

VIADUTOS DA LINHA DE ALTA VELOCIDADE ESPANHOLA



António Póvoas¹

RESUMO

Neste artigo serão apresentados cinco viadutos da linha de Alta Velocidade Espanhola com tipos de secção e vãos diferentes, e os cimbres autolançáveis que os permitiram executar, sendo apresentadas as características geométricas, as especificidades das cofragens, as fases construtivas e os prazos em que foram construídos.

PALAVRAS-CHAVE

Viadutos AVE, cimbres autolançáveis, Viaducto del Llobregat, Toxa, Martixe

¹António Póvoas-Bridge Construction Systems-Portugal, Lda, Lisboa, antonio.povoas@sapo.pt

1. INTRODUÇÃO

Os 5 viadutos da Linha de Alta Velocidade Espanhola (AVE) são os seguintes:

1. VIADUCTO DE CORNELLA – (BARCELONA)
2. VIADUCTO DEL LLOBREGAT – (BARCELONA)
3. VIADUCTO DE RIO PORTOS – (LINHA OURENSE-SANTIAGO)
4. VIADUCTOS DE TOXA – (LINHA OURENSE-SANTIAGO)
5. VIADUCTO DE MARTIXE – (LINHA OURENSE-SANTIAGO)

2. VIADUTO DE CORNELLA – Barcelona – projecto de Esteyco – Madrid

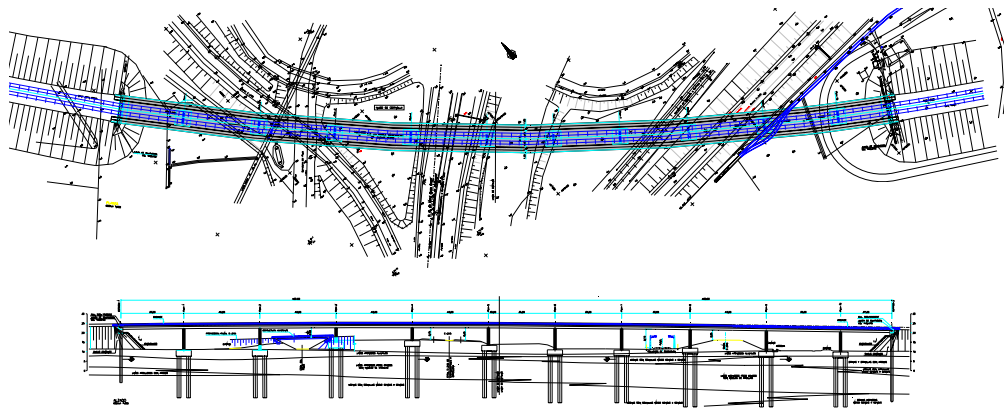


Fig. 1 – Planta e alçado do Viaduto de Cornella

Este viaduto, de 405 m de comprimento, é extremamente baixo, tem raio em planta constante de 1300 m, e passa sobre uma auto-estrada, dois viadutos de acesso e um ramal ferroviário. Os terrenos por baixo do viaduto são aterros sem qualquer consistência ou são as referidas vias de comunicação.

2.1 Geometria do tabuleiro e dos pilares

Este tabuleiro é extraordinariamente pesado, atingindo 512 KN/m na zona do pilar e da consola do 1/5 de vão e 368 KN/m na zona corrente. Todos os pilares são fundados sobre estacas, em que algumas atingiram 50 m de profundidade.

