



26-28 NOVEMBRO 2019  
CENTRO DE EVENTOS E CONVENÇÕES BRASIL 21  
BRASÍLIA - DF

# PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA – DA CONCEPÇÃO DA MASSA À EXECUÇÃO



JOSE MARIO CORTES CHAVES  
Consultor de pavimentação



# QUALIDADE NA PAVIMENTAÇÃO

**AS MAIORES FALHAS QUE ENCONTRAMOS EM OBRAS ESTÃO EM EQUIPES SEM TREINO E EQUIPAMENTOS INADEQUADOS.**

**CONTROLE DE QUALIDADE SEMPRE  
CUSTA MENOS QUE REFAZER.**



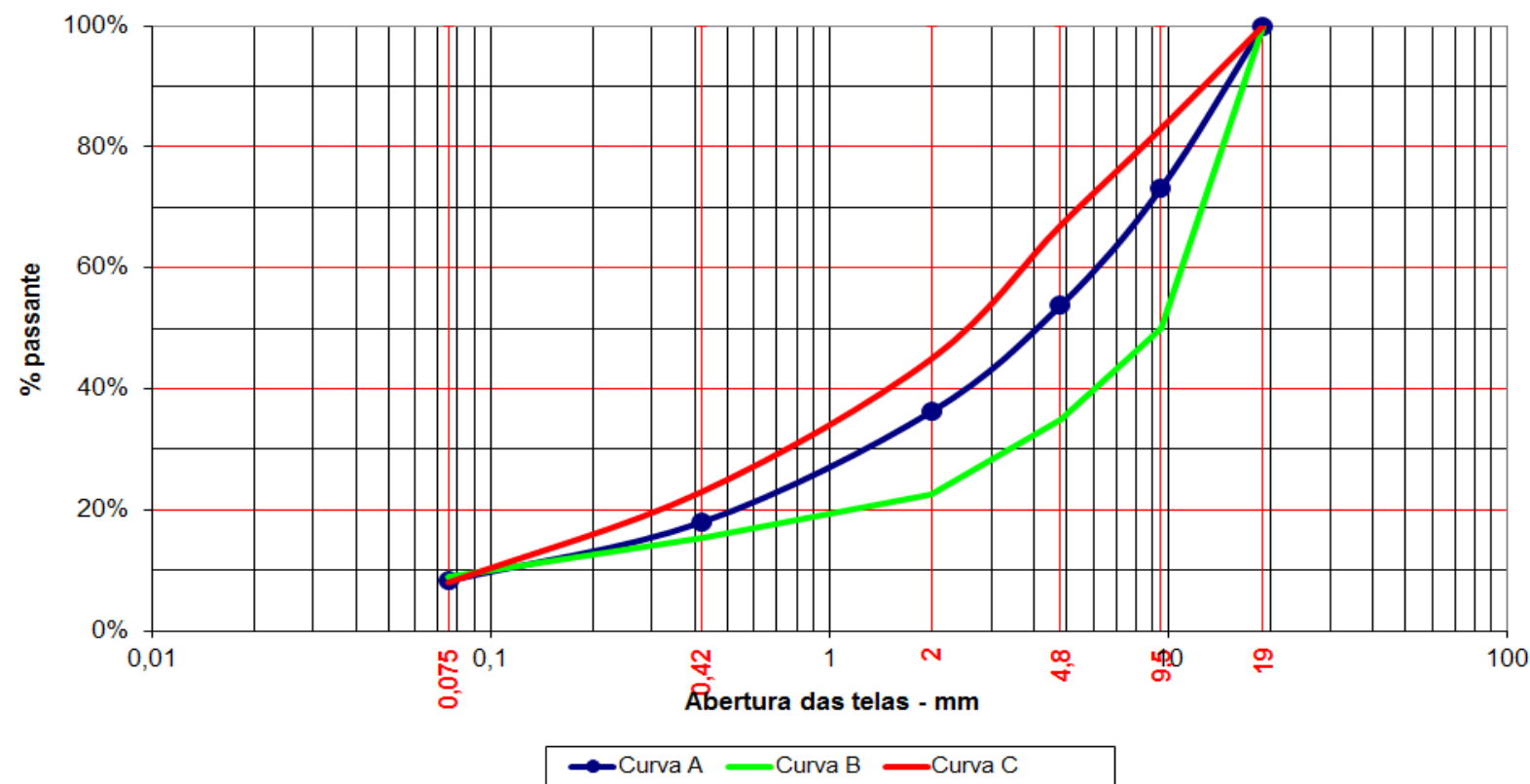
# MISTURAS ASFALTICAS

## CONSIDERAÇÕES SOBRE PROJETO DE MISTURAS BETUMINOSAS



# MISTURAS ASFALTICAS

## EXEMPLO



# ESPECIFICAÇÕES AASHTO

NÃO ADOTA MAIS FAIXAS GRANULOMETRICAS.

ADOTAM 3 PONTOS DE CONTROLE QUE SÃO:

- DIAMETRO MÁXIMO NOMINAL: ATÉ 10% RETIDO,
- PONTO DE CONTROLE INTERMEDIARIO: REFERE-SE À PENEIRA PADRÃO MAIS PRÓXIMA DAQUELE COM RESULTADO IGUAL A 22% DO DIAMETRO MAXIMO NOMINAL,
- PENEIRA 0,075 (#200): REPRESENTA O MATERIAL DE ENCHIMENTO (FILLER) DA MASSA.

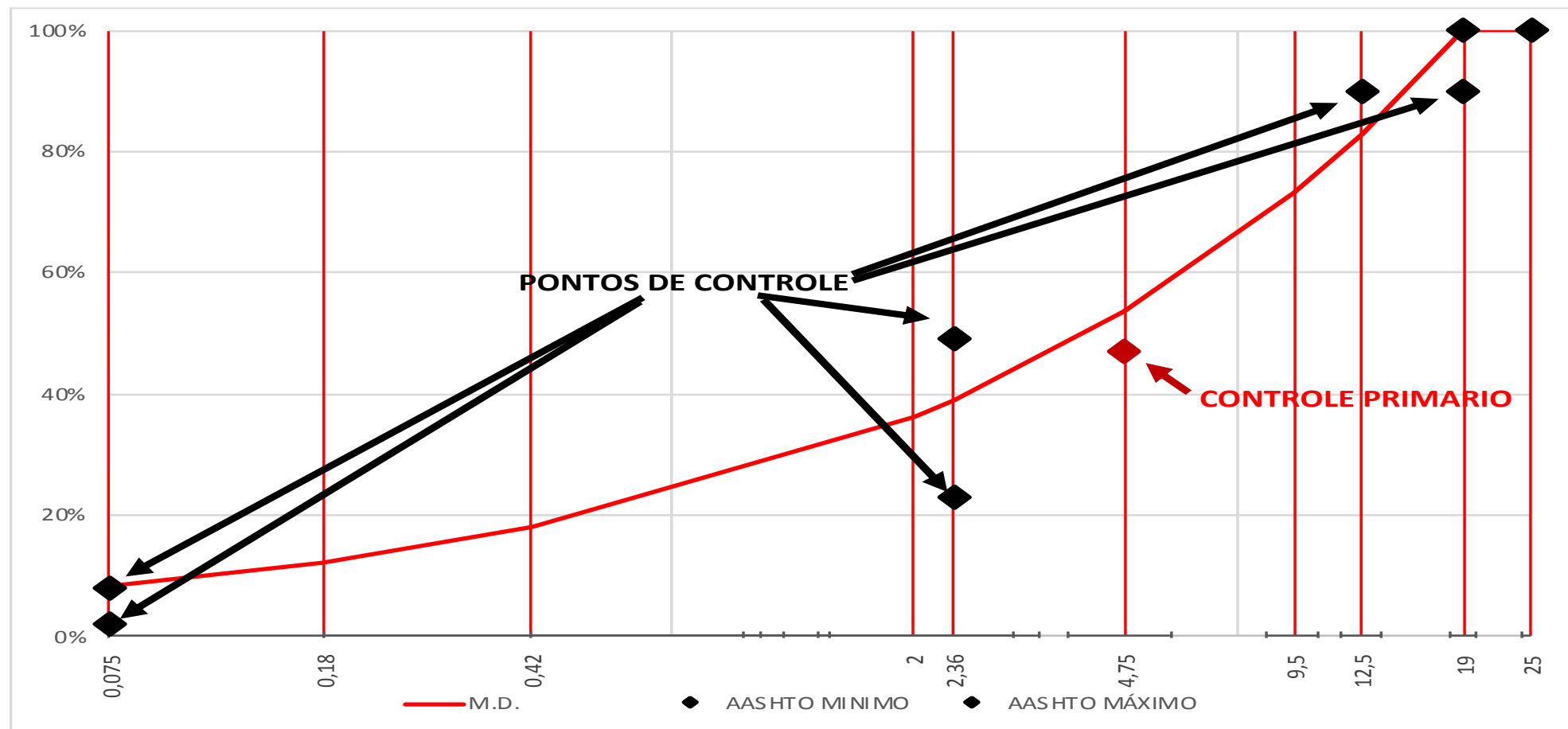
# ESPECIFICAÇÕES AASHTO

- ESSES 3 PONTOS IMPACTAM DIRETAMENTE NOS PARAMETROS DA MASSA, TAIS COMO:
- O MAIS IMPORTANTE É A PORCENTAGEM DE VAZIOS DO AGREGADO MINERAL (%VAM) COMO CALCULADO ATUALMENTE.
- UMA VARIAÇÃO DE 2% NA GRANULOMETRIA NESSA PENEIRA IMPACTA NA PORCENTAGEM DE VAZIOS DA MASSA (%VV) EM 0,5%, ALTERANDO OS PARAMETROS DO PROJETO.

