

Sistemática a ser adotada  
no controle de resultados  
para avaliação de  
qualidade da execução de  
obras de pavimentação

# Pavimentação sobre pedras irregulares e recape de vias urbanas Vias Diversas

## **PLANO DE AMOSTRAGEM**

Município de Laranjal - PR

# 1- Plano de Amostragem

## 1.1 Objetivo

Garantir que os materiais e a execução da pavimentação atendam às especificações técnicas e normas vigentes, assegurando a qualidade e a durabilidade do pavimento.

A aferição dos serviços se dará através de ensaios de laboratório, realizados durante o processo de execução dos serviços.

Cada etapa de execução do projeto deverá ser acompanhada de equipe apta, que faça a coleta adequada de amostras, conforme especificado pelas normas apropriadas e pertinentes a cada serviço, a fim de avaliar o resultado do trabalho, como subsídio na tomada de decisão quanto a aceitação ou rejeição deles.

Compete à Contratada apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com as especificações técnicas e normas.

**A Contratada deve avisar a Fiscalização com antecedência sobre a realização dos ensaios para o devido acompanhamento da sua execução e registro dessa atividade no Relatório Diário de Obra (RDO).**

## 1.2 Procedimentos

A Norma **DNER-PRO 277/97** estabelece que a amostragem deve envolver aleatoriedade nos pontos de extração, além de definir conceitos e riscos inerentes ao controle.

A tabela abaixo define a relação entre o risco que o executante assume de ter rejeitado um serviço de boa qualidade ( $\alpha$ ), em função do número de amostras ( $n$ ).

Planos de Inspeção

Condicionantes:

$\alpha$  = probabilidade de rejeição de um serviço de boa qualidade

$\beta$  = probabilidade de aceitação de um serviço de má qualidade

$p_1$  = % de "defeitos" máxima admitida em um serviço de boa qualidade

$p_2$  = % de "defeitos" mínima admitida em um serviço de má qualidade

Tabela 1					Amostragem Variável									
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
$\alpha$	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

$n$  = nº de amostras;       $k$  = coeficiente multiplicador;       $\alpha$  = risco do executante;

Na Tabela 1, a variável  $\beta$  (risco do DNER) e os valores de  $p_1$  e  $p_2$  tiveram seus valores fixados em 10%, 5% e 25% respectivamente, adotados como referência no controle estatístico constante das especificações de serviço pertinente.

**Tamanho da amostra:** é o número mínimo de extrações ou coletas que serão ensaiadas para fins de aceitação, reprovação ou outras medidas pertinentes, sob condições de risco e os conceitos previamente estabelecidos no plano de amostragem. Assim, quanto maior a amostra definida, menor o risco de ter um serviço de boa qualidade rejeitado.

### 1.2.1 Critérios Estatísticos (conforme Norma DNER- PRO 277/97):

Se  $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado} \therefore \text{rejeita} - \text{se o serviço}$

Se  $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado} \therefore \text{aceita} - \text{se o serviço}$

**Para o caso de valor máximo especificado, a decisão será:**

Se  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \therefore \text{rejeita} - \text{se o serviço}$

Se  $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado} \therefore \text{aceita} - \text{se o serviço}$

**Para o caso de valor especificado entre mínimo e máximo, a decisão será:**

Se  $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$   
ou  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \therefore \text{rejeita} - \text{se o serviço}$

**Caso contrário, aceita-se o serviço.**

### 1.2.2 Aceitação Dos Serviços

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação. 9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido. 9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado. (DER/PR ES-PA 21/23)

Caso um ou mais indicadores de desempenho não for(em) atingido(s), a construtora deverá apresentar à Fiscalização as alternativas técnicas de intervenção que irá adotar, às suas expensas, para atender os padrões de desempenho exigidos. (DER/PR ES-PA 21/23)

### 1.3 Considerações

Para fins de atendimento à norma DNER-PRO 277/97 item 6.1, adotar-se-á no **mínimo 5 amostras** para o cálculo estatístico.

Portanto, se na ETAPA planejada (ou no acumulado de ETAPAS), a soma das áreas ou comprimentos ou peso em toneladas de CBUQ, for calculado, conforme parâmetros das Normas vigentes, um número de amostras inferior a 5, deverá ser apresentado o mínimo de 5.

