

**FACULDADE EDUFOR**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**MATHEUS RUAN DIAS PINHEIRO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DORMENTES MONOBLOCO DE CONCRETO PROTENDIDO UTILIZADOS NO  
SETOR FERROVIÁRIO**

---



São Luís

2024

P654d Pinheiro, Matheus Ruan Dias

Dormentes monobloco de concreto protendido utilizados no setor ferroviário / Matheus Ruan Dias Pinheiro — São Luís: Faculdade Edufor, 2024.

19 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (ENGENHARIA CIVIL) — Faculdade Edufor - São Luís, 2024.

Orientador(a) : Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó

1. Dormente. 2. Concreto. 3. Ferrovia. I. Título.

FACULDADE EDUFOR SÃO LUÍS

CDU 625.1

# **DORMENTES MONOBLOCO DE CONCRETO PROTENDIDO UTILIZADOS NO SETOR FERROVIÁRIO**

**Matheus Ruan Dias Pinheiro<sup>1</sup>**

**Me. Franklin Roosevelt do Ó<sup>2</sup>**

## **Resumo**

Dormentes de concreto são componentes cruciais nas ferrovias, utilizados para sustentar os trilhos e manter o espaçamento correto entre eles, além de transferir e distribuir as cargas dos trens para o lastro. Feitos de concreto armado, esses dormentes se destacam pela alta resistência e durabilidade, superando os feitos de madeira ou aço em termos de vida útil. Eles são menos suscetíveis a intempéries, pragas e degradação química, resultando em menor necessidade de manutenção ao longo do tempo e, conseqüentemente (EAD, 2020) em custos operacionais mais baixos. Frisando também sua sustentabilidade, sem o uso de madeira e baixa necessidade de manutenção. Chega-se a uma conclusão que dormentes de concreto são uma opção eficiente e duradoura para diversas aplicações ferroviárias, oferecendo benefícios significativos em termos de resistência, durabilidade e sustentabilidade. Este artigo conta com o objetivo de mostrar a utilização dos dormentes de concreto no setor ferroviário, apresentando suas vantagens e desvantagens, fabricação e instalação. A metodologia utilizada nessa pesquisa foi de forma descritiva, com base em pesquisas na internet, artigos, pesquisas em sites, livros e manuais de empresas ferroviárias.

**Palavras-Chave:** Dormente. Concreto. Ferrovia.

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Edufor São Luís. E-mail: matheus.ruan.dias.pinheiro@alunoedufor.com.br

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Elétrica. E-mail: [franklin.doo@edufor.edu.br](mailto:franklin.doo@edufor.edu.br)

### **Abstract**

Concrete sleepers are crucial components in railways, used to support the rails and maintain the correct spacing between them, in addition to transferring and distributing the loads of the trains to the ballast. Made of reinforced concrete, these sleepers stand out for their high strength and durability, surpassing those made of wood or steel in terms of service life. They are less susceptible to weather, pests and chemical degradation, resulting in less need for maintenance over time and, consequently, lower operating costs. Also highlighting their sustainability, without the use of wood and low need for maintenance. It is concluded that concrete sleepers are an efficient and long-lasting option for several railway applications, offering significant benefits in terms of strength, durability and sustainability. This article aims to show the use of concrete sleepers in the railway sector, presenting their advantages and disadvantages, manufacturing and installation. The methodology used in this research was descriptive, based on internet research, articles, research on websites, books and manuals of railway companies.

**Keywords:** Dormant. Concrete. Railway.

## 1. Introdução

Os dormentes ferroviários são peças colocadas transversalmente sobre o lastro para apoiar os trilhos. O principal papel do dormente é transmitir a carga dos veículos ferroviários e as tensões geradas pelo ambiente (clima) para o lastro (VALE, 2016).

Com o aumento do desmatamento e a necessidade de reflorestamento, optou-se por uma iniciativa mais viável para o setor ferroviário, que são os dormentes de concreto. Como principais objetivos, diminuir o desmatamento, diminuir as manutenções e maior capacidade de carga.