# ESPECIFICAÇÕES AASHTO

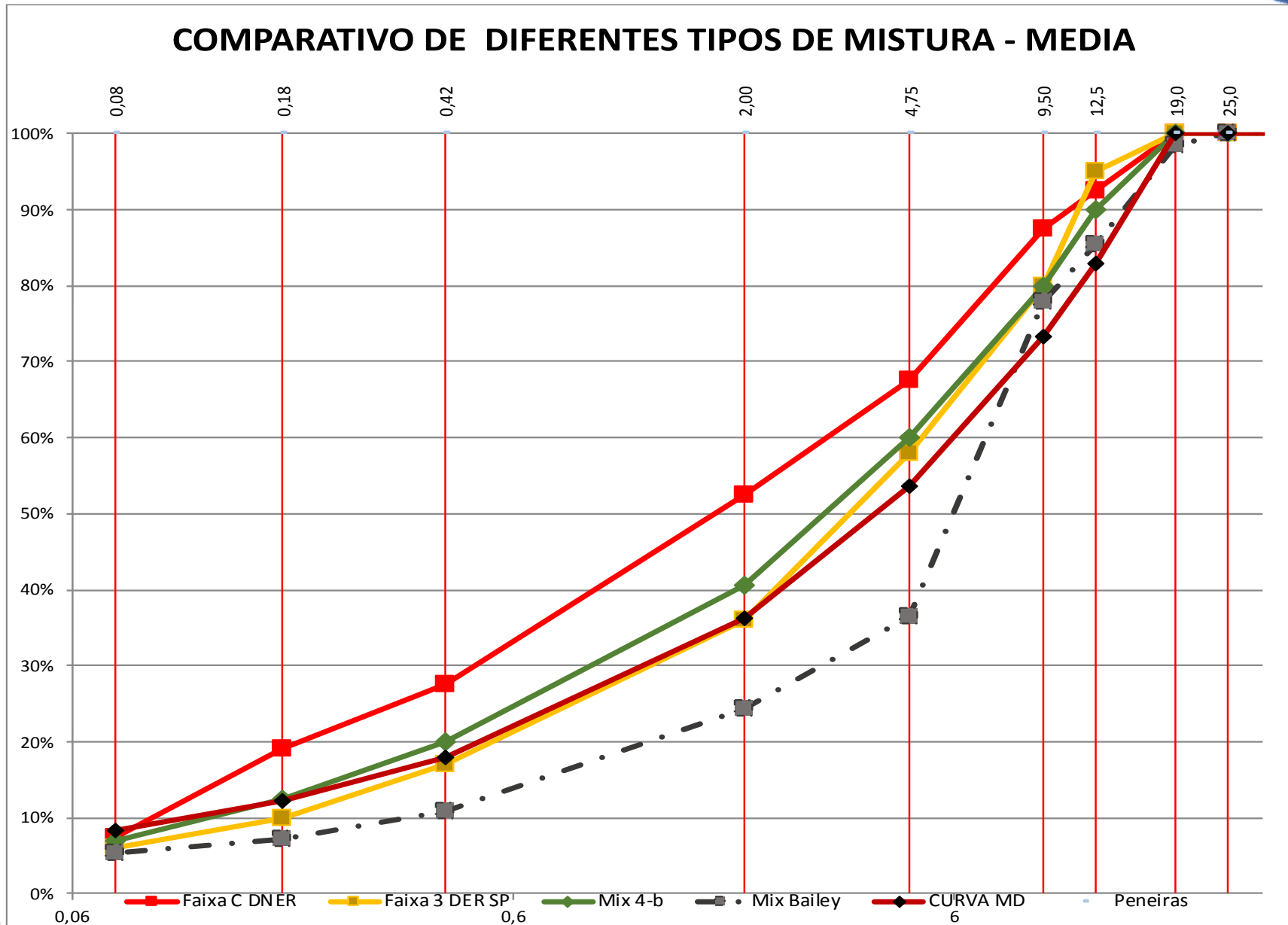
PONTOS DE CONTROLE DA GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS												
TAMANHO DA PENEIRA, mm	DIAMETRO NOMINAL MÁXIMO DOS AGREGADOS - PONTOS DE CONTROLE (% PASSANDO)											
	37,5		25		19		12,5		9,5		4,75	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
50,0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37,5	90	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25,0	-	-	90	100	100	-	-	-	-	-	-	-
19,0	-	-	-	-	90	100	100	-	-	-	-	-
12,5	-	-	-	-	-	-	90	100	100	-	100	-
9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	90	100	95	100
4,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	100
2,36	15	41	19	45	23	49	28	58	32	67	-	-
1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	55
0,075	0	6	1	7	2	8	2	10	2	10	6	13

# ESPECIFICAÇÕES AASHTO – DMN = 19 mm





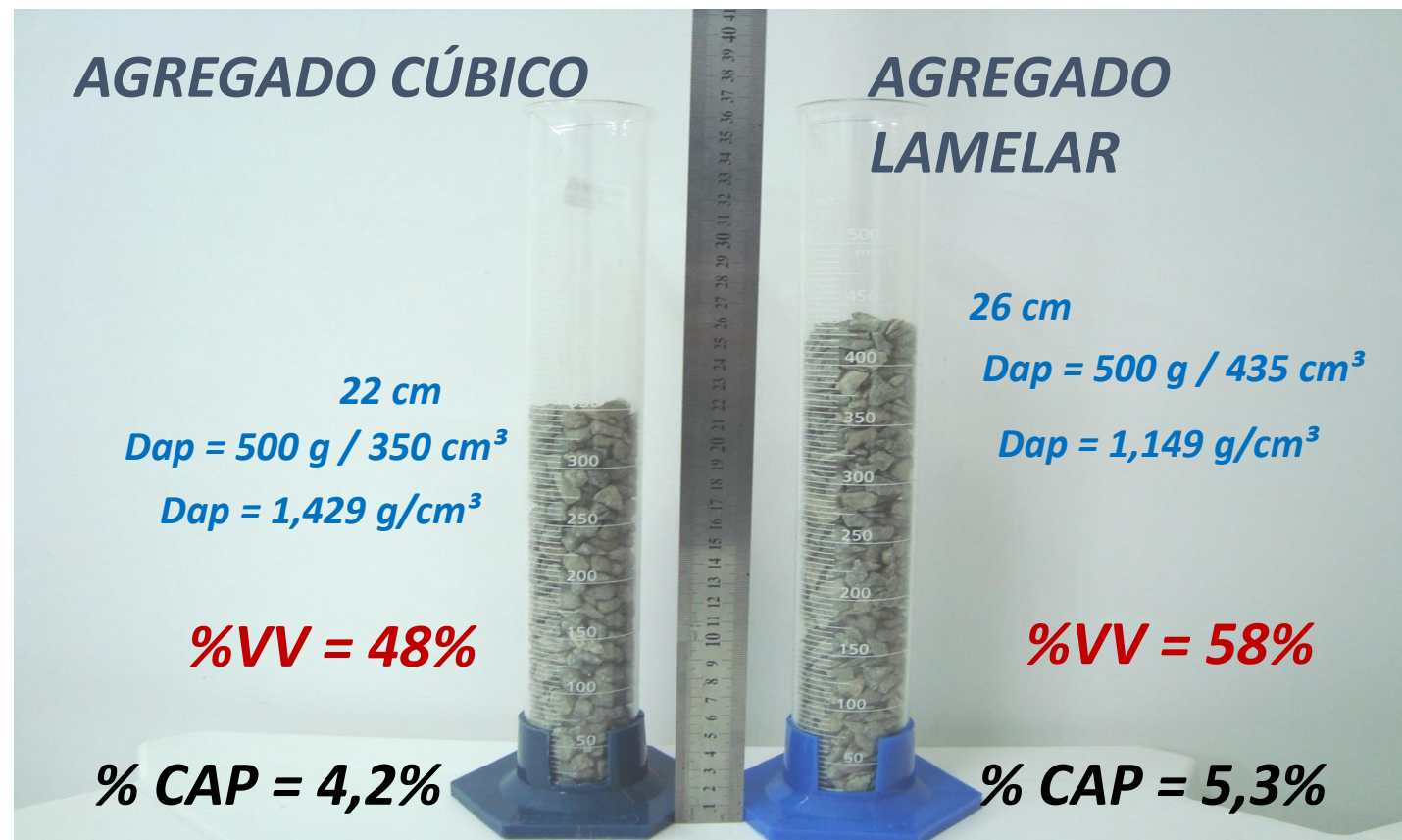
### COMPARATIVO DE DIFERENTES TIPOS DE MISTURA - MEDIA



# IMPORTANCIA DA FORMA DOS AGREGADOS



# IMPORTANCIA DA FORMA DOS AGREGADOS



# *USINAS DE ASFALTO CUIDADOS NA FABRICAÇÃO DE MASSA CALIBRAÇÃO DAS USINAS*

É UM DOS PONTOS MAIS IMPORTANTES NA OPERAÇÃO DE UMA USINA ASFALTO.