Se na ETAPA planejada (ou no acumulado de ETAPAS), a soma das áreas ou comprimentos ou peso em toneladas de CBUQ, for calculado, conforme parâmetros das Normas vigentes, um número de amostras superior a 5, a análise dos ensaios deverá ser feita com no mínimo essa quantidade de pontos.

Se numa mesma ETAPA (ou no acumulado de ETAPAS), estiver sendo medido vários trechos/ ruas/ quadras de um mesmo segmento, deverá ser adotado, no mínimo, 1 amostra por trecho/ rua/ quadra, totalizando 5 amostras ou mais.

Tabela Exemplificativa:

	Etapa 01	Etapa 02	Etapa 03	Etapa 04
<b>Quantidades de Ensaios (CP) Prevista em Cada Etapa</b>	2 ud	3 ud	2 ud	7 ud
Medição 01	Med 01			
Medição 02		Med. 02		
Medição 03				Med. 03
<b>Total de Cada Medição</b>	<b>5* ud</b>	<b>5 ud</b>		<b>7 ud</b>

\*Obs.: Mínimo de 5 ensaios (CP - Corpos de Prova) na medição.

**Fica a critério da Contratada a realização de pontos de ensaios adicionais, à suas expensas, com o intuito de diminuir o risco (a) de não aceitação da amostra.**

Serão considerados seguimentos homogêneos, a rua inteira ou dividida em quadras, ou a quantidade prevista para aquela etapa, de acordo com o **planejamento da obra**, a fim de garantir a qualidade do serviço, e desde que tenham a mesma espessura e sejam executadas em conjunto ou intervalo de tempo referente à medição em análise.

O pagamento do serviço só será efetivado após aceitação dos resultados.

Se uma amostra extraída não satisfizer ao valor especificado pelo controle estatístico e não estiver atendendo às tolerâncias previstas em Norma, com aceitação da Fiscalização, deverá ser retirada outra amostra em outro ponto próximo ao anterior, às expensas da Contratada, para fins de comprovação.

Se uma amostra extraída não satisfizer ao valor especificado pelo controle global estatístico, mas individualmente estiver dentro da faixa das tolerâncias previstas em Norma, a Contratada deverá apresentar amostras complementares para verificar se com a diminuição do risco (a) o valor global é satisfeito.

## 2. Materiais e serem amostrados e ensaios recomendados:

### 2.1 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Obra: **Pavimentação sobre pedras irregulares e Recape Asfáltico**

Local: **Município de Laranjal**

Área total: **6.749,53 m²**

**2.2 FINALIDADE:** Verificação da qualidade dos serviços executados e materiais empregados na obra de **Pavimentação sobre pedras irregulares e Recape Asfáltico**, para embasamento à aceitação ou rejeição dos serviços realizados na obra.

**2.3 OBJETIVO:** Emissão de Laudos de Controle Tecnológico para obra de **Pavimentação sobre pedras irregulares e Recape Asfáltico** e realização de parecer técnico contemplando análise de resultados, com intuito de aferição/avaliação dos materiais e serviços realizados, quanto ao cumprimento de especificações técnicas do projeto licitado, bem como atendimento às Normas Técnicas específicas.

**2.4 NORMAS DE REFERÊNCIA:** Para realização dos ensaios e avaliação dos de resultados foram utilizadas as Normas:

1. DER-ES-PA-01-23 Regularização do Subleito
2. DER-ES-PA-03-23 Macadame Seco
3. DER-ES-PA-05-23 Brita Graduada
4. DER-ES-PA-07-23 Camadas Estabilizadas Granulometricamente
5. DER-ES-PA-17-23 Pinturas Asfálticas
6. DER-ES-PA-21-23 Concreto Asfáltico, Usinado à Quente
7. DNIT 137/2010-ES: Pavimentação - Regularização do subleito - Especificação de serviço
8. DNIT 141/2022-ES: Pavimentação - Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço
9. DNIT 144/2014-ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico - Especificação de serviço
10. DNIT 145/2012-ES: Pavimentação - Pintura de ligação com ligante asfáltico - Especificação de serviço
11. DNIT 031/2024-ES – Pavimentação – Concreto asfáltico – Especificação de serviço
12. DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas - percentagem de betume
13. DNER-ME 117/94 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente
14. DNER-ME 083/98 - Agregados - análise granulométrica
15. DNIT 136/2018-ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral - Método de ensaio
16. DNIT 427/2020-ME - Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa máxima medida e da massa específica máxima medida em amostras não compactadas - Método de ensaio

17. DNIT 428/2022-ME - Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados - Método de ensaio
18. DNIT 447/2024 – ME – Misturas asfálticas – Ensaio de estabilidade e fluência Marshall – Método de ensaio
19. DNIT 450/2024 – ME – Equivalente de areia – Método de ensaio
20. DNER-PRO 277/97: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;

A metodologia de realização dos ensaios atende integralmente às Especificações Técnicas e Normas da ABNT, e estão de acordo com o Plano estatístico de amostragem previsto na Norma DNER-PRO 277/97.