De acordo com (VALE, 2016) atualmente existem vários tipos de dormentes sendo utilizados nas ferrovias, como dormentes de madeira, de concreto, de aço e de polímeros. Cada tipo de dormente tem suas vantagens e desvantagens, sendo que os dormentes de madeira têm seu uso cada vez menor devido à escassez, custo e impactos de ordem ambiental. O dormente de concreto vem ganhando cada vez mais espaço na matriz de dormentes das principais ferrovias mundiais.

O dormente de concreto vem sendo utilizado desde 1884, quando foi registrado como patente pelo francês Mounier, mas foi após a Segunda Guerra Mundial que este ganhou notoriedade devido à escassez de madeira de boa qualidade e desde então, tem se destacado cada vez mais pelas vantagens que apresenta. O uso de dormentes de concreto vem ganhando cada vez mais espaço no setor ferroviário e metroviário brasileiro, representando uma alternativa eficaz e segura (WASAKI, 2020).

Este artigo conta com o objetivo de mostrar a utilização dos dormentes de concreto no setor ferroviário, apresentando suas vantagens e desvantagens, fabricação e instalação.

A metodologia utilizada nessa pesquisa foi de forma descritiva, com base em pesquisas na internet, artigos, pesquisas em sites, livros e manuais de empresas ferroviárias.

## 2. Fundamentação teórica

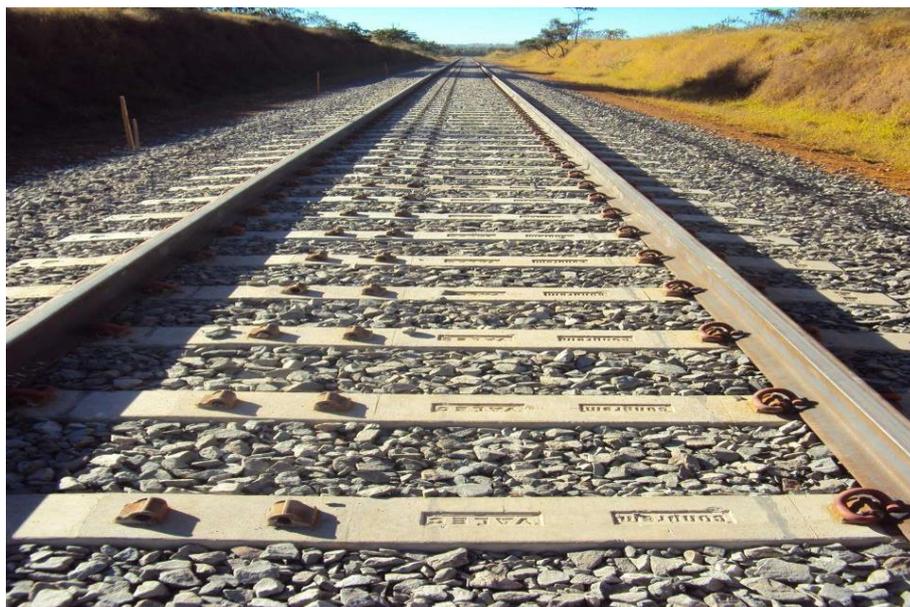
### 2.1 Introdução

De acordo com (VALE, 2016) os dormentes são considerados vigas estáticas que recebem duas cargas concentradas e verticais transmitidas pelos trilhos para o lastro, para que essas cargas venham ser dissipadas no solo, e atuando como meio elástico entre os trilhos e o lastro, absorvendo parte dos impactos e vibrações das cargas em movimento.

Segundo (EAD, 2020) dormentes de concreto, também conhecidos como travessas de concreto, são componentes fundamentais no sistema ferroviário, responsáveis por sustentar e fixar os trilhos no lugar, garantindo a estabilidade e a segurança das operações de trens. Podemos ver exemplos de dormentes na figura 01.