SE A USINA NÃO ESTIVER BEM CALIBRADA EM RELAÇÃO AO PROJETO, PROBLEMAS DE CONFORMIDADES IRÃO OCORRER, COM CERTEZA!



# *USINAS DE ASFALTO CUIDADOS NA FABRICAÇÃO DE MASSA CALIBRAÇÃO DAS USINAS*

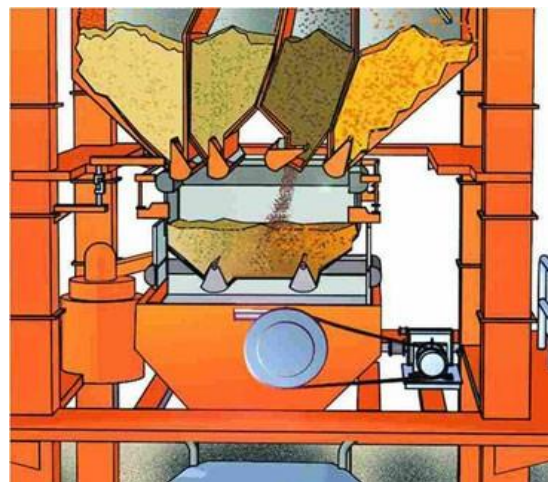
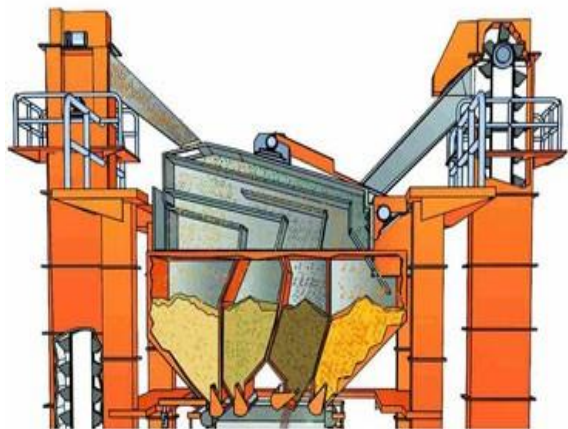
TEMOS 2 TIPOS DE USINAS, PORTANTO 2 TIPOS DE CALIBRAÇÃO LIGEIRAMENTE DIFERENTES.

USINAS GRAVIMETRICAS: CALIBRAMOS OS SILOS FRIOS E AJUSTAMOS OS SILOS QUENTES.

USINAS CONTÍNUAS: CALIBRAMOS SOMENTE OS SILOS FRIOS E CORRIGIMOS A UMIDADE, NAS PESADAS.



USINA GRAVIMETRICA CIBER



MANUAL CIBER

USINA CONTÍNUA ADM - USA



# OPERAÇÃO DAS USINAS GRAVIMÉTRICAS

**VOCÊ DEVE SEMPRE CALIBRAR O SILO FRIO PARA EVITAR  
PROBLEMAS NA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DA MASSA  
ASFALTICA.**



# OPERAÇÃO DAS USINAS CONTÍNUAS

**DEVEM TER UM SISTEMA FECHADO NA INJEÇÃO DE CAP E NA  
DOSAGEM DOS SILOS FRIOS PARA GARANTIR UMA  
UNIFORMIDADE DE PRODUÇÃO.**



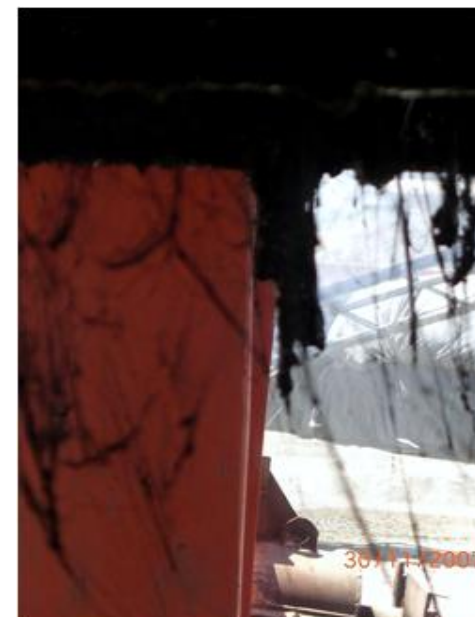
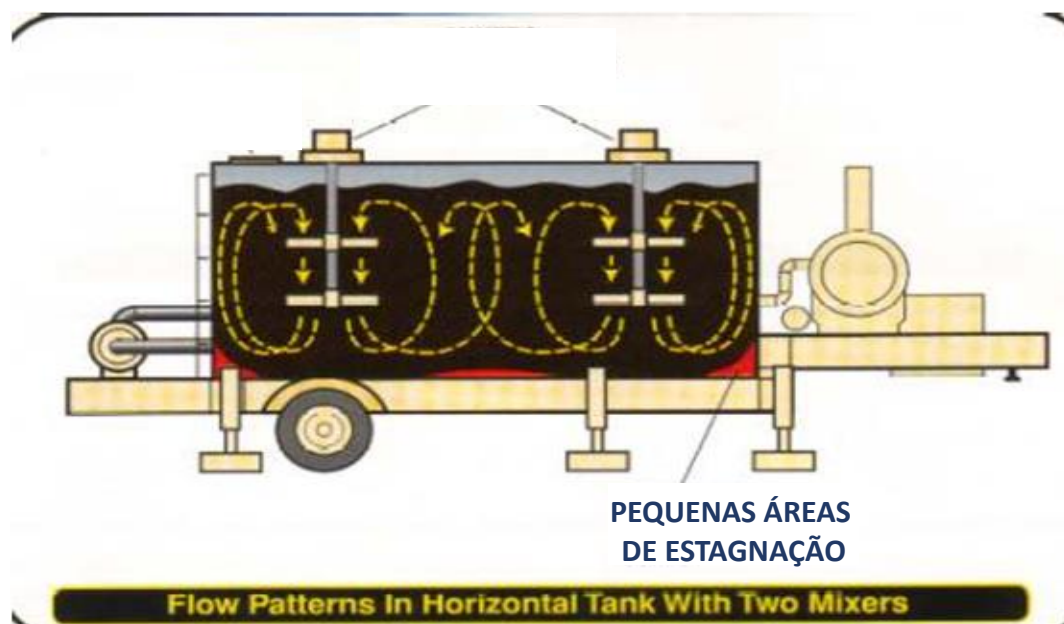
# CONCLUSÃO

CADA TIPO DE USINA TEM PONTOS FORTES E FRACOS.

AS INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO PARA CADA TIPO DEVEM SER SEGUIDAS À RISCA.

O DESCASO COM A OPERAÇÃO DA USINA LEVA A FALHAS QUE COMPROMETEM A QUALIDADE DA MASSA.