### 3 Programação de Resultados:

Os ensaios devem seguir as quantidades previstas no orçamento e distribuídos conforme planejamento da execução, por etapas.

Abaixo listamos os serviços do Projeto Executivo que foram submetidos ao controle tecnológico de materiais empregados e sua aplicação na obra.

#### 3.1 Previsão de resultados de ensaios de acordo com etapas

ENSAIOS TECNOLÓGICOS	TOTAL DE ENSAIOS	CRONOGRAMAR POR MEDIÇÃO					
		1	2	3	4	5	6
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Regularização e Compactação do Subleito	5		5				
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Base	5		5				
Ensaio de Granulometria do Agregado da Base	5		5				
Ensaio de Granulometria do Agregado da Sub-base	5		5				
Ensaio de Controle de Taxa de Aplicação de Ligante Betuminoso	14			8	6		
Ensaio de Percentagem de Betume - Misturas Betuminosas	18			9	9		
Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica	12			6	6		
Ensaio de Densidade do Material Betuminoso	12			6	6		
Ensaio de traço por compressão diametral - misturas betuminosas	12			6	6		
Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa	12			6	6		

**3.2 TERRAPLENAGEM:** camada de limpeza e preparação de superfície da plataforma de terraplenagem da via a ser implantada: 40,00 cm de remoção de camada superficial. \* Para áreas de implantação.

**Parâmetros:** grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

**3.3 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO:** conformação da camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 20,0 cm, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

**Parâmetros:** grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

Conforme DER-ES-PA-01-23:

Quadro 1 – Solos

Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 750 m <sup>2</sup> de pista:	
01	Determinação de massa específica aparente, seca "in situ", à profundidade de 0,20 m
01	Determinação de teor de umidade, pelo "método expedito da frigideira", imediatamente antes do início da compactação

- 3.4 SUB-BASE:** Sub-base em Macadame Seco travado com brita graduada, com espessura de 20,0 cm.

**Parâmetros:** ensaio de granulometria, determinação da espessura da camada, e abrasão Los Angeles.

Conforme DER-ES-PA-03-23:

Quadro 4 – Controle de execução na pista

Controle de execução na pista		
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Reforço subleito	→ a cada 600 m <sup>3</sup>	03 determinações da espessura da camada de bloqueio ou isolamento; 03 verificações das condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento através de abertura de poços de inspeção em pontos aleatórios; 03 determinações da espessura da fração fina depositada sobre a superfície do agregado graúdo; 01 ensaio de granulometria da mistura de agregados utilizada como enchimento ou travamento
Sub-base	→ a cada 400 m <sup>3</sup>	
Base	→ a cada 400 m <sup>3</sup>	

- 3.5 BASE:** base em Brita-graduada, Faixa II do DER-PR, com espessura de 15,0 cm.

**Parâmetros:** grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

Conforme DER-ES-PA-05-23:

Quadro 4 – Brita graduada na pista

Brita graduada na pista	
Quantidade	Descrição
Para cada 150 m <sup>3</sup> de mistura aplicada:	
01	Determinação de massa específica aparente seca "in situ", após compactação
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira

- 3.6 IMPRIMAÇÃO:** imprimação com asfalto diluído tipo CM-30

**Parâmetros:** Taxa do Betume na etapa Imprimação da Base de Brita-graduada (EAI) = 0,8 l/m<sup>2</sup> a 1,3 l/m – Sendo a taxa de projeto de 1,1 l/m<sup>2</sup>. Tolerância: Taxa de aplicação não pode variar em ± 10% da Taxa de projeto.

O controle será realizado pelo "Método da Bandeja". Um ensaio a cada 300m de pista.