A infraestrutura da via férrea composta pelo lastro, sub lastro e subleito, responsáveis por suportar os trilhos, dormentes e fixações. A principal função da infraestrutura da via é suportar a carga aplicada pelos trens sem sofrer deformações permanentes que possam afetar a geometria da via (LOBATO, 2020).

**Figura 01:** Dormente de concreto monobloco.



Conprem (2019)

## 2.2 Infraestrutura

A infraestrutura da pista é composta por lastro, sublastro e camadas de reforço do subleito e do leito. Esses elementos são fundamentais para sustentar a parte superior da pista, que inclui trilhos, dormentes e fixações. O desempenho da infraestrutura da pista tem um impacto significativo na estabilidade e eficiência da parte superior, bem como na operação dos veículos. A função principal da estrutura da pista é suportar a carga dos trens sem se deformar permanentemente, o que poderia comprometer a geometria da via. Neste contexto, este texto aborda as características de um dos elementos da infraestrutura ferroviária, o lastro. Podemos ver a divisão das camadas de base para receber os dormentes na figura 02 mais abaixo.

### 2.2.1 Sublastro

Segundo (Silva, A. C. 2009) o sublastro é uma camada essencial na estrutura das ferrovias, localizada entre o lastro e o solo de fundação (subleito). Ele desempenha funções críticas para garantir a estabilidade e a durabilidade da via férrea.

Conforme (Ferreira & Soares, 2012) sublastro tem a importante tarefa de absorver os esforços provenientes do lastro e direcioná-los para o leito e subleito, de acordo com sua capacidade de suporte, a fim de evitar o bombeamento de materiais finos do subleito e reduzir a espessura necessária do lastro.

De acordo com (Duarte & Viana, 2015) suas principais funções incluem:

- **Distribuição de Cargas:** O sublastro ajuda a distribuir de forma mais uniforme as cargas transmitidas pelo lastro, minimizando a pressão sobre a plataforma e evitando deformações excessivas.
- **Drenagem:** Atua como uma camada drenante, facilitando a evacuação da água da chuva ou de outras fontes, prevenindo a saturação do solo e mantendo a integridade da estrutura ferroviária.
- **Estabilidade Geotécnica:** Contribui para a estabilidade geotécnica da via, prevenindo o assentamento diferencial e proporcionando uma base estável para o lastro.

- **Proteção Contra Contaminação:** Evita que finos do solo subjacente contaminem o lastro, mantendo suas propriedades de drenagem e suporte