# AGITADOR DE CAP NO TANQUE

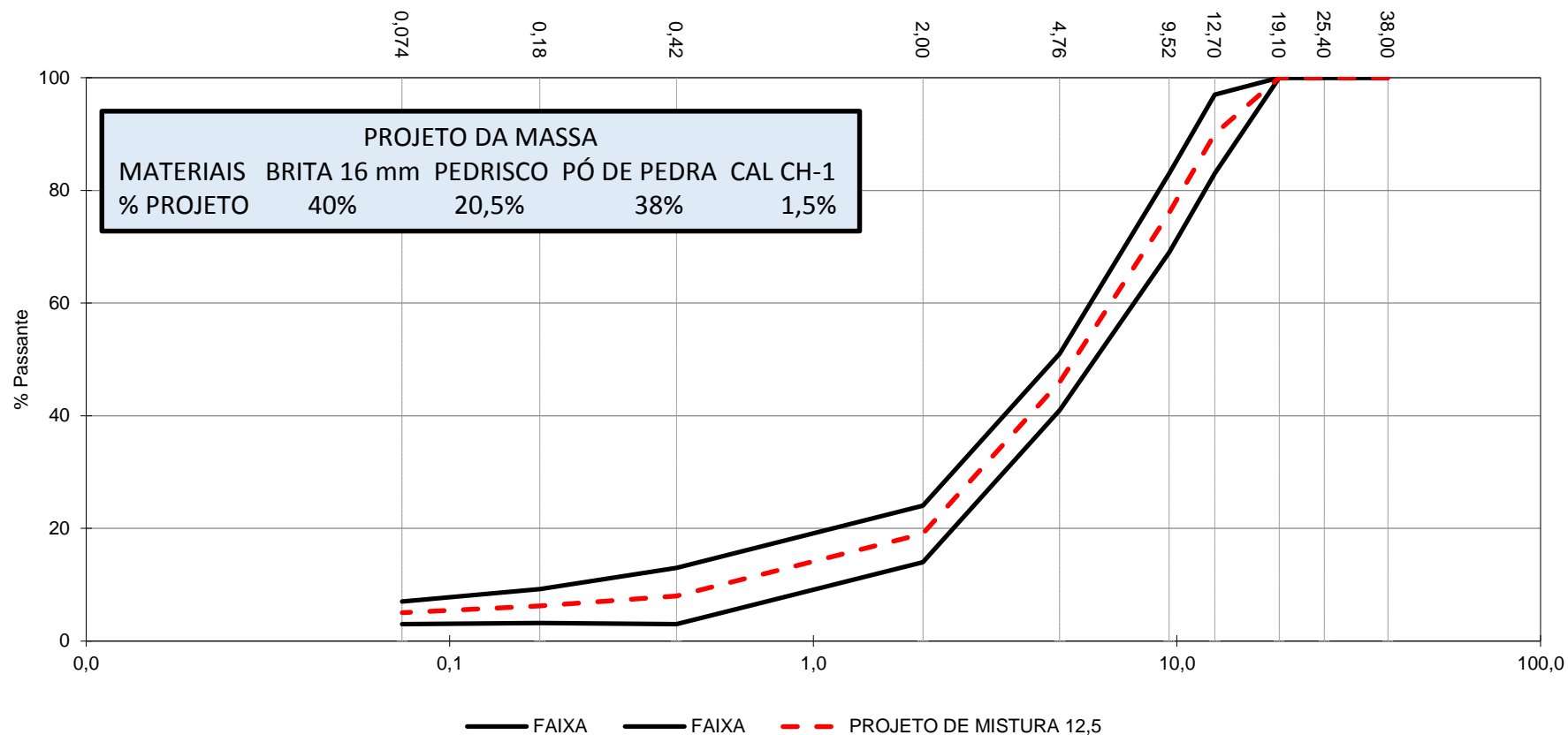


SISTEMA DE AGITAÇÃO PARA COLOCAR EM TANQUES DE ASFALTO USADO PARA ECONOMIZAR ENERGIA

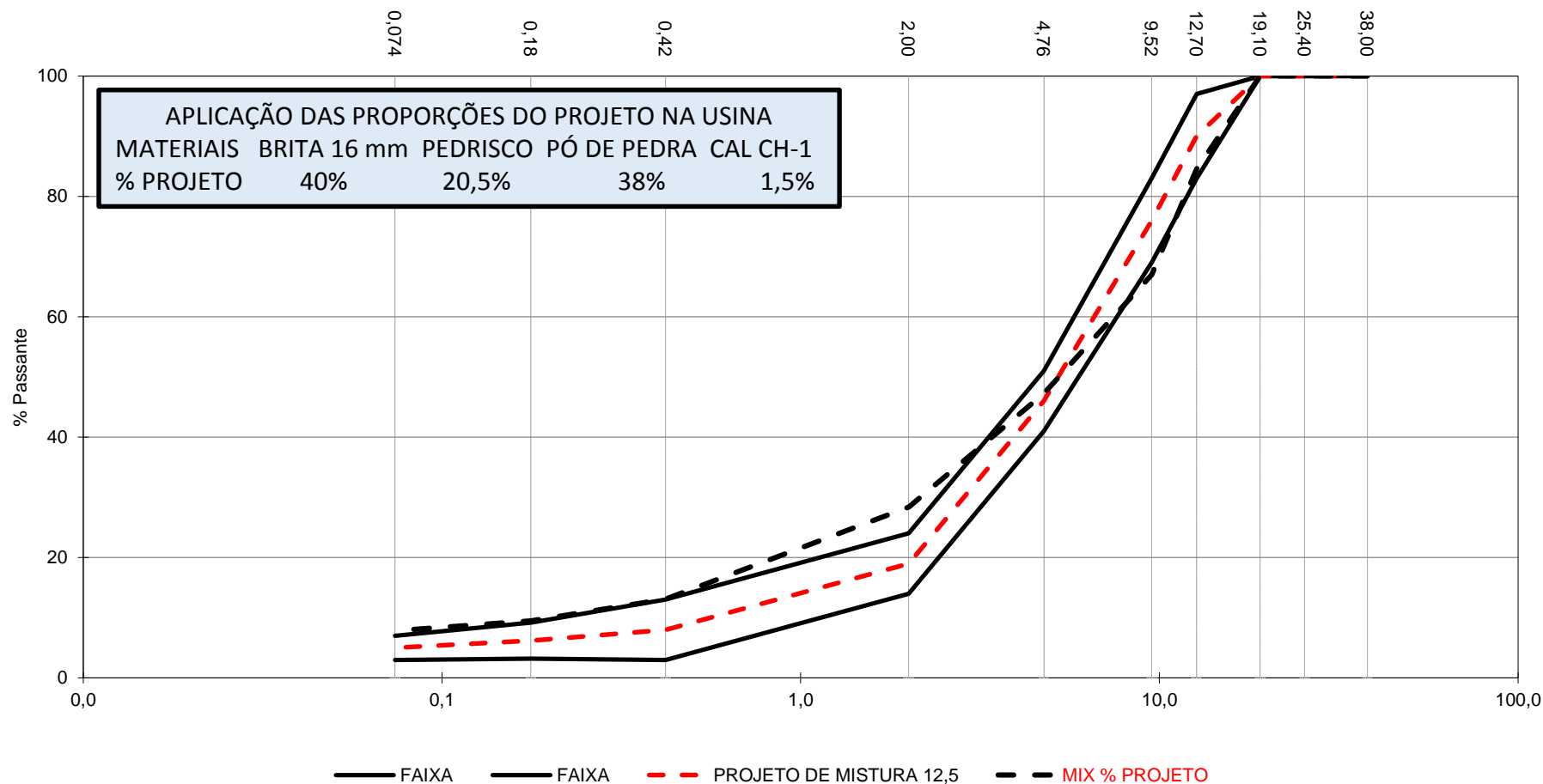
# PROBLEMAS NA USINA

- SEGREGAÇÃO;
- MASSA QUEIMADA  $\Rightarrow$  TEMPERATURA  $> 180$  °C;
- MASSA FRIA  $\Rightarrow$  TEMPERATURA  $< 140$  °C;
- EXCESSO DE ASFALTO  $>$  MASSA BRILHANDO;
- FALTA DE ASFALTO  $\Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow$  MASSA CARIJÓ.