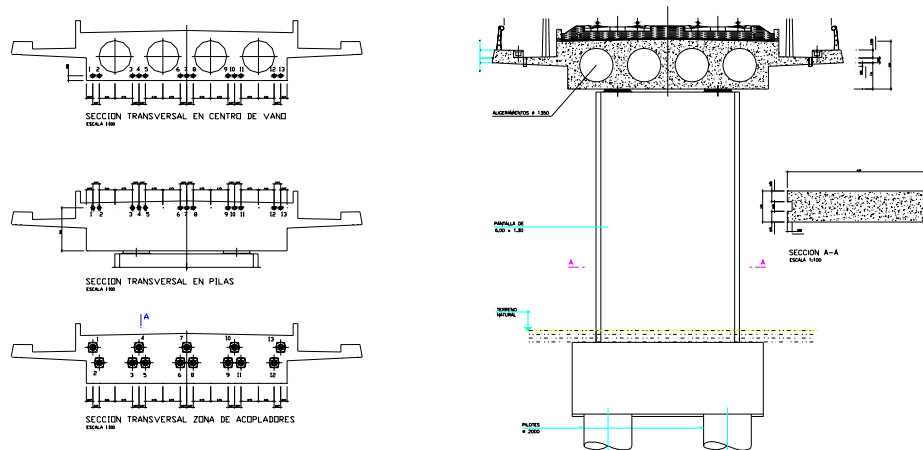


Fig. 2 – Pilares e tabuleiro do Viaduto de Cornella – Barcelona - Espanha

2.2 Processo construtivo do tabuleiro

Esta obra estava nitidamente vocacionada para ser executada com um cimbre aéreo superior. Em primeiro lugar, os terrenos eram maus, inviabilizando economicamente o cimbre ao solo, pois seriam necessárias lajes de fundação para apoiar o cimbre, em segundo lugar, a existência das vias de comunicação dificulta a montagem de cimbres porticados, e por último, as cargas são muito elevadas, requerendo dimensões elevadas da estrutura de apoio.

Assim, esta obra foi construída com um cimbre autolanzável superior, equipado com uma cofragem especial, que permite a sua abertura em apenas 3 metros de altura, apesar do tabuleiro ter 14,70 m de largura.

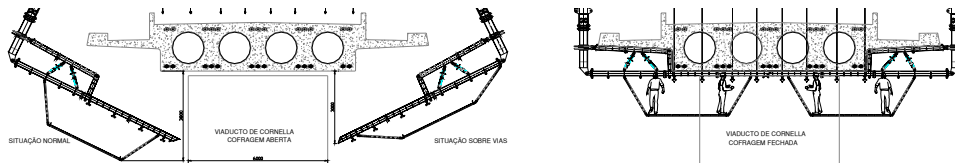


Fig. 3 – Cofragem do Viaduto de Cornella – Barcelona – Espanha



Fig. 4 e 5 – Fases de abertura e avanço do cimbre do Viaduto de Cornella – Barcelona

Além de cumprir os prazos, e de ter sido distinguido pelas autoridades locais com o prémio de segurança no trabalho das obras de AVE da Catalunha, este cimbre realizou sistematicamente as operações de abertura da cofragem, lançamento e reposicionamento da cofragem fechada no vão seguinte, em tempos inferiores a três horas, situação que permitiu ter apenas curtos encerramentos das vias durante o período nocturno.

Este cimbre conseguiu tempos de operação nunca antes conseguidos neste tipo de equipamentos, estabelecendo um record mundial de abertura, lançamento e fecho das cofragens em apenas 2 horas e quinze minutos.