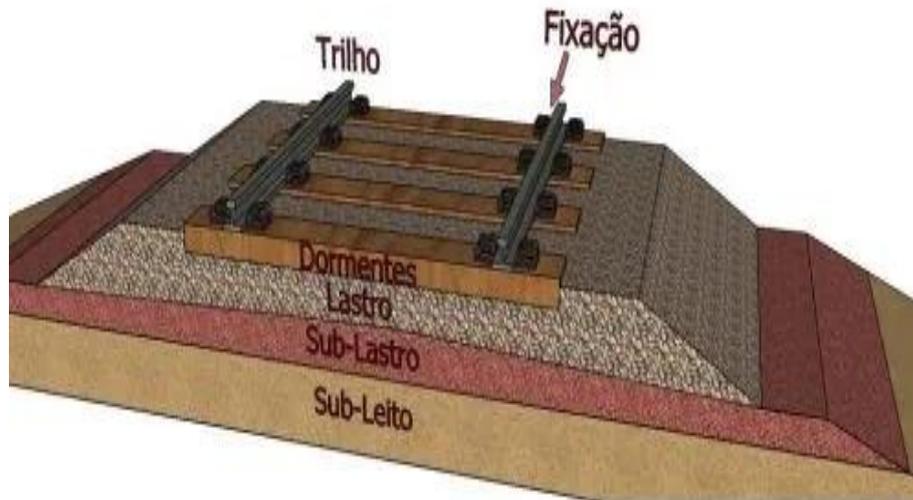
### **2.1.3 Lastro**

O lastro da ferrovia consiste em rocha quebrada e constitui a camada superior da infraestrutura, na qual o dormente é contido e suportado. O material do lastro nas linhas principais é tipicamente rocha quebrada uniformemente classificada, de tamanho grande e forma cúbica. Embora a rocha quebrada seja empregada para diversos fins na engenharia, o lastro ferroviário é exposto a uma combinação específica e severa de carregamentos e condições ambientais. Especificamente, a área superior do lastro, localizada diretamente abaixo do dormente, é a região que deve resistir aos maiores impactos dos carregamentos de tráfego e operações de superfície, resultando em uma deterioração mais rápida nessa região do lastro.

Conforme o (DNIT, 2015) o lastro tem as seguintes funções:

- Distribuir uniformemente os esforços das cargas dos veículos
- Impedir que os dormentes se desloquem
- Formar suporte de forma elástica limitada, diminuindo as trepidações resultantes pela passagem de veículos
- Forma uma superfície uniforme sem irregularidades para os dormentes e os trilhos
- Facilitar a drenagem da superestrutura

**Figura 02:** Separação das camadas da superestrutura e infraestrutura.



Além da inercia (2020)

### **3 Dormente de concreto**

#### **3.1 Fabricação**

Os principais elementos utilizados na produção dos dormentes são o concreto e os fios ou cordoalhas de protensão.

O processo de fabricação inicia-se com a seleção das matérias-primas, que incluem cimento, agregados (areia e brita) e água. O cimento utilizado é geralmente o Portland, devido às suas propriedades de resistência e durabilidade. Os agregados são escolhidos com base na granulometria e na pureza, visando uma mistura homogênea e de alta qualidade (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2013).

De acordo com (NBR 6118, 2014) a norma especifica procedimentos para a execução de obras de concreto, abrangendo desde a preparação e transporte até a cura e controle de qualidade do concreto e das armaduras. Aspectos de segurança são minuciosamente abordados, com a definição de fatores de segurança e critérios de projeto para garantir a estabilidade das estruturas ao longo de sua vida útil. Além disso, a norma trata da durabilidade das construções, incluindo a proteção contra corrosão das armaduras e a resistência a ataques químicos.

De acordo com (VALE, 2016) para produzir dormentes de concreto, é fundamental executar a protensão, um procedimento que eleva a resistência do

dormente. Ao realizar a protensão, o dormente de concreto é submetido à compressão, o que resulta em maior capacidade de resistir a forças de tração, pois é previamente comprimido antes de suportar as cargas necessárias.

Conforme (ABNT, 2013) determinar a dosagem dos materiais é um momento crucial, no qual as proporções ideais de cada elemento são estabelecidas. O intuito é alcançar uma combinação que assegure resistência e longevidade aos dormentes. O processo de mistura ocorre nas betoneiras, onde os elementos são misturados de forma homogênea até atingir a consistência desejada.

Após a mistura, o concreto é despejado em moldes específicos para dormentes (conforme a figura 03), que podem ser pré-moldados ou moldados no local. Os moldes são vibrados para eliminar bolhas de ar e garantir a compactação do concreto. Este processo é crucial para a integridade estrutural dos dormentes (Companhia Brasileira de Trens Urbanos [CBTU], 2010).

**Figura 03:** Formas para dormentes de concreto protendido.



Vollert (2021)

Na produção dos dormentes de concreto, há um processo de verificação de qualidade para avaliar os materiais, a resistência do concreto, as dimensões e resistência do dormente, bem como a posição das fixações.

Os dormentes passam por ensaios de qualidade, onde são verificadas propriedades como resistência à compressão, à flexão e durabilidade. Esses ensaios

são realizados conforme normas técnicas específicas, garantindo que os dormentes atendam aos padrões exigidos para uso em ferrovias (ABNT, 2013).