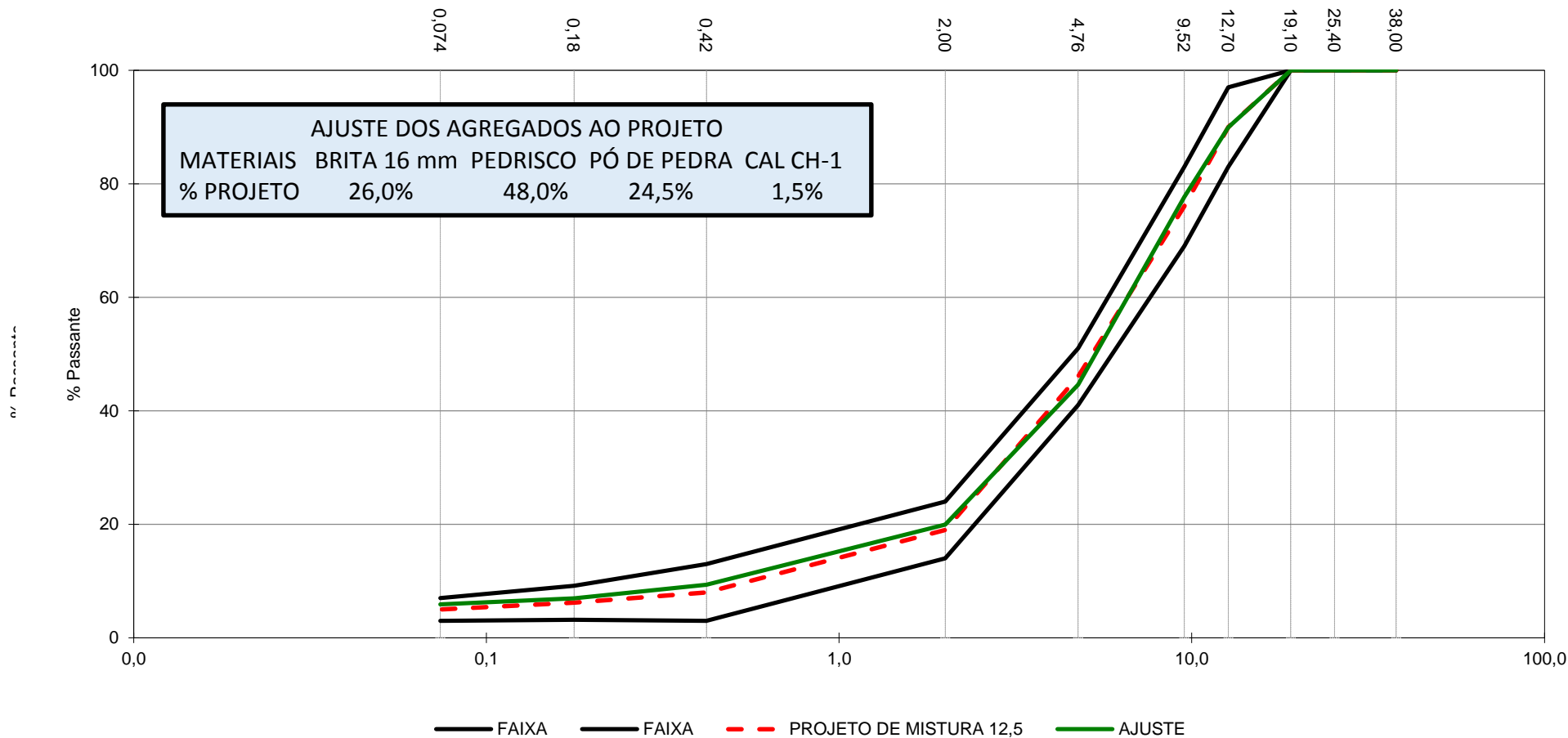
# AJUSTE DA GRANULOMETRIA - PROJETO



# AJUSTE DA GRANULOMETRIA CALIBRAÇÃO ERRADA!



# GRANULOMETRIA AJUSTADA AO PROJETO



# GRANULOMETRIA AJUSTADA AO PROJETO

## PROJETO DA MASSA

MATERIAIS	BRITA 16 mm	PEDRISCO	PÓ DE PEDRA	CAL CH-1
% PROJETO	40%	20,5%	38%	1,5%

## AJUSTE DOS AGREGADOS AO PROJETO

MATERIAIS	BRITA 16 mm	PEDRISCO	PÓ DE PEDRA	CAL CH-1
% PROJETO	26,0%	48,0%	24,5%	1,5%

**A GRANULOMETRIA DA MISTURA SECA DEVE SER AJUSTADA À CURVA DE PROJETO DA MASSA DIARIAMENTE.**

# PROBLEMAS NA OPERAÇÃO DA USINA VOLUMÉTRICA

- INICIO DE OPERAÇÃO COM VARIAÇÃO NA PORCENTAGEM DE CAP,
- TEOR DE LIGANTE VARIA MUITO,
- GRANULOMETRIA VARIA, FOGE DO PROJETO
- NÃO TEM SILO DE MASSA PRONTA,



# ESTOQUE DOS AGREGADOS

- GALPÕES BEM PROTEGIDOS NAS LATERAIS
- A PROTEÇÃO DOS AGREGADOS GRAÚDOS TAMBÉM É IMPORTANTE
- QUANTO MAIS SECOS, MELHOR



# CARGA DOS CAMINHÕES CORRETA



FOTO: PABLO BOLZAN

1º ENCHE UMA EXTREMIDADE, 2º O OUTRO LADO E DEPOIS O CENTRO

# CARGA INADEQUADA - SEGREGAÇÃO DE FIM DA CAMINHÃO



**NO FINAL DA DESCARGA TEMOS UMA CONCENTRAÇÃO DE GRAÚDOS**





# CARGA INADEQUADA - SEGREGAÇÃO DE FIM DA CAMINHÃO



**ESSA CONCENTRAÇÃO DE GRAÚDOS VAI CAUSAR UMA DEPRESSÃO NA CAMADA**

# CARGA INADEQUADA – SEGREGAÇÃO NOS BORDOS

- MASSA SOFRE PROCESSO DE SEPARAÇÃO NA DESCARGA – GRAÚDO PARA UM LADO E FINO PARA O OUTRO.
- NA PISTA, VAI CAUSAR SEGREGAÇÃO NOS BORDOS.



# VARIAÇÃO DE UMIDADE

- MAIS CRÍTICO QUE UMIDADE ALTA É A VARIAÇÃO.
- ESSA VARIAÇÃO É RESPONSÁVEL PELAS MASSAS FRIAS OU QUEIMADAS.
- DEVEMOS TER MUITO CUIDADO COM A CARGA DOS AGREGADOS NA USINA.



# VARIAÇÃO DE UMIDADE

- A VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DA MASSA GERA OS SEGUINTE PROBLEMAS NA PISTA:
- ONDULAÇÃO;
- SEGREGAÇÃO E
- FALTA DE COMPACTAÇÃO.

