das telhas). Com as telhas fixadas à estrutura (como no caso das telhas metálicas parafusadas às terças), as ações de vento de sucção e de sobrepressão são transmitidas à treliça de cobertura.”

Pág. 04 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

QUESTÃO 3: (VALOR: 3,0): Discorra sobre as fundações profundas, abordando:

(a) o mecanismo de transmissão de carga ao solo e o critério para sua adoção;
(b) a classificação quanto ao processo de execução;
(c) o processo executivo, as vantagens e as limitações de três dos seguintes tipos de estacas moldadas *in loco*: broca, estaca Strauss, estaca escavada com trado helicoidal, estaca hélice contínua, estaca escavada com lama bentonítica (estacão e barrete) e estaca Franki.

Conforme REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Fundações**: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. 2. ed. São Paulo: Zigurate, 2009. Capítulo 7, páginas 69–85.

Itens (a) e (b) — p. 69
"Critérios para escolha de fundação profunda
Obviamente, a fundação profunda é adotada quando a fundação direta não for aconselhada, ou seja, quando o número de golpes da sondagem (SPT) maior ou igual a 8 estiver a profundidades superiores a 2 m.
A fundação profunda transmite a carga da superestrutura através do seu corpo, usando o atrito entre ela e o solo e a resistência na sua ponta.
As fundações profundas podem ser classificadas em fundações moldadas in loco ou pré-moldadas. As primeiras são executadas furando-se o solo com um equipamento adequado e depois preenchendo o furo com concreto, podendo ou não ser armadas. Nas pré-moldadas, o elemento de fundação - denominado estaca - é executado na indústria, sendo cravado no solo por equipamento apropriado, o bate-estaca."

Item (c) — Brocas (p. 69–72)
"A broca é uma fundação profunda executada manualmente por intermédio de um trado rotativo, que também recebe o nome de broca. [...]
A broca para fundação é um equipamento composto de uma haste de tubo metálico emendável, tendo na ponta duas lâminas curvas desencontradas, formando uma espécie de cilindro com duas aberturas. Quando o operário gira o equipamento, as lâminas rasgam o solo, fazendo-o penetrar pelas aberturas, preenchendo o cilindro, ao mesmo tempo que a broca se aprofunda, provocando um furo. Quando fica preenchida, a broca é retirada do furo para ser esvaziada do material retido. Esvaziada, a broca é de novo colocada no solo e repete-se o procedimento anterior, e assim por diante, fazendo com que o furo no solo se aprofunde. Sempre que necessário, conforme a profundidade do furo, a haste tubular é emendada com outra por meio de luvas.
Quando o furo atingir um solo resistente - normalmente assim definido por avaliação empírica, ou seja, quando dois operários já não puderem aprofundar a broca - procede-se ao seu preenchimento com concreto. É recomendável que o fundo do furo seja preenchido com uma camada de aproximadamente 20 cm de argamassa de cimento e areia, de forma que as britas desagregadas do concreto durante o lançamento possam se misturar à argamassa, reduzindo ao mínimo a precariedade da ponta. Após o preenchimento do furo com concreto, é colocada uma armação adicional, não estrutural, cuja função é ligar a superestrutura à broca. Para as brocas submetidas apenas a esforços de compressão, não há necessidade de colocar a armação em toda a sua extensão. Normalmente, são colocadas 4 barras de 6,3 mm de diâmetro, com comprimento aproximado de 2 m e sem estribos.
Deve-se deixar em torno de 50 cm da armação para fora da broca, para fazer a ligação com o resto da estrutura.
Nas brocas submetidas a flexão e a tração, as armações deverão ser colocadas ao longo de todo o seu comprimento. A quantidade e o diâmetro das armações devem ser adequadamente calculados.

Pág. 05 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

A capacidade da broca, para cargas verticais, depende do seu diâmetro e do seu comprimento. [...] Nos casos mais simples, considera-se que, atingida a cota de solo suficientemente resistente, a capacidade ficará dependente apenas do diâmetro da broca.
Em virtude de uma certa precariedade na execução da broca, deve-se estar atento a algumas restrições ao seu uso:
- Profundidade máxima igual a 6 m.
Esta restrição tem por finalidade garantir uma razoável qualidade na execução da broca, no que se refere à sua verticalidade e à sua concretagem.
- A broca não deve ser executada abaixo do N.A. (nível da água)
Quando existe água no furo, a concretagem fica extremamente prejudicada. [...] Quando se encontra água, o mais correto é mudar o tipo de estaca [...].
Em obras mais cuidadosas, a determinação do comprimento da broca é feita por meio da sondagem. A broca pode ser interrompida quando o SPT for maior ou igual a 12. [...]
Na escolha do tipo de fundação profunda, deve-se levar em conta que a broca é a solução de menor preço dentre todas as possibilidades."