### 3.2 Aplicação

O processo de instalação envolve várias etapas críticas que garantem a correta fixação dos dormentes, alinhamento dos trilhos e suporte adequado para o transporte de cargas pesadas.

Primeiramente, é imprescindível a correta preparação do leito ferroviário. A superfície deve ser compactada com eficiência e nivelada adequadamente para garantir a instalação uniforme e estável dos dormentes. Esse procedimento tipicamente envolve a limpeza do terreno, a remoção de resíduos e, ocasionalmente, a aplicação de uma camada de lastro, como brita, para otimizar a drenagem e proporcionar suporte extra (FROTA, 2010).

Os dormentes de concreto são então posicionados ao longo da via, respeitando as distâncias e espaçamentos especificados no projeto. É crucial que os dormentes sejam assentados de maneira precisa para evitar problemas de alinhamento que possam comprometer a segurança e a eficiência do transporte ferroviário (Santos & Souza, 2015). A fixação dos trilhos nos dormentes é feita utilizando grampos e placas de fixação, que asseguram a estabilidade lateral e longitudinal dos trilhos (OLIVEIRA, 2018).

Existem várias maneiras de aplicação de dormentes de concreto em plataforma ferroviária, e que podem ser agrupadas como:

- Manual;
- Semi-mecanizada;
- Mecanizada.

Segundo a (VALE, 2016) a maneira manual de aplicação de dormentes de concreto consiste na disponibilização dos dormentes de concreto na plataforma ferroviária, e a partir daí a distribuição e espaçamento dos dormentes é feita

manualmente, geralmente com o uso de alavancas, como podemos observar na figura 04.

**Figura 04:** Aplicação manual de dormentes de concreto.



VALE (2016)

De acordo com (VALE, 2016) essa maneira não é a mais indicada, dada a grande quantidade de esforço necessária para mover esses dormentes, que têm em média 400 kg e cerca de 2,80 m de comprimento, e os potenciais danos que podem ocorrer, além da baixa eficiência. No entanto, é o método que demanda o menor investimento.

A instalação dormente de concreto de forma semi-mecanizada é uma técnica intermediária entre a instalação manual e a totalmente mecanizada. O objetivo é unir eficácia com a diminuição dos gastos operacionais e do tempo necessário para finalizar o trabalho. Essa técnica consiste no emprego de equipamentos e ferramentas específicas para tornar mais fácil manipular e posicionar os dormentes, reduzindo o esforço físico dos trabalhadores e melhorando a precisão da instalação, visto um exemplo na figura 05.

Uma das principais vantagens da implementação semi-mecanizada reside na otimização da eficiência e excelência do trabalho. Com o uso de maquinários como guindastes ou garras hidráulicas, os dormentes de concreto, os quais possuem peso consideravelmente superior aos de madeira, podem ser colocados com maior exatidão e agilidade. Conforme destacado por Noronha (2010), essa abordagem

propicia uma significativa redução no tempo necessário para a instalação, ao mesmo tempo em que aprimora a segurança dos trabalhadores envolvidos.

**Figura 05:** Aplicação semi-mecanizada de dormentes de concreto.



Metrô CTPM (2018)

Já a aplicação mecanizada de dormentes de concreto é realizada com grandes equipamentos para a movimentação e aplicação dos dormentes na plataforma. Estes equipamentos têm capacidade de fazer grandes deslocamentos para a movimentação de dormentes. (Exemplo a seguir nas figuras 06 e 07)

A mecanização na colocação de dormentes de concreto traz um aumento considerável na eficiência operacional. Diversos estudos evidenciam que o uso de máquinas especializadas pode reduzir em até 50% o tempo de substituição em comparação com os métodos convencionais (Silva et al., 2018). Tal ganho de eficiência desempenha um papel crucial na redução das interrupções nos serviços ferroviários.

A utilização de equipamentos mecanizados também contribui para elevar a segurança no local de trabalho, diminuindo a necessidade de intervenção manual em atividades pesadas e arriscadas (Gomes & Andrade, 2020). As máquinas são desenvolvidas para operar com precisão, o que reduz os riscos de acidentes e ferimentos.