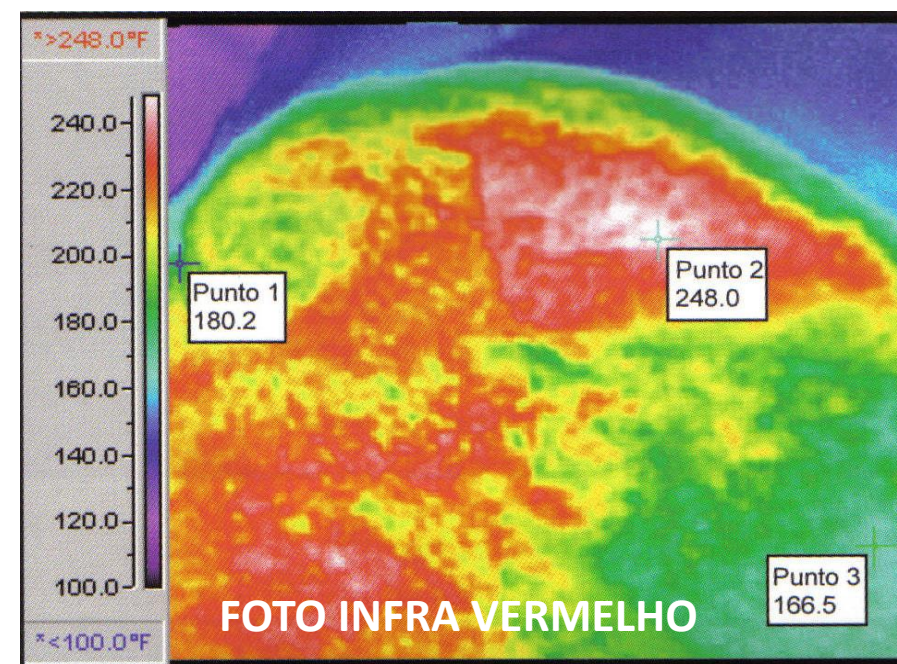
**SOLUÇÃO: HOMOGENIZAR OS AGREGADOS ANTES DE COLOCÁ-LOS NO SILO.**



# VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DA MASSA DEVIDO À UMIDADE



**FOTO DE MASSA DESCARREGADA  
NUMA CAÇAMBA**



FONTE: ASTEC

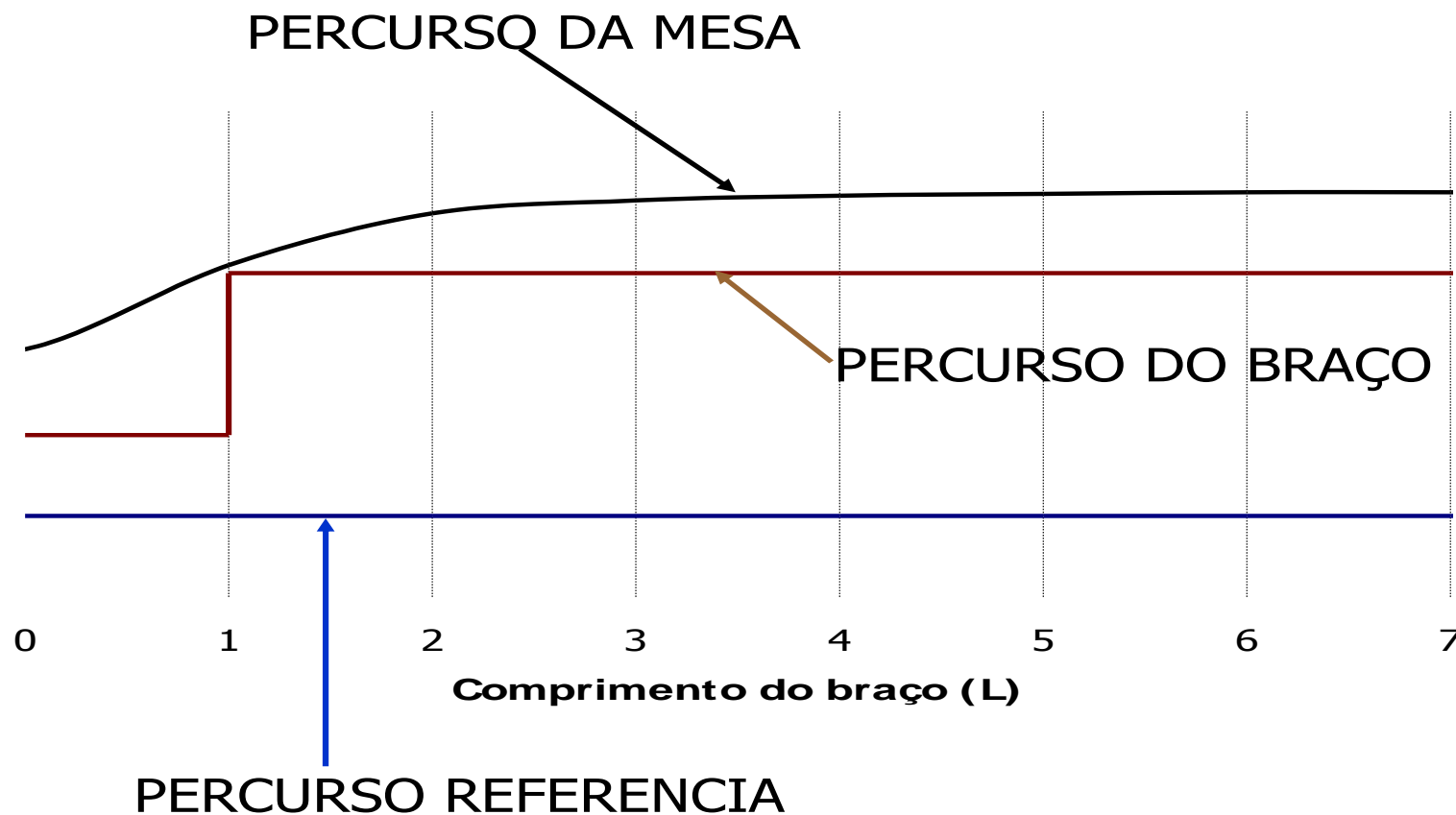


# ESPALHAMENTO DE MASSA

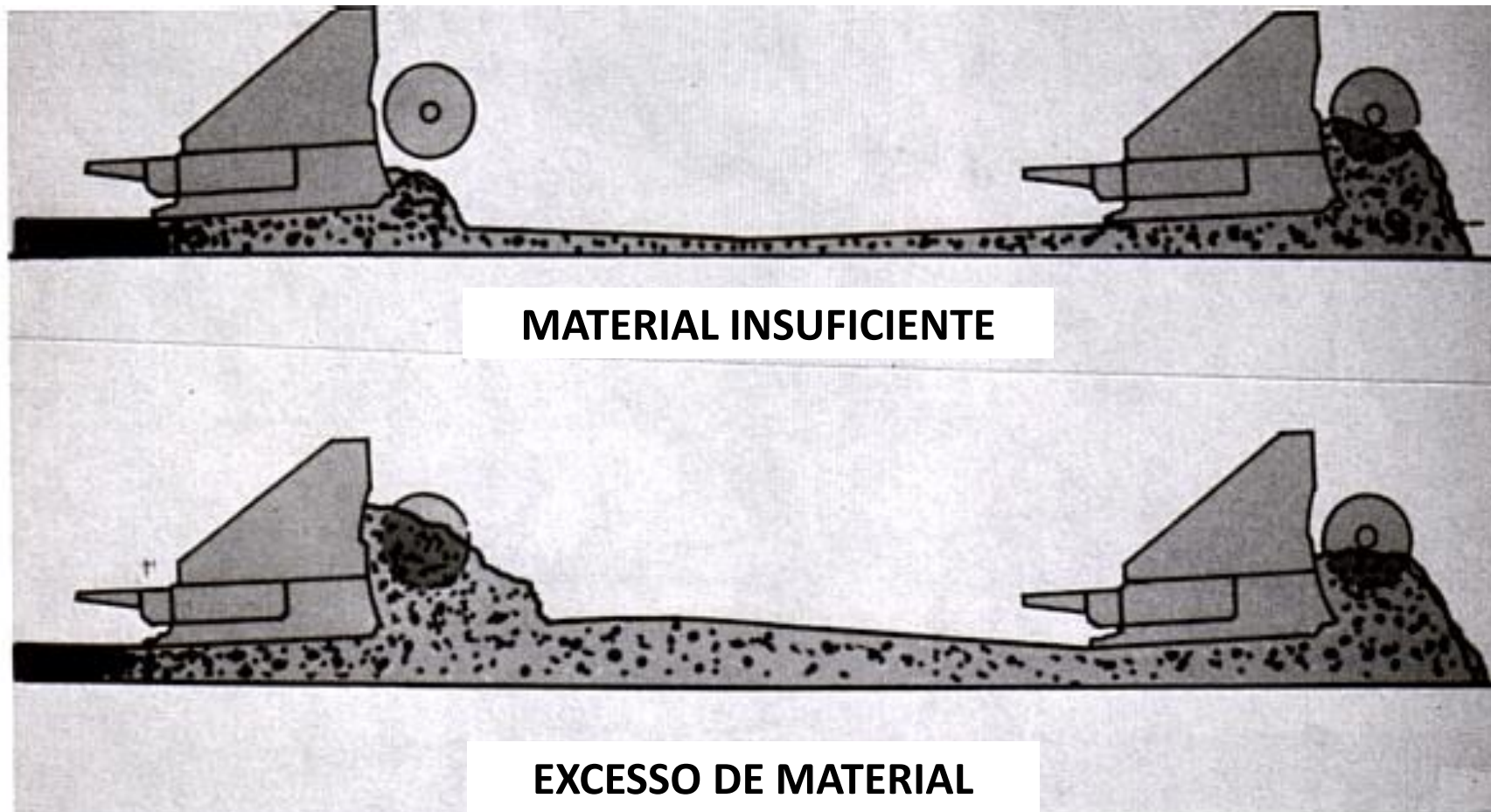


FOTO GOOGLE

# AUMENTO DE ESPESSURA - MOVIMENTO DA MESA



# VARIAÇÃO DE ESPESSURA



**MATERIAL INSUFICIENTE**

**EXCESSO DE MATERIAL**

FOTO: THE ASPHALT INSTITUTE



# PARTIDA DA ACABADORA

- USAR CALÇOS DE MADEIRA OU METAL NA PARTIDA PARA EVITAR ONDULAÇÕES OU ATRASO NA COMPACTAÇÃO.