Item (c) — Estaca Strauss (p. 72–75)
"Pela maneira como é executada, a estaca Strauss apresenta qualidade muito superior à das brocas manuais, resultando em elementos com maior capacidade de carga.
A estaca Strauss é executada mecanicamente. A escavação do furo é feita com um equipamento denominado Balde Strauss. O Balde Strauss é um cilindro de aço no qual, em uma das pontas, encontra-se uma portinhola rotatória. O Balde, ligado por cabos a um motor elétrico ou a combustão, é lançado de um tripé metálico de aproximadamente 4 m de altura. Pelo seu peso próprio, o Balde é cravado no solo; nesse momento, a portinhola da ponta abre-se para penetração do solo. Após furado o primeiro metro, é colocado no furo um tubo de aço de 2 a 3 m de comprimento, que vai descendo ao mesmo tempo que se prossegue com a escavação do furo. Esse tubo é emendável por meio de rosca e tem a função de controlar a verticalidade do furo e de protegê-lo contra desbarrancamentos. Durante a cravação, o tubo é constantemente limpo de lama ou de água acumulada. Atingida a cota de apoio da estaca, procede-se à concretagem do furo.
O concreto usado tem um consumo de 300 kgf de cimento por metro cúbico e slump entre 8 e 12, ou seja, é bastante plástico, para evitar a sua aderência às paredes do tubo. Após o lançamento de uma quantidade de concreto que crie no furo uma coluna de aproximadamente 50 cm, substitui-se o Balde por um pilão de aproximadamente 300 kgf de peso, que, em queda livre, provoca o adensamento do concreto dentro do furo. Durante a concretagem o tubo de revestimento é retirado.
Cuidado especial deve ser dispensado a essa fase da execução, para evitar vazios e estrangulamentos da estaca. A concretagem é feita um pouco acima da cota de projeto da estaca, denominada cota de arrasamento [...], para permitir um posterior corte (arrasamento) para melhor acerto dos níveis. Após a concretagem, a estaca é armada com 6 barras de 10 ou 12,5 mm de diâmetro e com 2 m de comprimento, apenas para ligação da estaca aos demais elementos da fundação.
Em princípio, não é recomendável o uso de estaca Strauss abaixo do nível d'água. Entretanto, pode-se aceitar a sua aplicação nessas condições desde que a execução seja bastante cuidadosa; recomenda-se considerar a capacidade da estaca um pouco abaixo (cerca de 30 %) do valor nominal.
A estaca Strauss transmite a carga ao solo principalmente pelo atrito de sua parede com o solo, tornando-se secundária a transmissão através da ponta. Atingido o solo resistente, a capacidade de carga da estaca Strauss depende apenas do seu diâmetro.

Outras características da estaca Strauss são a facilidade de transporte e de deslocamento do equipamento de execução dentro da obra e a possibilidade de atingir profundidades até 25 m, mais do que suficiente para a grande maioria dos casos.

Pág. 06 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

Dentre as estacas com boa capacidade de carga, a Strauss é a de menor custo. Algumas vezes ela é rejeitada, em razão da sujeira provocada no local pelo solo retirado e pela água utilizada durante a sua execução, o que pode formar um grande lamaçal, principalmente em época chuvosa.
A estaca Strauss pode ser armada para absorver tração (comportar-se como tirante): a armação deverá ser convenientemente dimensionada e posicionada ao longo de todo o comprimento da estaca."

Item (c) — Estaca escavada com trado helicoidal (p. 75–76)
"Este tipo de estaca assemelha-se muito à estaca Strauss, quanto à capacidade e ao comportamento; entretanto, difere bastante na forma de ser executada. A execução do furo é feita por uma haste metálica montada sobre uma base incorporada a caminhões ou a chassi metálico sobre rodas; isso permite rápida movimentação no canteiro, desde que a topografia permita. O furo é executado fazendo-se girar a haste helicoidal. Se o equipamento utilizado apresenta esse tipo de haste em toda a sua extensão, o furo é feito continuamente até a cota prevista. A cada 2 m a haste é posta a girar no sentido contrário, para retirada do solo.
A retirada total da haste é realizada sem giro. Após alcançar a cota de apoio da estaca, o furo é concretado em camadas de aproximadamente 50 cm, quando é então apiloado.
O diâmetro da perfuratriz varia de 20 a 170 cm. Como na Strauss, usa-se uma armação adicional para ligação da estaca aos outros elementos da fundação. Pela forma como é executada, o uso deste tipo de estaca fica restrito a solos estáveis e isentos de lençol freático.
Alcançado o solo resistente, a carga de trabalho da estaca varia com o seu diâmetro."

