

Prof. Dr. Edson de Moura

---

1. Sem 2025

## MECÂNICA DOS SOLOS

Processo construtivo /  
Materiais / Equipamentos

1

### Equipamentos e tipos de compactação de camadas de:

- reforço do subleito,
- sub-base e
- base

2

Equipamentos / compactação

**Estáticos** - cilindro liso (chapa sem vibração)



Atuam na superfície da camada com pressões estáticas de diferentes magnitudes. A eficiência da densificação é função do peso próprio do rolo.

3

Equipamentos / compactação

**Estáticos** - cilindro liso (chapa sem vibração)

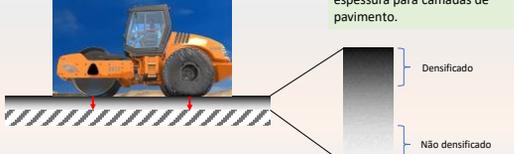


Rolo com cilindro chapa no eixo dianteiro e pneus no eixo traseiro (pneu/chapa), para materiais que apresentam baixa coesão superficial, o atrito pneu/superfície, propicia uma maior dirigibilidade do rolo, inclusive atuam em rampas acentuadas.

4

Equipamentos / compactação

**Estáticos**



**IMPORTANTE** – Essa eficiência é função da espessura da camada. Normalmente, tem-se praticado, compactação com espessuras de até 15 cm de espessura para camadas de pavimento.

Dependendo do tipo material e por conseguinte a camada a ser compactada, deve-se utilizar energias de densificação elevadas. Por exemplo, camada de base utiliza-se energia modificada, logo, esse tipo de densificação não é recomendada!

5

Equipamentos / compactação

**Impacto** - rolo pé de carneiro (sem vibração)

**Processo de densificação de baixo pra cima**



A "pata" do rolo, penetra na superfície e atinge a parte inferior da camada e propicia a densificação de baixo pra cima.

6

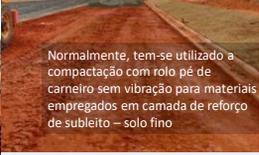
Equipamentos / compactação

**Impacto - rolo pé de carneiro (sem vibração)**

Emprega-se esse tipo de rolo na compactação de materiais coesivos, materiais com predominância de finos (silte e argila).



Normalmente, tem-se utilizado a compactação com rolo pé de carneiro sem vibração para materiais empregados em camada de reforço de subleito – solo fino

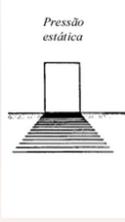



Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

7

Equipamentos / compactação

*Pressão estática*



Solos granulares – camadas inferiores: reforço do subleito e sub-base (dependendo do tráfego) EN

*Impacto*



Materiais finos coesivos – camadas de sub-base base (dependendo do tráfego) EN e EI

*Vibração*



Materiais essencialmente, granulares – camadas de sub-base base – locais onde se deseja elevada densificação EM

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

8

Equipamentos / compactação

**Vibratórios - princípio de funcionamento da vibração patenteado pela Caterpillar**



1. Alinhamento do Peso em Formato de Disco  
2. Peso Excentrico/Inclinado  
3. Rolamento Rotacionável  
4. Suporte de Isolamento

**COMO FUNCIONA UM PESO EXCÊNTRICO ...**

1. O peso excêntrico causa oscilações do eixo granular.
2. As oscilações de movimento fazem com que ocorra a transferência de energia.
3. A distribuição irregular do peso ocasiona a maior energia.

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

9

Equipamentos / compactação

**Vibratórios**



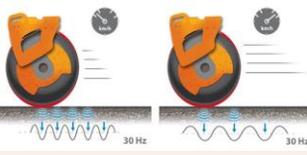
- Sucessão rápida de impactos contra a superfície do solo e cada impacto produz uma onda de pressão.
- Controlam-se nesses tipos de rolos compactadores a frequência e amplitude do excêntrico do cilindro que proporciona o impacto desse sobre o solo, além da velocidade de deslocamento do rolo.

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

10

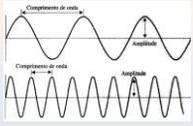
Equipamentos / compactação

**Vibratórios**



• Alteração na frequência implica em quantos impactos ocorrerá por segundo

• O aumento da energia que cada impacto provoca na superfície é diretamente proporcional ao acréscimo da amplitude.



Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

11

Equipamentos / compactação

**Vibratórios: pé de carneiro ou chapa**



Os rolos vibratórios têm uma zona de influência muito superior aos equipamentos, denominados de estáticos de compactação, razão pela qual, pode-se compactar camadas com espessuras maiores.

Roos vibratórios pé-de-carneiro são equipamentos de grande desempenho principalmente na densificação de materiais coesivos (silte e argila). A compactação se dá de baixo para cima e devido às dimensões das sapatas que podem atingir energias de compactação na ordem de 1.000 kPa a 3.000 kPa (10 a 30 kgf/cm<sup>2</sup>), o que justifica o emprego desses tipos de equipamentos na compactação de solo finos em camadas de pavimento

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

12

Equipamentos / compactação

**Vibratórios – solos arenosos com presença de material fino que ofereça um certo nível de COESÃO**

- A vibração associada às "ponta chata das patas" do rolo pé de carneiro, induz uma onda na camada fazendo com o solo (coesão) densifique e mantenha-se nesse estado!