3. VIADUTO DEL LLOBREGAT – Barcelona – projecto de PEDELTA

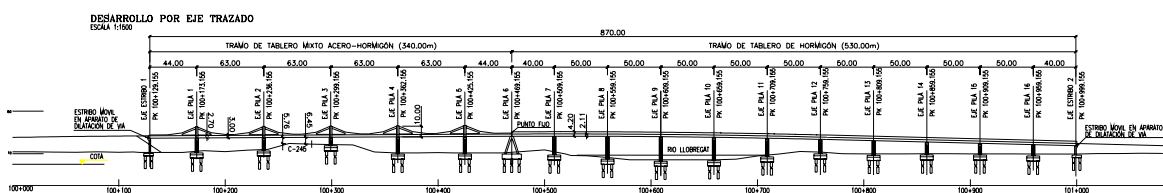


Fig. 6 – Alçado do Viaduto del Llobregat – Barcelona

Viadutos da linha de alta velocidade espanhola

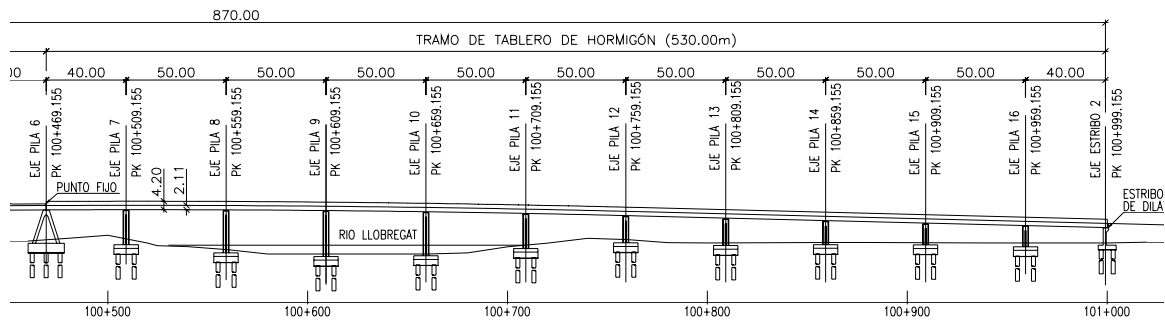


Fig. 7 – Alçado do tramo de betão do Viaduto del Llobregat – Barcelona

Este viaduto, de 870 m de comprimento, é composto por duas partes, sendo um tramo em tabuleiro misto, com 440 m de comprimento, e que foi empurrado, e o outro tramo, em betão, com 530 m, com raio constante de 1500 m em planta e que foi betonado “in situ”, recorrendo a um cimbre auto-lançável. Este tramo passa sobre o rio Llobregat.

3.1 Geometria do tabuleiro e dos pilares

Trata-se de um tabuleiro em U, em que as vigas têm 4.2 m de altura.

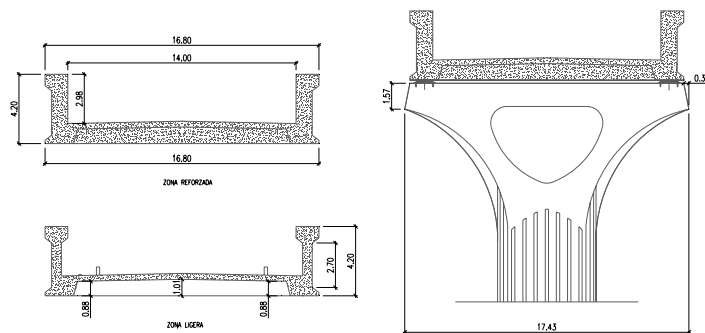


Fig. 8 – Secções do tabuleiro do Viaduto del Llobregat – Barcelona

A secção corrente pesa 334 KN/m mas tem cerca de 21.4 m de reforços nas vigas e na laje de fundo, que é nervurada na zona corrente e maciça nos 3.125m para cada lado do pilar. A secção com vigas reforçadas pesa 377 KN/m. As nervuras da laje pesam 92 KN/un.

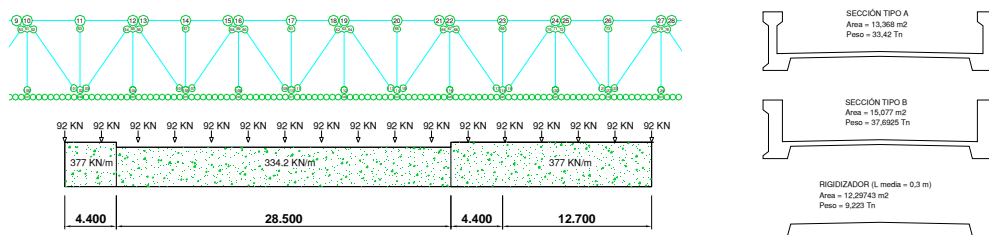


Fig. 9 – Secções do tabuleiro e distribuição de cargas no cimbre

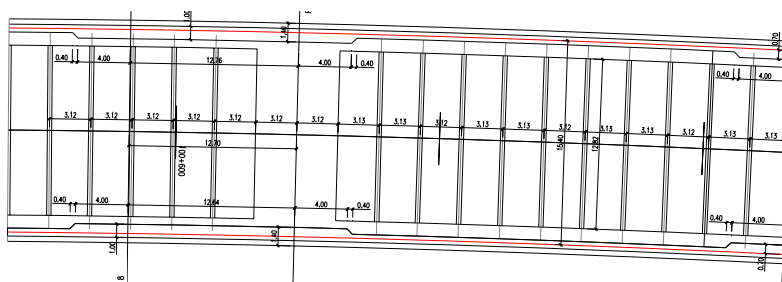


Fig. 10 – Planta de vão do tabuleiro do Viaduto del Llobregat – Barcelona

Um vão de 50 m necessita assim de 800 m³ de betão o que corresponde a uma sobrecarga de betonagem de 20000 KN, o que constitui um valor extremamente elevado, sendo o viaduto de AVE que conhecemos com maior peso.