Apesar das vantagens mencionadas, a implementação da mecanização na instalação de dormentes de concreto enfrenta desafios. O custo inicial dos equipamentos é considerável, exigindo um investimento elevado. Além disso, a

manutenção dessas máquinas requer profissionais qualificados e peças de reposição disponíveis.

**Figura 06:** Aplicação mecanizada de dormentes de concreto na ferrovia transnordestina.



Flickr (2014)

**Figura 07:** Equipamento retirando os dormentes do vagão para aplicação.



Flickr (2014)

### 3.3 Vantagens dos dormentes de concreto

Os dormentes de concreto apresentam inúmeras vantagens em relação aos tradicionais dormentes de madeira, particularmente no contexto brasileiro. Primeiramente, a durabilidade dos dormentes de concreto é notável, podendo chegar

a cinco décadas, ao passo que os dormentes de madeira normalmente duram entre uma década e duas em razão das condições climáticas tropicais e subtropicais do Brasil (Santos & Almeida, 2007). Essa longevidade gera uma redução significativa nos custos de manutenção e substituição ao longo do tempo.

Outra vantagem é a maior resistência dos dormentes de concreto a ataques biológicos, tais como fungos e cupins, que são comuns no Brasil devido ao clima quente e úmido (Franco & Oliveira, 2004). Além disso, os dormentes de concreto oferecem melhor estabilidade à malha ferroviária, mantendo a bitola dos trilhos uniforme e estável ao longo dos anos.

Outro benefício é a capacidade de manter a bitola dos trilhos com maior precisão. A rigidez dos dormentes de concreto ajuda a distribuir melhor as cargas aplicadas pelos trens, resultando em menor deformação e manutenção de uma geometria de via mais estável (Zakeri & Rezvani, 2011). Isso é crucial para operações de alta velocidade e para o transporte de cargas pesadas, onde a segurança e a eficiência operacional são prioritárias.

Listando alguns de seus benéficos, estão em destaque:

➤ **Durabilidade:**

- Alta resistência a condições climáticas adversas e desgaste mecânico.
- Vida útil superior a 40 anos, reduzindo a necessidade de substituições frequentes.

➤ **Manutenção Reduzida:**

- Menor necessidade de manutenção comparada aos dormentes de madeira, que sofrem degradação mais rápida devido à umidade e pragas.

➤ **Estabilidade:**

- Proporcionam melhor fixação e alinhamento dos trilhos, aumentando a segurança operacional.
- Reduzem a deformação da via, melhorando a qualidade da viagem e diminuindo o desgaste dos trilhos e rodas dos trens.

➤ **Sustentabilidade:**

- Produzidos com materiais recicláveis e não exigem tratamento com substâncias químicas conservantes como os dormentes de madeira.
- Reduzem o uso de madeira, diminuindo o desmatamento.

### **3.4 Desafios e desvantagens da utilização dos dormentes de concreto**

Apesar dos benefícios, a implementação de dormentes de concreto apresenta alguns desafios. O custo inicial de fabricação e instalação é mais elevado em comparação com os dormentes de madeira (Esveld, 2001). No entanto, este custo tende a ser compensado ao longo do tempo devido à menor necessidade de manutenção e substituição. Outro desafio é o peso dos dormentes de concreto, que pode dificultar a instalação em terrenos difíceis e em linhas ferroviárias existentes, exigindo o uso de equipamentos especializados.

Além disso, os dormentes de concreto podem ser suscetíveis a fissuração sob condições de carga cíclica intensa e variações térmicas, especialmente em climas extremos (Bonnett, 2005). A pesquisa e o desenvolvimento contínuo de novas formulações de concreto e técnicas de reforço visam mitigar esses problemas, aumentando a resiliência e a vida útil dos dormentes (KERR, 2003).