Item (c) — Estaca hélice contínua (p. 76–78)
"O uso deste tipo de estaca, no Brasil, é razoavelmente recente. Foi utilizada pela primeira vez em 1987 e desde então a sua aplicação vem apresentando grande crescimento.
A estaca hélice contínua é executada pela rotação de um tubo metálico em torno do qual é fixada uma chapa em forma de hélice. A extremidade do tubo central apresenta dentes que facilitam a escavação. Ao se alcançar a cota de apoio da estaca, inicia-se a concretagem simultaneamente à retirada da hélice. A hélice pode ser retirada sem rotação ou com lenta rotação no sentido da perfuração. A concretagem é feita através do tubo central.
A retirada do tubo concomitante à concretagem evita a possibilidade de confinamento do solo, o que poderia provocar estrangulamento da seção da estaca, inviabilizando-a.
A armação é colocada após completada a concretagem da estaca. Ela é mergulhada na massa de concreto por gravidade ou com auxílio de um pilão de pequena carga. Se a estaca for submetida apenas a compressão, o comprimento da armação não ultrapassa 5 m. O comprimento máximo da armação é o possível para uma barra inteira, ou seja, 12 m.
A estaca hélice contínua apresenta, além de alta produtividade, um elevado grau de qualidade. A sua execução é monitorada eletronicamente, podendo-se a qualquer instante obter informações a respeito da inclinação da haste, da profundidade da perfuração, do torque e velocidade de rotação da hélice, da pressão de bombeamento do concreto, como também do consumo e perdas de concreto.
Uma outra vantagem desse tipo de estaca é a sua possibilidade de execução bem próxima à divisa, diminuindo com isso as excentricidades entre as cargas dos pilares e o centro das estacas.
Pelas características de sua execução, a estaca hélice contínua pode atingir comprimento máximo de 30 m e ser executada abaixo do nível da água. Pode-se também executar a estaca com inclinação até 14°. Pode ser executada em qualquer tipo de solo, exceto onde houver matacões ou rocha sã. O seu sistema de execução permite que este tipo de estaca possa ser usado como pré-furo na cravação de estaca metálica.
Esta estaca apresenta como inconvenientes a necessidade de locais planos para locomoção do equipamento de execução e o grande acúmulo de solo retirado, exigindo remoção constante. Admite

Pág. 07 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

diâmetro até 100 cm”

Item (c) — Estacas escavadas com lama bentonítica (p. 78–82)

“Estacas escavadas com lama betonítica [sic]

As escavações para a execução deste tipo de estaca podem ser realizadas com equipamento rotativo acoplado a um guindaste ou pelo sistema “Clam Shell”. No primeiro caso, são executadas estacas circulares, denominadas estacões, e no segundo, estacas retangulares, denominadas estacas barrete.

Em razão da forma e das dimensões da seção deste tipo de estaca, a escavação é estabilizada pelo uso de um material denso, na consistência de uma lama, denominado argila betonítica [sic]. A betonita [sic] é uma argila da família das montmorilonitas que em presença da água se expande, produzindo um fluido que forma uma camada impermeável denominada “cake”.

A lama betonítica [sic] apresenta a propriedade de gelificar (formar uma estrutura) quando em repouso e de se tornar líquida quando agitada. A densidade da lama betonítica [sic] varia de 1,03 a 1,3 tf/m³.

A lama betonítica [sic] tem, também, a propriedade de manter em suspensão os resíduos de escavação, evitando que se depositem no fundo.

Para início da execução da escavação do estacão, é cravado um tubo de 1,5 a 2 m de comprimento e de diâmetro 10 cm maior do que o da estaca. Esse tubo serve como guia para a continuidade da escavação. Nas estacas barrete, o tubo é substituído por uma parede de concreto armado de 1 m de profundidade, colocada em todo o perímetro da escavação. A função do tubo-guia é garantir uma boa locação da estaca.

Ao mesmo tempo que ocorre a escavação, a lama betonítica [sic] é lançada, devendo sua superfície estar sempre acima da face inferior da parede ou do tubo-guia. A lama estabiliza o solo em torno da escavação ao mesmo tempo que evita a penetração de água do lençol.

Após a escavação e antes da concretagem, o fundo da estaca deve passar por um processo de limpeza para a retirada de um material muito viscoso que se decanta no fundo da escavação, formado pela mistura de lama com partículas do solo. A armadura é colocada depois da limpeza. Em estacas submetidas apenas a compressão, esta armadura pode ter apenas 5 m de comprimento.