Fig. 11 e 12 – Fases de obra do Viaducto del Llobregat – Barcelona

3.2 Processo construtivo do tabuleiro

Este viaduto foi também construído com um cembre autolancável superior, equipado com uma cofragem bastante complexa devido às características do tabuleiro.

A existência de variações nas espessuras das vigas constituíram problemas adicionais para a cofragem, obrigando a utilizar um sistema mais complexo que o do Viaducto de Cornellà, sendo necessário uma fase prévia de descofragem das paredes e das faces laterais das nervuras, realizada logo no dia seguinte à betonagem, e ainda dois movimentos da cofragem de fundo.

No entanto, o tempo de abertura da cofragem de fundo em dois movimentos durava apenas 10 minutos, não condicionando a eficácia do ciclo.

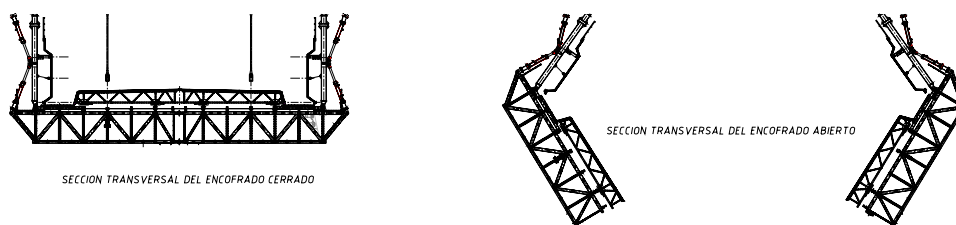


Fig. 13 e 14 – Cofragem fechada e aberta – Viaducto del Llobregat – Barcelona

3.3 Acertos geométricos do tabuleiro

De forma a poder abrir a totalidade da cofragem em simultâneo foi necessário proceder a alguns acertos da geometria, prontamente aceites pelo projectista – Juan Sobrino, nomeadamente orientar as

nervuras radialmente e com geometria trapezoidal, ou seja, as vigas alargaram de 420 mm a 446 mm de espessura, em vez de manter a espessura em 420 mm, o que permitia ter uma cofragem rectangular, mais económica de fabricar e mais fácil de abrir.

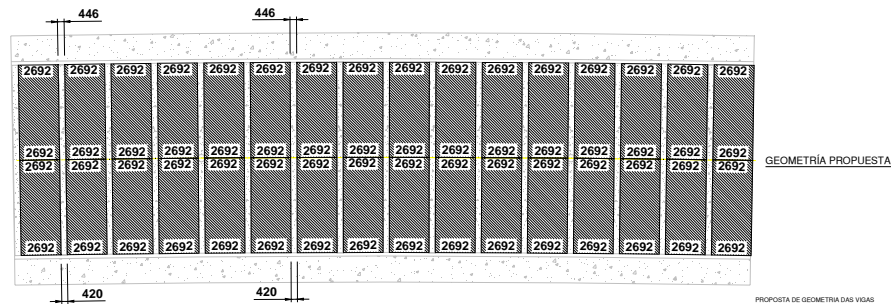


Fig. 15 – Nervuras orientadas radialmente – Viaducto del Llobregat – Barcelona

4. VIADUTO DE RIO PORTOS – OURENSE – projecto de TYP SA

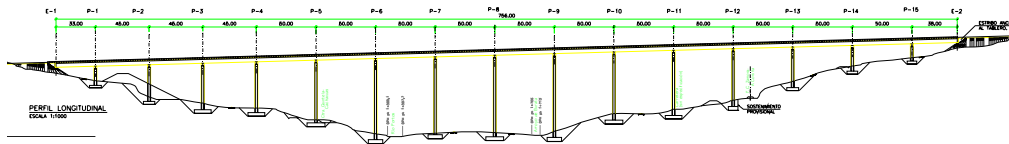


Fig. 16 – Alçado do Viaduto de Rio Portos

Este viaduto, de 756 m de comprimento, é composto por 16 vãos, sendo o primeiro de 33m, seguido de três de 45m, 11 de 50 m e um de 38m. O viaduto é em linha recta e tem uma inclinação longitudinal constante de 2,73%. Os pilares são extraordinariamente esbeltos no sentido longitudinal, tendo sido fundamental para a escolha do cimbra utilizado o facto destes cimbres transmitirem esforços horizontais muito baixos na fase de lançamento.