Embora seja bom, colocar travessas de concreto pode ser um pouco complicado. A primeira vez que é feita a montagem dessas travessas é mais caro que as de madeira (Esveld, 2001). Na verdade, é mais barato ao longo prazo porque não precisa gastar tanto para consertá-lo ou substituí-lo. Mais um problema é que os dormentes de concreto são pesados, por isso são difíceis de colocar em locais onde o solo não é plano ou onde já existe uma linha férrea, e para isso são necessárias ferramentas especiais. Além disso, travessas de concreto podem rachar facilmente quando estão sob muito estresse e quando a temperatura varia muito, principalmente em locais muito quentes ou muito frios (Bonnett, 2005). Assim continua-se trabalhando em novas maneiras de tornar o concreto mais resistente e aumentar sua durabilidade,

encontrando maneiras melhores de misturá-lo e adicionar materiais a ele (KERR, 2003).

Segundo as informações acima podemos listar algumas de suas desvantagens:

➤ **Custo Inicial:**

- Custo de fabricação e instalação inicial mais elevado comparado aos dormentes de madeira.

➤ **Peso:**

- Maior peso implica em desafios logísticos e necessidade de equipamentos mais robustos para manuseio e instalação.

➤ **Rigidez:**

- A maior rigidez pode levar a impactos mais severos na infraestrutura ferroviária e nos materiais rodantes, requerendo soluções adicionais para absorção de impactos.

➤ **Maiores danos e destruição em caso de descarrilamentos.**

- Em caso de descarrilamentos a destruição pode trazer um grande prejuízo. (Conforme a figura 08)

**Figura 08:** Danos causados por um descarrilamento.



Vale do Rio Doce (2016)

#### 4 Conclusões

Podemos então concluir que os dormentes de concreto são peças fundamentais na estrutura das ferrovias, tendo uma função essencial na sustentação dos trilhos e na distribuição das cargas provenientes do movimento dos trens. Optar pelo concreto como material para os dormentes traz diversas vantagens em comparação com outras opções, como madeira ou aço, graças à sua durabilidade, resistência e baixa necessidade de manutenção.

Os dormentes de concreto apresentam uma durabilidade substancialmente maior em comparação aos de madeira, os quais são vulneráveis à deterioração devido a fatores ambientais e biológicos. A capacidade do concreto de resistir à umidade, pragas e incêndios contribui para promover uma infraestrutura ferroviária mais segura e confiável.

Além disso, os dormentes de concreto oferecem uma maior estabilidade aos trilhos, já que sua maior rigidez auxilia na manutenção do alinhamento correto dos

trilhos, o que por sua vez reduz o desgaste e a necessidade de manutenção frequente. Essa condição também aprimora o conforto e a segurança das operações ferroviárias.

Além disso, os dormentes de concreto têm a possibilidade de ser fabricados utilizando materiais reciclados e técnicas de fabricação mais eficazes, o que auxilia na diminuição das emissões de carbono. A fabricação desses dormentes pode incluir a utilização de resíduos industriais, como cinzas volantes e escórias, fomentando a prática da reciclagem e reduzindo a necessidade de explorar recursos naturais não renováveis.

Apesar de vários benefícios, temos também suas desvantagens, como principal delas o custo inicial, que pode se tornar extremamente difícil para projetos ferroviários com baixo orçamento. Outro fator negativo é o seu peso elevado, necessitando o uso de maquinários mais robustos para manuseio.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013). **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.**

DNIT. (2015). **Projeto de superestrutura de via permanente - lastro e sublastro.**

DUARTE, E. S. & Viana, M. M. (2015). **Engenharia Ferroviária. São Paulo: Oficina de Textos.**

EAD, P. (2020). *ARQUITETURA ONLINE.* Fonte: PORTAL EAD: <https://arquiteturaonline.com.br/glossario/o-que-e-dormente-peca-de-madeira-ou-concreto-para-fixacao-de-trilhos/>

FERREIRA, M. A. (2010). **Análise do Comportamento de Dormentes de Concreto Armado em Ferrovias.** Revista Engenharia de Transportes.

