PROCESSAMENTO, ESTOCAGEM E CONTROLE DO RAP PARA APLICAÇÃO EM CAUQ COM CAP BORRACHA

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Identificação: IT-ENG-ELP-007	**Revisão:** 00
Área: Engenharia de Qualidade	

1. ÍNDICE

2. OBJETIVO 3
3. ÁREA DE APLICAÇÃO 3
4. DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR 3
5. DEFINIÇÕES E SIGLAS 3
6. DESCRIÇÃO DO PROCESSO 4
6.1 Recebimento e segregação 4
6.2 Destorroamento e peneiramento 4
6.3 Formação e proteção do estoque 5
6.4 Controle do estoque e pré-usinagem 6
6.5. Avanço controlado do percentual de rap (%) 7
6.6. Critérios de desempenho para cada teor 8
6.7. Critérios de bloqueio 8
7. RESPONSABILIDADES 9
8. REGISTROS MANTIDOS 9
9. ANEXOS 9
10. REVISÕES 10
ANEXO A - CHECKLIST DIÁRIO DE PRÉ-USINAGEM 10

CÓPIA NÃO CONTROLADA

2. OBJETIVO

Estabelecer uma rotina simples e obrigatória para recebimento, destorroamento, peneiramento, estocagem, controle de granulometria e umidade do RAP, além da liberação progressiva do percentual de fresado em misturas de CAUQ com CAP borracha.

3. ÁREA DE APLICAÇÃO

Aplicável às contratadas, usinas, laboratórios e fiscalizadoras que produzam CAUQ com RAP para obras do Grupo EPR.

4. DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

Os documentos relacionados a seguir constituem referências para aplicação desta Instrução de Trabalho. Devem ser utilizadas suas versões vigentes, bem como demais documentos técnicos e contratuais aplicáveis ao empreendimento.

- ES-002-PAV-CAUQ-RAP-REV.00 – Concreto Asfáltico com Asfalto Borracha com Adição de RAP/Fresado Asfáltico.
- ES-001-PAV-CAUQ-AB08/AB22 – Concreto Asfáltico com Asfalto Borracha.
- DNIT 412-ME – Agregados – Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento.
- DNIT 456-ME, ou método equivalente aprovado – Determinação da umidade do RAP.
- DNIT 158-ME / ASTM D6307 – Determinação do teor de ligante asfáltico.
- DNIT 135-ME – Misturas asfálticas – Determinação do módulo de resiliência.
- DNIT 183-ME – Misturas asfálticas – Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada.
- DNIT 184-ME – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à deformação permanente pelo ensaio de Flow Number.
- AASHTO T 324 – Hamburg Wheel-Track Testing.

5. DEFINIÇÕES E SIGLAS

RAP: material asfáltico recuperado por fresagem ou remoção de pavimentos existentes, constituído por agregados e ligante asfáltico envelhecido, destinado ao reaproveitamento em novas misturas asfálticas.

RAP bruto: material fresado antes das etapas de destorroamento, peneiramento e classificação. O documento determina seu processamento antes da alimentação da usina.

RAP processado: RAP após destorroamento e peneiramento, com granulometria controlada e adequado à alimentação da usina.

Lote de RAP: quantidade de RAP identificada e segregada por origem e/ou fração granulométrica, com características conhecidas e rastreáveis. O procedimento exige identificação da origem, data, trecho/camada e lote.

Destorroamento: processo de desagregação dos torrões e aglomerações existentes no RAP, sem britagem excessiva do agregado.

Segmento experimental: trecho executado para validação do desempenho da mistura com determinado percentual de RAP antes de sua liberação para produção.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Sigla	Significado
RAP	*Reclaimed Asphalt Pavement* – material asfáltico recuperado/fresado
CAUQ	Concreto Asfáltico Usinado a Quente
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AASHTO	*American Association of State Highway and Transportation Officials*
ASTM	ASTM International
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EPR	Grupo EPR
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
ME	Método de Ensaio
NBR	Norma Brasileira
TMN	Tamanho Máximo Nominal
P200	Material passante na peneira nº 200
Vv	Volume de Vazios
VAM	Vazios do Agregado Mineral
RBV	Relação Betume-Vazios
Gmm / Rice	Massa específica máxima medida da mistura asfáltica
MR	Módulo de Resiliência
RT	Resistência à Tração

6. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O fluxo do processo se resume da seguinte maneira.