4.1 Geometria do tabuleiro e dos pilares

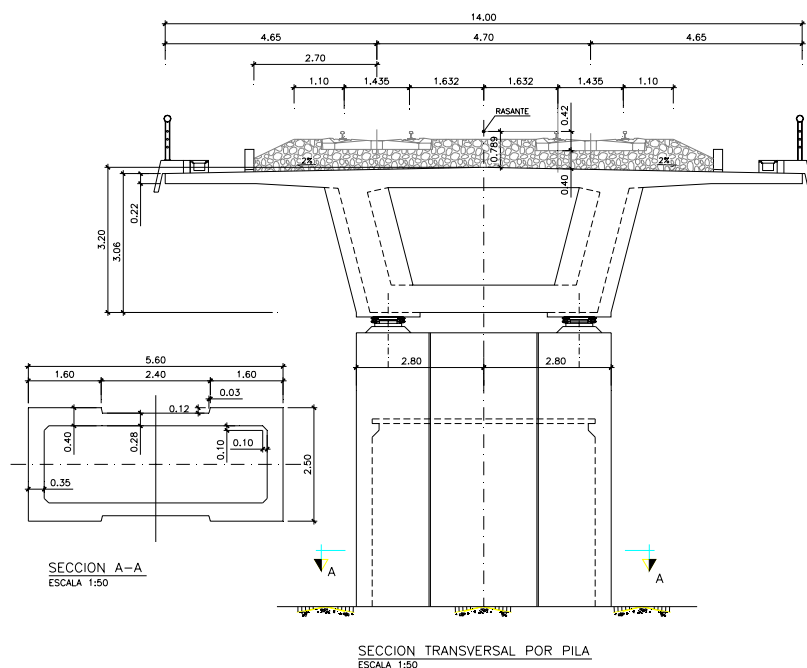


Fig. 17 – Secções tipo do pilar e do tabuleiro – Viaducto de Rio Portos

4.2 Processo construtivo do tabuleiro

Este viaduto foi também construído com um cimbra autolancável superior, equipado com uma cofragem de geometria interior e exterior variável devido às características do tabuleiro. Este cimbra efectuou os últimos 6 vãos sistematicamente em 7 dias de calendário, sem recurso a trabalho nocturno.



Fig. 18 e 19 – Vistas do cimbra – Viaducto de Rio Portos

4.3 Aspectos geométricos do tabuleiro

Este viaduto tinha uma característica bastante ingrata para a cofragem dado que tanto a geometria exterior como a interior variavam na zona do pilar nos três primeiros pilares, situação que é recomendável evitar devido à interferência que esses ajustes têm no ciclo de trabalho normal.

Viadutos da linha de alta velocidade espanhola

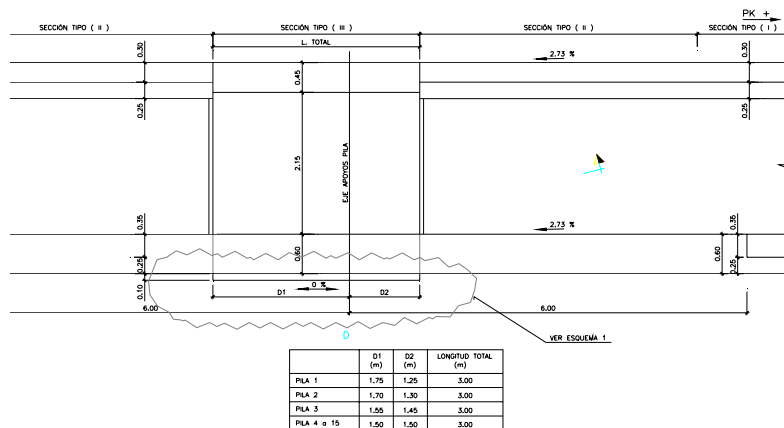


Fig. 20 – Variações dos reforços – Viaducto de Rio Portos

5. VIADUCTOS DE COVAS E MARTIXE – Projecto de IPES – Madrid

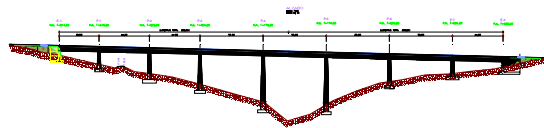


Fig. 21 – Alçado do Viaduto de Toxa

O viaduto de Toxa, de 386,5 m de comprimento, é composto por 8 vãos, sendo o primeiro de 44m, seguido de quatro de 55m, 2 de 44 m e um de 34.5m. O viaduto é em linha recta e tem uma inclinação longitudinal constante de 2,5%. Os pilares são troncocónicos no sentido longitudinal.