# PARTIDA INADEQUADA DE ACABADORA

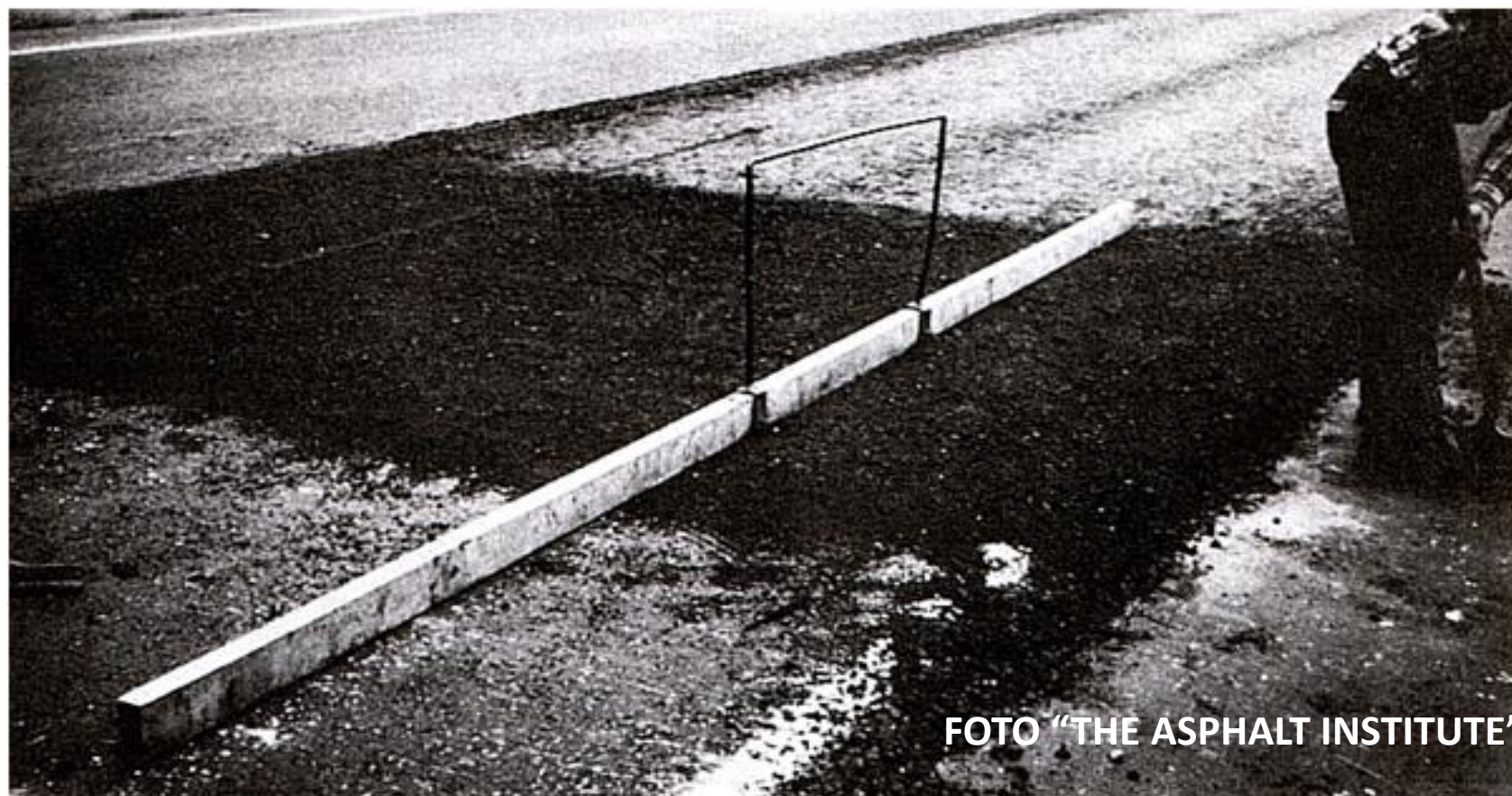


FOTO "THE ASPHALT INSTITUTE"

**RASTELAMENTO EXCESSIVO**

# PARTIDA ADEQUADA DA ACABADORA



FOTO "THE ASPHALT INSTITUTE"

**RASTELAMENTO ADEQUADO**





# PARTIDA ADEQUADA DA ACABADORA



POSICIONAMENTO CORRETO DA LATERAL DA ACABADORA PARA EVITAR DESPERDÍCIO DE MASSA E RASTELO.

NESSE CASO SÃO NECESSÁRIOS 2 MESISTAS, UM DE CADA LADO PARA AJUSTAR A POSIÇÃO DA MESA.



PROCEDIMENTO DE RASPAGEM COM A PÁ NA JUNTA, SOBRE A CAMADA JÁ COMPACTADA

# OPERAÇÃO ADEQUADA DA ACABADORA



FOTOS: AASHTO ASPHALT HANDBOOK

**JUNTA EXECUTADA SEM NECESSIDADE DE RASTELAR**





# NÃO “SALGAR” A CAMADA



# COMPACTAÇÃO COM QUALIDADE

## *FATORES IMPORTANTES:*

- *TEMPERATURA AMBIENTE,*
- *TEMPERATURA DO PAVIMENTO,*
- *TEMPERATURA DA MASSA, E*
- *ESPESSURA DA CAMADA A PAVIMENTAR*

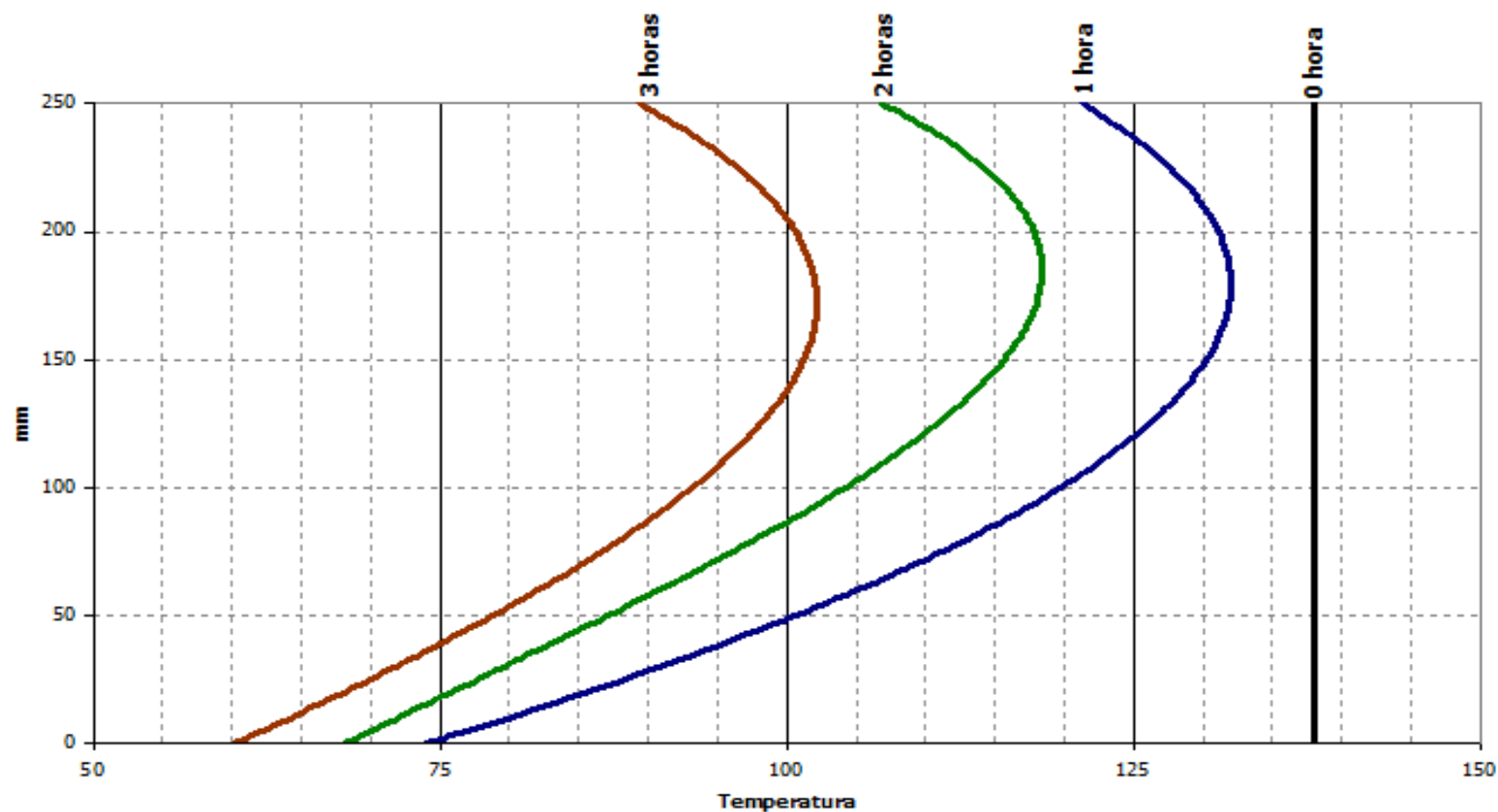


# FATORES IMPORTANTES PARA COMPACTAÇÃO

- ***CAMADA FINA (3 cm) É MAIS DIFÍCIL DE COMPACTAR QUE UMA GROSSA (10 cm)***
- ***PARA EVITAR ARRASTE E SEGREGAÇÃO NA CAMADA, A RELAÇÃO MÍNIMA IDEAL É DE 3 VEZES ENTRE ESPESSURA E DIAMETRO MÁXIMO EFETIVO DO AGREGADO.***