Conforme DER-ES-PA-17-23:

Quadro 1 – Ensaios para o controle de qualidade dos ligantes e sua aplicação

Ensaios para o controle de qualidade dos ligantes e sua aplicação	
Quantidade	Descrição
<b>Para cada carga de emulsão que chegar na obra:</b>	
01	Ensaio de resíduo por evaporação (NBR 14376)
01	Peneiramento (DNER-ME 05/94)
01	Carga elétrica (DNIT- ME - 156/11)
01	Ponto de amolecimento, Penetração e Recuperação elástica (ensaio realizado com o ligante residual)
01	Ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol"
<b>Para cada 300 metros de faixa aplicada:</b>	
01	Determinação da taxa de aplicação pelo método da bandeja.

### 3.7 PINTURA DE LIGAÇÃO: pintura com emulsão asfáltica tipo RR-1C

**Parâmetros:** Taxa de emulsão na etapa Pintura de Ligação (RR-1C) = 0,5 l/m<sup>2</sup> a 0,8 l/m<sup>2</sup> (ou se diluído: taxa total de emulsão + água seja sempre igual a 1,0 l/m<sup>2</sup>) – Sendo a taxa de projeto de **0,5 l/m<sup>2</sup>**.

Tolerância: Taxa de aplicação não pode variar em  $\pm 10\%$  da Taxa de projeto.

O controle será realizado pelo "Método da Bandeja". Um ensaio a cada 300m de pista.

Conforme DER-ES-PA-17-23:

Quadro 1 – Ensaios para o controle de qualidade dos ligantes e sua aplicação

Ensaios para o controle de qualidade dos ligantes e sua aplicação	
Quantidade	Descrição
<b>Para cada carga de emulsão que chegar na obra:</b>	
01	Ensaio de resíduo por evaporação (NBR 14376)
01	Peneiramento (DNER-ME 05/94)
01	Carga elétrica (DNIT- ME - 156/11)
01	Ponto de amolecimento, Penetração e Recuperação elástica (ensaio realizado com o ligante residual)
01	Ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol"
<b>Para cada 300 metros de faixa aplicada:</b>	
01	Determinação da taxa de aplicação pelo método da bandeja.

### 3.8 ENSAIO DE PERCENTAGEM DE BETUME - MISTURAS BETUMINOSAS

**CAPA (revestimento) – Faixa C**

**Projeto Marshall proposto pelo PROJETISTA:**

Taxa de CAP = 5,3% (0,053)

**REPERFILAMENTO – Faixa F**

**Projeto Marshall proposto pelo PROJETISTA:**

Taxa de CAP = 6,0 % (0,060)

Tolerância: Taxa de CAP não deve variar em relação ao teor de projeto da Dosagem (Método Marshall) de mais do que 0,3% para mais ou para menos. Um ensaio a cada 600m<sup>2</sup> de pista.

Para a reperfilagem, a determinação de massa aplicada será efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida e do teor de betume da massa.

Conforme DER-ES-PA-21-23:



Quadro 10 – Ensaios para o controle de qualidade de execução na pista

Ensaios para o controle de qualidade de execução na pista	
Quantidade	Descrição
<b>Espalhamento e compactação</b>	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
<b>Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da vibro acabadora</b>	
01	Extração do ligante da mistura
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante
<b>Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da vibro acabadora</b>	
01	Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)
<b>Para cada 100 t de mistura aplicada e compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa</b>	
01	Densidade aparente (média de 2 corpos de prova)
01	Resistência a Tração por Compressão Diametral (média de 2 corpos de prova)
01	Determinação da espessura (média dos dois corpos de prova)

### 3.9 ENSAIO DE CONTROLE DO GRAU DE COMPACTAÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA

Grau de Compactação de projeto = 100%

Tolerância: devem estar no intervalo de 97% a 101%.

### 3.10 ENSAIO DE DENSIDADE DO MATERIAL BETUMINOSO CAPA (revestimento) – Faixa C

Densidade de Projeto: 2,537 t/m<sup>3</sup>

#### Reperfilagem (revestimento) – Faixa F

Densidade de Projeto: 2,613 t/m<sup>3</sup>

#### REPERFILAGEM – Faixa F

\*\* Considerando que serviços de reperfilagem são executados para fins e conservação com massa fina e com massa normal, recomenda-se que o controle tecnológico não deve ser por massa específica, e sim por controle da carga do caminhão.