A concretagem é executada de baixo para cima por um ou mais tubos denominados tremonha. O concreto deve ter características de fluidez e de densidade tais que, ao ser lançado, expulse a lama e possa removê-la da superfície das armaduras. Durante a concretagem, a ponta do tubo tremonha deve estar sempre abaixo da superfície de concreto, cuja especificação apresenta slump 20 e consumo de cimento de 400 kgf/m³.

Para que o concreto, ao ser lançado, possa remover adequadamente a lama, é necessário que a armação esteja a distância igual ou inferior a 3 m da ponta da tremonha. Quando essa distância for maior, é preciso usar outros tubos. A concretagem da estaca não pode ser interrompida e deve ser a mais rápida possível, com duração máxima de 3 horas.

O estacão pode ser executado com diâmetros que variam de 60 a 200 cm. A seção das estacas barrete apresentam limite apenas na largura - 120 cm - em razão das dimensões do “clam shell”, podendo ter o comprimento que for necessário.”

Item (c) — Estaca Franki (p. 83–85)

“Este tipo de estaca é executado mecanicamente, utilizando um equipamento denominado bate-estaca. Este equipamento é composto de uma torre metálica da qual é lançado um peso, denominado pilão, cuja função é cravar a estaca no solo. No caso da estaca Franki, o bate-estaca é usado para a cravação de um tubo metálico. Para que o tubo seja cravado no solo, é colocado na sua ponta um volume de concreto bastante seco, que desenvolve grande atrito com a parede do tubo. O volume de concreto seco é denominado bucha.

O volume da bucha deve ser de tal ordem que não prejudique a cravação do tubo. Para isso,

Pág. 08 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

recomenda-se que a sua altura dentro do tubo atinja uma vez e meia a duas vezes o diâmetro do tubo. Ao ser socada pelo pilão, a bucha empurra junto consigo o tubo metálico, fazendo-o penetrar no solo. Ao atingir a cota de apoio da estaca, o tubo é preso por cabos de aço ao bate estaca. A bucha é expulsa pelo pilão, formando a ponta da estaca. Após a execução da ponta, é colocada a armação e, em seguida, procede-se à concretagem do fuste.
A concretagem do fuste é feita em camadas da ordem de 50 cm, que são apiloadas, ao mesmo tempo em que o tubo de aço é paulatinamente sacado. O concreto dentro do tubo deve estar sempre acima de sua ponta inferior. O término da concretagem se dá 30 cm acima da cota de arrasamento projetada.
Nos casos em que a cravação for difícil, pelo tipo de solo a ser atravessado, pode-se remover a bucha e cravar o tubo aberto, retirando-se o solo do seu interior com um equipamento especial, semelhante ao usado nas estacas Strauss.
Atravessada a camada mais difícil ou atingida a cota de assentamento, a bucha é refeita e os procedimentos normais são retomados.
Pela forma de execução, as estacas Franki podem ser aplicadas a qualquer tipo de solo e também abaixo do nível da água. São normalmente usadas para obras com grandes cargas nos pilares. A sua capacidade mínima, economicamente viável, é de 45 tf.”

Membros da Banca:

_____	_____
Pedro Oscar Pizzetti Mariano	**Rafael Zanelato Ledo**
Membro da Banca	**Membro da Banca**
_____	_____
Americo Hiroyuki Hara	**José da Silva Andrade Neto**
Presidente da Banca	**Suplente**

Pág. 09 de 09 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00044223/2026 e o código XKJ550K5.

Assinaturas do documento

Código para verificação: **XKJ550K5**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

AMERICO HIROYUKI HARA (CPF: 005.XXX.746-XX) em 09/11/2026 às 12:18:25
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:44:32 e válido até 30/03/2118 - 12:44:32.
(Assinatura do sistema)

PEDRO OSCAR PIZZETTI MARIANO (CPF: 010.XXX.239-XX) em 09/11/2026 às 12:25:25
Emitido por: "SGP-e", emitido em 20/03/2026 - 14:00:59 e válido até 20/03/2126 - 14:00:59.
(Assinatura do sistema)

JOSÉ DA SILVA ANDRADE NETO (CPF: 062.XXX.255-XX) em 09/11/2026 às 12:49:15
Emitido por: "SGP-e", emitido em 03/04/2023 - 18:14:19 e válido até 03/04/2123 - 18:14:19.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNDQyMjNfNDQyMzNfMjAyNl9YS0o1NTBLNQ== ou o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo **UDESC 00044223/2026** e o código **XKJ550K5** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.