Receber → **Segregar** → **Destorroar** → **Peneirar** → **Estocar coberto**

6.1 Recebimento e segregação

- Registrar origem, data, trecho/camada fresada, volume aproximado e identificação do lote.
- Separar RAP por origem e por fração granulométrica. Não misturar lotes sem plano de homogeneização e nova caracterização.
- Rejeitar ou segregar material com solo, base granular, concreto, madeira, óleo, geossintético, material orgânico, água livre ou outros contaminantes.

6.2 Destorroamento e peneiramento

- O RAP bruto deverá passar por destorroador antes da alimentação da usina, de forma a eliminar torrões e aglomerações.
- O peneiramento deverá ser compatível com o tamanho máximo nominal da mistura; preferencialmente, utilizar peneira de controle igual ao TMN do traço aprovado.
- O material retido deverá retornar ao destorroamento/processamento ou ser destinado a outro uso aprovado. Não lançar material sobremedida no silo de RAP.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

- Britagem somente será permitida para material sobremedida e de forma controlada. É proibida britagem agressiva que aumente excessivamente os finos/P200.
- Quando o destorroador estiver em linha, verificar a granulometria antes e depois do equipamento na homologação e sempre que houver alteração de processo.



6.3 Formação e proteção do estoque

- Estocar sobre base limpa, firme, drenada e protegida contra contaminação do solo.
- Formar pilhas em camadas, evitando queda de grande altura, segregação e compactação excessiva.
- Manter cada lote/fração fisicamente separado e identificado com placa: origem, data, fração, volume, umidade, teor de ligante e situação de liberação.
- Manter o RAP obrigatoriamente coberto por barracão ou lona impermeável, fixada e íntegra. A água de chuva não poderá escorrer para o interior da pilha.
- Retirar o material pela face da pilha, abrangendo diferentes camadas, para reduzir segregação e variação de umidade.



Observação para bloqueio imediato: RAP com água livre, crosta endurecida, sem cobertura, contaminado não poderá ser alimentado na usina.

6.4 Controle do estoque e pré-usinagem

Controle	Quando executar	Critério mínimo	Ação quando não conforme
Amostragem inicial	Na formação de cada estoque/lote	Amostragem representativa; referência: mínimo de 5 incrementos distribuídos na pilha, um em cada lado do monte.	Segregar, re homogeneizar e repetir a caracterização.
Granulometria do RAP processado	Caracterização inicial e 1 vez/dia de produção ou a inicio da usina.	Atender à faixa de trabalho do RAP e não apresentar material com variação incompatível com a dosagem.	Reprocessar/destorroar/ peneirar; bloquear o lote até novo resultado.
Granulometria do agregado recuperado e teor de ligante	Caracterização inicial e 1 vez/dia de produção ou a início da usina.	Compatível com os valores considerados no projeto e no cálculo do ligante proveniente do RAP.	Segurar Lote na usina.
Umidade do RAP	Diariamente antes da produção e repetir após chuva ou mudança visual	Valor disponível antes da partida e informado à automação para correção em massa seca.	Secar/re estocar, reduzir produção ou bloquear o uso.
Inspeção visual	Antes de cada jornada	Lote coberto, identificado, homogêneo, sem crostas, contaminação ou segregação aparente.	Corrigir estoque e re inspecionar antes da liberação.

Verificação obrigatória antes da usinagem:

☐ O lote de RAP corresponde à dosagem aprovada.	☐ Silo/correia de RAP verificados e calibrados.
☐ Estoque coberto, identificado e sem água livre.	☐ Percentual programado não excede o aprovado.
☐ Granulometria e teor de ligante do lote estão válidos.	☐ Correção de umidade será feita em massa seca.
☐ Umidade do dia foi medida e registrada.	☐ Temperaturas e capacidade térmica da usina estão definidas.
☐ Destorroador e peneira estão limpos e operacionais.	☐ Laboratório/fiscalização estão disponíveis para acompanhar a partida.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

6.5. Avanço controlado do percentual de rap (%)

O estudo deverá iniciar com a mistura de referência sem RAP e avançar de 10% ou 15%. Cada teor deverá possuir dosagem, ensaios comparativos e autorização formal antes do uso em produção.