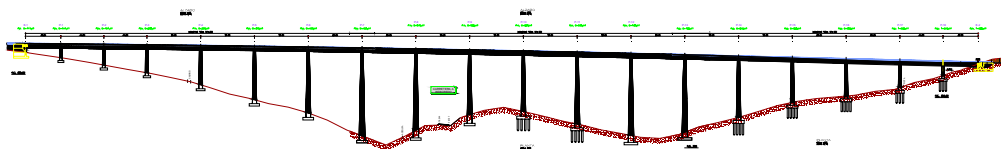


Fig. 22 – Alçado do Viaduto de Martixe

O viaduto de Martixe, de 974 m de comprimento, é composto por 8 vãos, sendo o primeiro de 36m, seguido de um de 44m, 14 de 55m, dois de 44m e um de 36m. O viaduto é em linha recta e tem uma inclinação longitudinal constante de 2,5%. Os pilares são troncocónicos no sentido longitudinal.

5.1 Geometria do tabuleiro e dos pilares

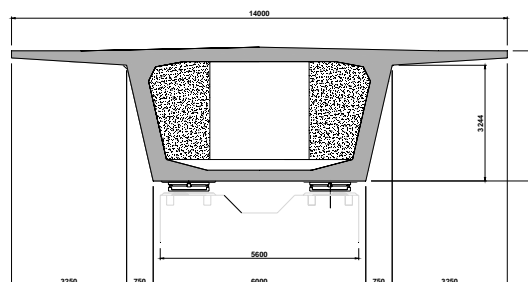


Fig. 23 – Secção dos viadutos de Toxa e Martixe

Este tabuleiro que pesa apenas 289 KN/m, foi desenhado pensando desde logo na utilização do cimbra auto-lançável, pelo que vários pormenores importantes como a manutenção da geometria interior e exterior do tabuleiro, ou da betonagem da carlinga em duas fases para possibilitar a passagem da cofragem interior.

5.2 Processo construtivo do tabuleiro

Estes viadutos estavam separados por cerca de 460 m de via sobre o terreno, o que permitiu utilizar um único cimbra superior para executar os dois tabuleiros, sendo realizado primeiro o Viaducto de Toxa e de seguida o Viaducto de Martixe. A construção foi efectuada no sentido ascendente, desde o encontro 2 de Toxa até ao encontro 1 de Martixe.



Fig. 24 e 25 – Vistas do cimbra – Viaducto de Toxa

6. CONCLUSÕES

Deste conjunto de 5 viadutos da linha de Alta Velocidade Espanhola podemos concluir o seguinte:

- São extremamente pesados os tabuleiros para viadutos projectados com o objectivo de ter pouco impacto visual, tipo laje maciça, como o de Cornella.
- É também extremamente pesado e com a construção mais cara, o tabuleiro com secção em U, destinado a absorver o ruído do comboio em zonas habitadas, como no caso do Viaducto del Llobregat.
- É possível realizar vãos importantes de 50 e 55 m com secções optimizadas, de geometria interior e exterior constante, o que simplifica a cofragem e optimiza os custos correspondentes.
- É fundamental a colaboração entre projectistas dos viadutos e dos cimbres de forma a conter os custos com as cofragens interiores e exteriores dentro dos limites razoáveis para construção deste tipo de tabuleiros.
- Os cimbres superiores demonstraram grande adaptabilidade a estes viadutos pois operam com igual eficácia em viadutos com pilares altos ou em viadutos a pequena altura do solo, podendo com a mesma viga principal utilizar as diferentes configurações de cofragens utilizadas nos 5 viadutos indicados e sendo ainda fácil a sua transferência de um viaduto para o seguinte.