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

13

Equipamentos / compactação

**Vibratórios – material granular**

- A vibração do rolo chapa propicia o entrosamento das partículas do material granular

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

14

Equipamentos / compactação

**Vibratório**

Camada

- A utilização única e exclusiva
- a) aumento
- b) obtenção sobrecoost

os, deve-se, nada

Tem-se utilizado esse tipo de equipamentos quando da necessidade de densificar materiais próximos a pilares de pontes ou edificações que não permite o uso de vibração. O rolo de pneu permite, através da regulagem da pressão, alterar a área de contato entre os pneus e a camada.

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

15

Equipamentos / compactação / revestimento asfáltico

Sequência de compactação recomendada

Pressão menor  
Cerca de 80 a 90 lbs

Pressão alta  
Cerca de 120 lbs

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

16

Equipamentos / compactação / revestimento asfáltico

Sequência de compactação recomendada

Qual o número de passadas (fechas) em cada tipo de rolo?

Chapa não vibrando / rolo de pneu com pressão alta e pressão baixa e chapa vibrando, quantas fechas?

Pergunta do milhão!

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

17

Equipamentos / compactação / revestimento asfáltico

Pra se determinar, a sequência de rolagem e número de passadas com cada tipo de rolo,

Torna-se necessário a construção de um trecho experimental

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

18

Equipamentos / compactação / revestimento asfáltico

### Com o trecho experimental

Além da sequência de rolagem e número de passadas com cada tipo de rolo, tem-se tb a determinação:

- Espessura da camada solta
- Verificação da massa específica ap. seca e atestar o procedimento de rolagem!
- Eventuais problemas quanto aos equipamentos: vibro acabadora, rolos de pneus, rolo chapa, etc.

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

19

### Equipamento - especificação

**DYNAPAC CA25D ROLOS DE UM CILINDRO PARA SOLOS**



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
<b>Pesos</b>	
Peso operacional incl. ROPS (máx.)	10.400 kg
Peso operacional (incl. Cab)	10.500 kg
Peso operacional (incl. capota)	10.300 kg
Peso do módulo dianteiro (incl. Cab)	5600/5500
Peso operacional (máx.)	12.000 kg
<b>Tração</b>	
Velocidade	0- 8 km/h (DS)
Medida dos pneus (10 lonas)	23,1 x 36
Oscilação vertical	±9°
Subida de rampa (com vibração)	47%
Subida de rampa (sem vibração)	65%
<b>Compactação</b>	
Largura de compactação	2.130 mm
Carga estática linear	26 kg/cm
Amplitude nominal (alta/baixa)	1,8/0,9 mm
Frequência de vibração (alta/baixa)	33/33 Hz
Força centrífuga (alta/baixa amplitude)	250/223 kN

**REGISTRA-SE:** Carga de 5600 kg, para uma frequência de 33 Hz e amplitude de 1,8 mm, proporciona uma FORÇA CENTRÍFUGA DE 250 kN = 25 t

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

20

### Equipamento - especificação

**COMPACTADORES CC34B - Caterpillar**



<b>PESOS</b>	
Peso Operacional	3378 kg
Peso Máximo no Tambor Frontal	1803 kg
Peso Máximo nas Rodas Traseiras	1575 kg
Peso Máximo no Tambor Traseiro	1427 kg
<b>ESPECIFICAÇÕES DE OPERAÇÃO</b>	
Largura de Compactação Padrão	1300 mm
Folga do Meio-Fio	520 mm
Carga Linear Estática	13 kg/cm
<b>SISTEMA VIBRATORIO</b>	
Frequência	55/48 Hz (3.300/2.880)
Força Centrífuga por Tambor - Máxima	31,6 kN
Força Centrífuga por Tambor - Mínima	24,1 kN
Amplitude Nominal - Alta	0,5 mm

**REGISTRA-SE:** Carga de 1803kg, para uma frequência de 55 Hz e amplitude de 0,5 mm, proporciona uma FORÇA CENTRÍFUGA DE 31,6 kN = 3,2 t

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

21

### Compactação de solos

*equipamentos manuais*

Embora sejam equipamentos de operação manual são utilizados em campo. Propiciam a compactação em locais em que os equipamentos de grande porte não têm acesso



Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

22

### Compactação de solos

Conforme demonstra (MASSAD, 2003) na Tabela a associação do tipo de equipamento aos parâmetros de controle, ao modo de compactação e ao tipo de solo

Tipo de equipamento	Solo	Modo de compactar	Parâmetros dos equipamentos			
			e (cm)	N	V (km/h)	Pressão kPa ou kN
Rolo pé-de-carneiro	Argila ou silte	De baixo para cima	20 a 25	8 a 10	± 4	1.000 a 3.000 kPa
Rolo pneumático	Silte, areia com finos	De baixo para cima	30 a 40	4 a 6	4 a 6	500 a 700 kPa
Rolo vibratório	Material granular	Vibração	60 a 100	2 a 4	± 8	50 a 100 kN

Cuidados especiais devem ser tomados quanto ao excesso de energia na compactação. A resistência de materiais finos está intimamente associada a coesão desses, o excesso de compactação para esses tipos de materiais acaba por romper a camada em forma de lâminas, denominadas camada lamelar. Esse processo diminui significativamente a resistência da camada, modificando a resistência equivalente da camada.

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

23

Valeu!

Julho / 2021 Prof. Dr. Edson de Moura

24