Etapa	Teor de RAP	Condição da usina	Condição para avanço
Referência	0%	Todas	Dosagem completa sem RAP, utilizada como base de comparação.
Etapa 1	10%	Todas	Dosagem específica + ensaios de desempenho (modulo, trincamento, deformação permanente) + segmento experimental aprovado.
Etapa 1	15%	Todas	Dosagem específica + ensaios de desempenho (modulo, trincamento, deformação permanente) + segmento experimental aprovado.
Etapa 2	20%	Máximo para usina sem aquecimento dedicado do RAP	Dosagem específica + ensaios de desempenho (modulo, trincamento, deformação permanente) + segmento experimental aprovado.
Etapa 3	25%	Somente usina com aquecimento indireto/ controlado e homologado	Nova validação completa, aquecimento do rap sem contato direto do RAP com a chama. Estudo completo, segmento experimental e aprovação formal da Qualidade EPR.
Etapa 4	30%	Máximo para usina com aquecimento indireto/controlado e homologado	Nova validação completa, aquecimento do rap sem contato direto do RAP com a chama. Estudo completo, segmento experimental e aprovação formal da Qualidade EPR.

Limites operacionais

Usina sem sistema dedicado de aquecimento do RAP: máximo de 20%.

Usina com aquecimento indireto, controlado, homologado e sem contato direto com chama: máximo de 30%.

Os limites não são direitos automáticos; dependem da comprovação de desempenho.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

6.6. Critérios de desempenho para cada teor

Parâmetro	Verificação	Critério de liberação
Volumetria e dosagem	Vv, VAM, RBV, relação fíler/ligante, teor total e CAP virgem, Rice/Gmm e compactabilidade.	Atender aos mesmos limites do CAUQ sem RAP e ao projeto aprovado.
Volumetria do RAP, com ligante	Para liberar material, antes da usinagem.	Confirmar com granulometria de projeto.
Volumetria do RAP, sem ligante	Para projeto de dosagem considerar volumetria do rap sem ligante na composição.	Para controle de usina limites de granulometria definido em projeto, RAP sem ligante, mais material petro branco.
Trincamento / fadiga	Ensaio de fadiga da mistura conforme DNIT 183 e ASTM D8225-19.	A mistura com RAP não poderá apresentar vida de fadiga inferior à referência sem RAP, nas mesmas condições de ensaio.
Módulo de resiliência	DNIT 135 ou método aprovado, comparando todos os teores.	MR compatível com a referência e com o dimensionamento; aumento excessivo de rigidez deverá ser tecnicamente avaliado.
Deformação permanente	Flow Number - DNIT 184 e/ou Hamburg - AASHTO T 324, conforme projeto.	Atender ao limite do projeto e apresentar desempenho igual ou melhor que a referência sem RAP.
Demais requisitos	RT, DUI, teor, granulometria, textura, temperatura, Vv e grau de compactação em pista.	Atendimento integral à especificação aplicável e ausência de não conformidade crítica.

Qualquer mudança de origem do RAP, fração granulométrica, processamento, percentual, usina, ligante, agregado virgem ou aditivo exige reavaliação técnica e, quando aplicável, novo projeto de dosagem.

6.7. Critérios de bloqueio

Condição	Ação obrigatória
RAP sem origem/lote identificado ou sem ensaios válidos.	Bloquear o estoque até caracterização e rastreabilidade completas.
Estoque descoberto, encharcado, com água livre ou umidade desconhecida.	Não alimentar a usina; cobrir, secar/reestocar e repetir o ensaio.
Torrões, material sobremedida ou falha no destorroador/peneira.	Paralisar alimentação, reprocessar o RAP e verificar granulometria.
Granulometria ou teor de ligante incompatível com a dosagem.	Segregar lote, reprocessar ou elaborar nova dosagem.
Falha no silo, correia dosadora ou correção de umidade.	Interromper a produção com RAP até correção e verificação.
Percentual real acima do teor aprovado.	Bloquear a massa produzida e tratar como não conformidade.
Perda de desempenho em trincamento, módulo ou deformação permanente.	Não avançar o teor; revisar traço, ligante, processamento ou reduzir RAP.