### 3.11 EXTRAÇÃO DE CORPO-DE-PROVA DE CONCRETO ASFÁLTICO COM SONDA ROTATIVA

**Revestimento (RECAPEAMENTO):** Espessura CONSTANTE de Projeto = 3,00 cm

**Revestimento (CAPA):** Espessura CONSTANTE de Projeto = 3,00 cm e 5,00 cm

Tolerâncias:

- A) A espessura média deve situar-se no intervalo de + 5% em relação à espessura prevista em projeto;
- B) Não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de + 10% em relação à espessura prevista em projeto.
- C) A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a  $\frac{2}{3}$  da espessura da camada asfáltica.
- D) Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

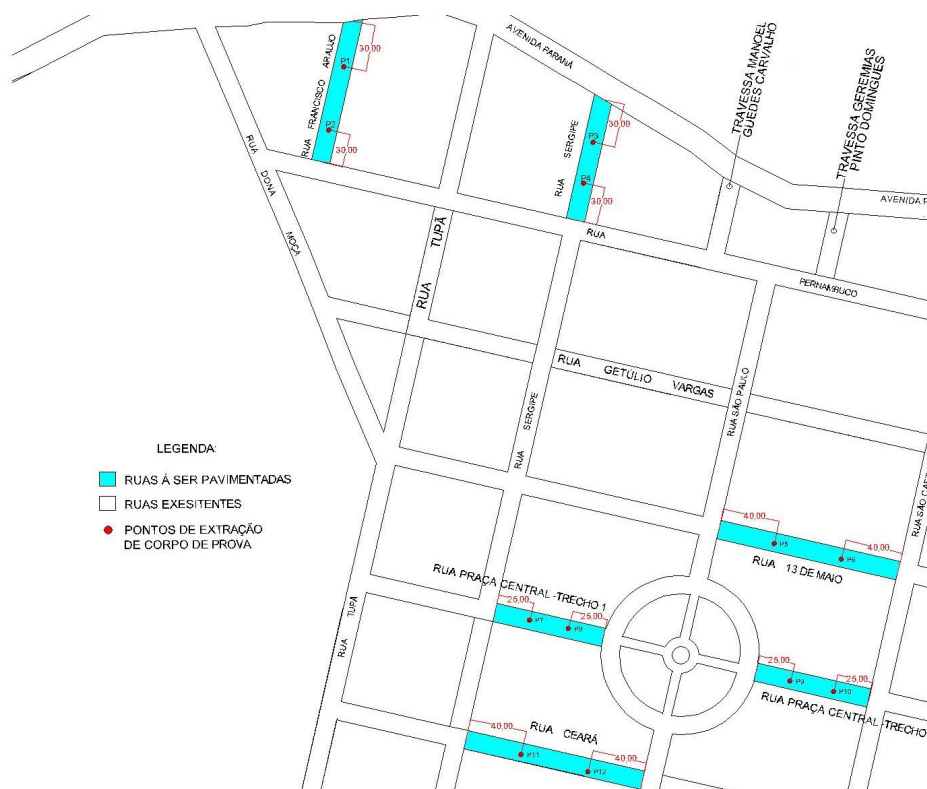
Atender DER-ES-PA-21-23 e as demais normas:

Quadro 10 – Ensaios para o controle de qualidade de execução na pista

Ensaios para o controle de qualidade de execução na pista	
Quantidade	Descrição
<b>Espalhamento e compactação</b>	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
<b>Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da vibro acabadora</b>	
01	Extração do ligante da mistura
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante
<b>Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da vibro acabadora</b>	
01	Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)
<b>Para cada 100 t de mistura aplicada e compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa</b>	
01	Densidade aparente (média de 2 corpos de prova)
01	Resistência a Tração por Compressão Diametral (média de 2 corpos de prova)
01	Determinação da espessura (média dos dois corpos de prova)

## 4 Previsão de localização de pontos de coleta das amostras:

Mapa de localização, com identificação dos pontos de coleta das amostras



**\*\* Ficará a critério da Fiscalização, juntamente com a empresa executora, a localização dos pontos de coleta na obra.**

Laranjal, 16 de julho de 2025.

PAULO HENRIQUE RODRIGUES MEDEIROS  
Engenheiro Civil  
CREA-PR 168.345/D

Documento assinado eletronicamente por:  
**Paulo Henrique Rodrigues Medeiros (16/07/2025 15:54:02)**

Nome/controle do arquivo:  
**2025071615540215.pdf**

*Aponte a sua câmera e verifique a autenticidade:*



<https://dss.paranacidade.org.br/validaAssinatura.htm?controle=2025071615540215>