FERREIRA, R. A., & Soares, J. M. (2012). **Manual de Construção e Manutenção de Ferrovias.** São Paulo: Pini.

FRANCO, E. A., & Oliveira, J. P. (2004). **Durabilidade de Dormentes de Concreto em Ambientes Tropicais.** Congresso Brasileiro de Engenharia de Materiais.

FROTA, J. R. (2010). **Manutenção de Vias Férreas.** São Paulo: Editora Engenharia.

[https://c1.staticflickr.com/9/8142/7007185518\\_008bb2e6d0\\_b.jpg](https://c1.staticflickr.com/9/8142/7007185518_008bb2e6d0_b.jpg)

[https://conprem.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Ferrovia-Norte-Sul-min\\_Easy-Resize.com .jpg](https://conprem.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Ferrovia-Norte-Sul-min_Easy-Resize.com .jpg)

<https://www.flickr.com/photos/pacgov/7153277127/in/photostream/>

<https://i0.wp.com/alemdainercia.com/wp-content/uploads/2018/07/sub2.jpg?resize=498%2C209&ssl=1>

<https://www.metrocptm.com.br/wp-content/uploads/2017/11/linha-13-nov17-04.jpg>

[https://www.vollert.de/fileadmin/Vollert-Dateiliste/1\\_Prodktbereiche/1\\_L%C3%B6sungen\\_f%C3%BCr\\_die\\_Betonfertigteilproduktion/5\\_Betonschwellen-Produktion/Produktslder\\_Schwellen-Produktionsanlage\\_02.jpg](https://www.vollert.de/fileadmin/Vollert-Dateiliste/1_Prodktbereiche/1_L%C3%B6sungen_f%C3%BCr_die_Betonfertigteilproduktion/5_Betonschwellen-Produktion/Produktslder_Schwellen-Produktionsanlage_02.jpg)

LIMA, L. P., & Cardoso, R. (2018). **Inovações em Materiais de Construção para Infraestrutura Ferroviária.** Revista de Engenharia Civil.

LOBATO, P. (29 de 10 de 2020). BRFERROVIA. Fonte: BRFERROVIA ENGENHARIA FERROVIARIA: <https://www.brferrovia.com.br/post/o-lastro-ferrovi%C3%A1rio>

- MEDEIROS, J. P., & Assis, A. M. (2008). **Estabilidade de Vias Férreas com Dormentes de Concreto**. Revista Transporte e Logística.
- NOGUEIRA, R. C. (2011). **Custos de Implantação e Manutenção de Dormentes de Concreto vs. Madeira em Ferrovias Brasileiras**. Engenharia Econômica.
- OLIVEIRA, L. S., et al. (2019). **Sustentabilidade na Produção de Dormentes de Concreto com Materiais Reciclados**. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental.
- RAILWAY TECHNOLOGY. (2010). **Concrete Sleepers: Why and How They Matter**.
- SANTOS, E. M., & Almeida, P. R. (2007). **Comparação de Desempenho de Dormentes de Concreto e Madeira em Linhas Férreas Brasileiras**. Congresso Nacional de Engenharia Ferroviária.
- SILVA, A. C. (2009). **Infraestrutura Ferroviária: Projeto e Construção**. Rio de Janeiro: Interciência.
- SILVA, A. R., & Lopes, G. P. (2015). **Logística de Transporte e Instalação de Dormentes de Concreto**. Revista de Logística e Transporte.
- SILVA, R. (2012). **Equipamentos para Instalação Semi-Mecanizada de Dormentes**. Revista de Engenharia e Construção.
- VALE. (2016). **Manual de Dormentes de Concreto da Estrada de Ferro Carajás**.
- WASAKI. (2020). Fonte: WASAKI ENGENHARIA: <https://wasaki.com.br/qual-a-finalidade-do-dormente-de-concreto/>