CÓPIA NÃO CONTROLADA

7. RESPONSABILIDADES

Atividade	Responsabilidade
Cadastrar a origem do RAP, processar, separar, cobrir, identificar os estoques e apresentar a dosagem aprovada.	Contratada
Manter destorroador/peneira, sistema de alimentação calibrado, correção de umidade e registros de produção.	Usina
Amostrar, ensaiar granulometria, umidade e desempenho da mistura, emitindo liberação do lote.	Laboratório
Verificar evidências, acompanhar segmento experimental, liberar percentuais e bloquear desvios.	Fiscalização / Qualidade EPR

8. REGISTROS MANTIDOS

Devem ser mantidos, no mínimo, os seguintes registros para garantir a rastreabilidade do RAP, do processo de usinagem e da mistura produzida:

- Cadastro e mapa dos estoques de RAP, identificados por origem, lote e fração granulométrica.
- Registros do destorroamento e peneiramento, contendo identificação da peneira utilizada e registro do material retido/ sobremedida.
- Resultados dos ensaios de granulometria, teor de ligante e umidade do RAP.
- Checklist diário de pré-usinagem (Anexo A), devidamente preenchido e aprovado antes do início da produção.
- FVS – Ficha de Verificação de Serviço, referente às etapas de execução e controle aplicáveis.
- Projetos de dosagem e respectivos relatórios de caracterização e desempenho para cada percentual de RAP estudado e aprovado.
- Relatório do segmento experimental, quando aplicável, acompanhado da autorização formal para liberação do respectivo teor de RAP.
- Boletim diário de usinagem contendo, no mínimo: percentual de RAP programado e realizado, umidade do RAP, temperaturas de produção, quantidade produzida e teor de CAP virgem adicionado.
- Registros de não conformidades, bloqueios, reprocessamentos e liberações de lotes, quando aplicável.

9. ANEXOS

- ANEXO A - CHECKLIST DIÁRIO DE PRÉ-USINAGEM

CÓPIA NÃO CONTROLADA

10. REVISÕES

Rev.	Descrição	Elaborado por	Revisado por	Aprovado por
00	Emissão inicial da especificação Processamento, Estocagem e Controle do RAP para Aplicação em CAUQ com CAP Borracha.	Eduardo Ferreira de Mello	Javerson Goulart Filho	Anderson Batista Miranda

ANEXO A - CHECKLIST DIÁRIO DE PRÉ-USINAGEM

Obra/Contrato:		**Data:**	
Usina:		**Traço / % RAP:**	
Lote de RAP:		**Responsável:**	

Item de verificação	Sim	Não	Observação / evidência
Lote identificado e compatível com a dosagem aprovada.	☐	☐	
Estoque coberto por barracão ou lona íntegra e fixada.	☐	☐	
Pilha sem água livre, crostas, contaminação ou segregação aparente.	☐	☐	
Umidade do RAP determinada antes da partida.	☐	☐	
Umidade informada à automação e correção prevista em massa seca.	☐	☐	
Granulometria do RAP válida e dentro da faixa de trabalho.	☐	☐	
Destorroador e peneira limpos, íntegros e operacionais.	☐	☐	
Material retido/sobremedida separado para reprocessamento.	☐	☐	
Silo e correia dosadora verificados/calibrados.	☐	☐	
Percentual programado dentro da etapa formalmente aprovada.	☐	☐	
Laboratório e fiscalização cientes da partida com RAP.	☐	☐	

Resultado	Responsável pela verificação	Fiscalização / Qualidade
☐ LIBERADO ☐ BLOQUEADO	Nome / assinatura: Data / hora:	Nome / assinatura: Data / hora:

CÓPIA CONTROLADA