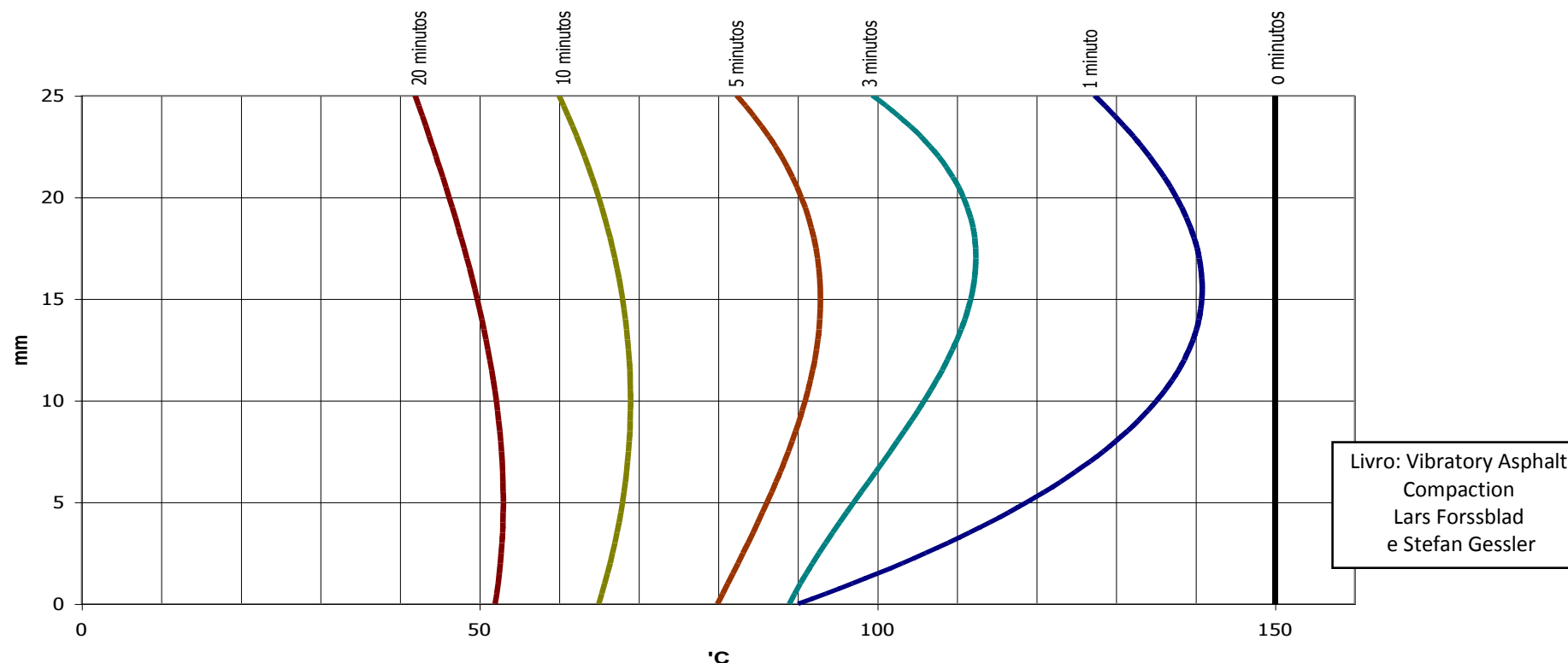
# CAMADA GROSSA – 25 cm



Livro: Vibratory Asphalt  
Compaction  
Lars Forsblad  
e Stefan Gessler

**TEMPERATURA AMBIENTE E DA BASE AO REDOR DE 10°C**

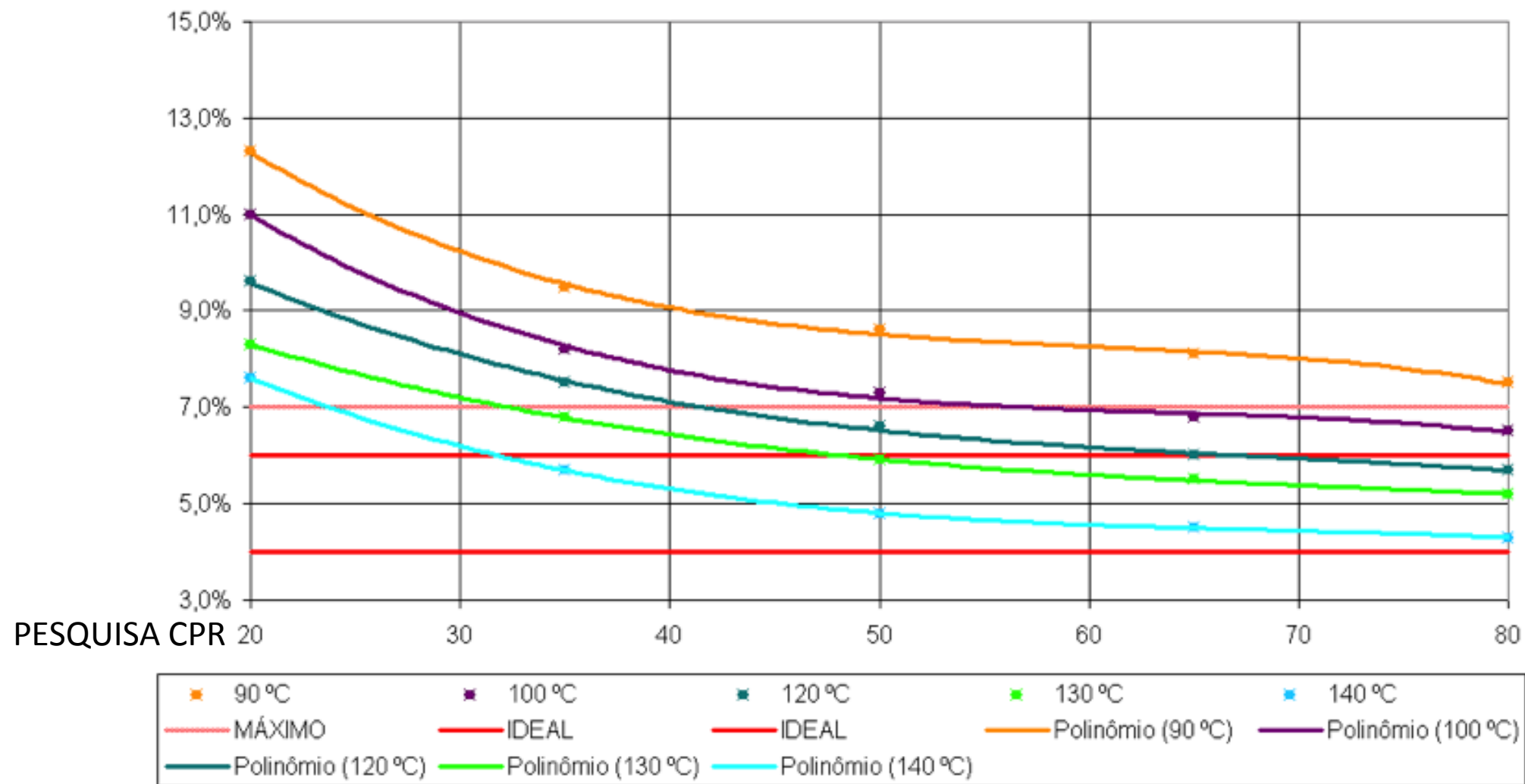
# CAMADA FINA – 2,5 cm



***Temperatura ambiente e da base ao redor de 10°C***



### RELAÇÃO TEMPERATURA x ENERGIA x TEOR DE VAZIOS



# RECOMENDAÇÕES

- ***APROVEITAR A TEMPERATURA DA MASSA PARA A COMPACTAÇÃO!***  
***QUANTO MAIS QUENTE, MELHOR,***
  
- ***LEMBRE-SE QUE O TEMPO DE ROLAGEM SEMPRE É CURTO,***  
***APROVEITE-O AO MÁXIMO!***



# PARADIGMAS

- **NÚMERO DE FECHADAS: SÓ VALE SE A MASSA ESTIVER ACIMA DE 70°C. ABAIXO DE 70°C, ROLOS NÃO CONSEGUE AUMENTAR A DENSIDADE.**
- **PRESSÃO DO PNEU DO ROLO: SE FOR PARA VARIAR A PRESSÃO, O ROLO NÃO CONSEGUE COMPACTAR A CAMADA.**
- **NECESSIDADE DE RASTELEIRO: A ACABADORA CONSEGUE DAR UM ACABAMENTO MELHOR DO QUE O RASTELEIRO.**





# PISTA EXPERIMENTAL

*É FUNDAMENTAL FAZER, NO INICIO DOS SERVIÇOS, PISTAS EXPERIMENTAIS COM DIFERENTES PADRÕES DE ROLAGEM PARA VERIFICAR QUAL A QUE APRESENTA MELHORES RESULTADOS E MELHORA A PRODUTIVIDADE DA EQUIPE.*

*DEVE SER PLANEJADA O ESQUEMA DE ROLAGEM. O IDEAL É TESTAR DOIS OU TRES PADRÕES DE ROLAGEM DIFERENTES PARA AVALIAR O QUE APRESENTA MELHOR RESULTADO.*

# PARA PENSAR:

- SE NÃO TEM TEMPO PARA EXECUTAR DENTRO DA QUALIDADE ESPECIFICADA, COMO IRÁ ARRUMAR TEMPO PARA CORRIGIR (VAGNER ALBA).
- SE VOCÊ FAZ O QUE SEMPRE FEZ, VAI CONSEGUIR SEMPRE O MESMO (ANTHONY ROBBINS).
- SE VOCÊ ACHA CARO UM PROFISSIONAL, É PORQUE NÃO FAZ IDEIA DE QUANTO CUSTA UM INCOMPETENTE! (ALMIR FIGUEIREDO)





**26-28 NOVEMBRO 2019**  
**CENTRO DE EVENTOS E CONVENÇÕES BRASIL 21**  
**BRASÍLIA - DF**



**Obrigado(a)!**

**JOSE MARIO CORTES CHAVES**  
**CONSULTOR**

[jmariochaves@uol.com.br](mailto:jmariochaves@uol.com.br)

**(55 11) 9 8530 3030**