



**UNISANTA**  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA

**PROJETO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL II**  
Orientador Professor Mestre Valter Prieto.

Santos / SP

1

---

---

---

---

---

---

---

---



**PROJETO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL II**  
Orientador Professor Mestre Valter Prieto.

**EDISON CAMBA JUNIOR**

Universidade Santa Cecília – Santos / SP

2

---

---

---

---

---

---

---

---



**PROJETO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL II**  
Orientador Professor Mestre Valter Prieto.

**“Utilização de Resíduo da Construção e Demolição (RCD)  
como agregado na confecção do Pré - Misturados a Frio  
(PMF) para “tapa-buraco” em vias públicas.”**

Carlos Eduardo O.R. Mendanha - RA: 088.149  
Edison Camba Junior - RA: 087.925  
Pedro de Lima Rosa – RA: 088.831

Universidade Santa Cecília – Santos / SP

3

---

---

---

---

---

---

---

---



## INTRODUÇÃO

- ✓ Propor uma utilização do material reciclado gerado / processado com a britagem do "entulho" proveniente de demolições, reparos e reformas;
- ✓ Utilizar como agregado para a confecção do PMF (Pré Misturado a Frio).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## INTRODUÇÃO

### OBJETIVO

- ✓ Utilização 100% do Resíduos da Construções e Demolição como agregado principal;
- ✓ Realização de testes, ensaios, análises e avaliações;
- ✓ Determinação de um padrão para a mistura.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## INTRODUÇÃO

### TEMA

"Utilização de Resíduo da Construção e Demolição (RCD) como agregado na confecção do Pré - Misturados a Frio (PMF) para "tapaburaco" em vias públicas."

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## INTRODUÇÃO

### DELIMITAÇÃO DO TEMA

- ✓ Testar, ensaiar, analisar e avaliar 100% do material RCD para a utilização na confecção do PMF;
- ✓ Comparar com literaturas e/ou normas.

---

---

---

---

---

---

---

---



## INTRODUÇÃO

### JUSTIFICATIVA

- ✓ Os resíduos poluem o meio ambiente e geram custos;
- ✓ Diminuir o consumo / extração de agregados naturais não renováveis.

---

---

---

---

---

---

---

---



## INTRODUÇÃO

### HIPOTESE

- ✓ Verificação da eficácia do projeto (PMF com 100% RCD);
- ✓ Comparar com resultados / especificações de literaturas e/ou normas.

---

---

---

---

---

---

---

---



## PEDRO DE LIMA ROSA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## REVISÃO DE LITERATURA

### CONCEPÇÃO DO TRABALHO

- ✓ Início pela escolha dos materiais para o PMF (RCD e Emulsão);
- ✓ Utilização do PMF em temperatura ambiente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## REVISÃO DE LITERATURA

### RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

- ✓ Resolução n° 307 do CONAMA 05/06/2002
- ✓ Art. 3° Classificação dos Resíduos;
- ✓ Materiais de classe A – itens "b" e "c" (materiais de concreto).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## REVISÃO DE LITERATURA

### COLETA DO RCD NA USINA DE RECICLAGEM

- ✓ Usina Foccus – Praia Grande;
- ✓ Conforme norma DNER PRO 120/1997 Coleta de Amostras de Agregados.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## REVISÃO DE LITERATURA

### EMULSÃO ASFÁLTICA CATIÔNICA

- ✓ DNER-ME 368/1997 classificação da Emulsão Asfáltica Catiônica;
- ✓ Ruptura Rápida, Média e Lenta;
- ✓ Utilização da Emulsão Ruptura Rápida - RR 2C.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## MATERIAIS E MÉTODOS

### ENSAIOS LABORATORIAIS PARA RCD

- ✓ Ensaio de Granulometria do Agregado;  
Norma do DNER-ME 083/1998 - Agregados - análise granulométrica.
- ✓ Ensaio de Abrasão Los Angeles;  
Norma do DNER-ME 035/1998 - Agregados – determinação da abrasão "Los Angeles".
- ✓ Ensaio de Durabilidade;  
Norma do DNER-ME 089/1994 - Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## MATERIAIS E MÉTODOS

### ENSAIOS LABORATORIAIS PARA RCD

✓ Ensaio de Determinação de Índice de Forma;  
Norma do DNER-ME 086/1994 - Agregado - determinação do índice de forma.

✓ Ensaio de Equivalente de Areia do Agregado Miúdo;  
Norma do DNER-ME 054/1997 - Equivalente de areia.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## MATERIAIS E MÉTODOS

### ENSAIOS LABORATORIAIS PARA EMULSÃO

✓ Ensaio de Determinação de Resíduo de Destilação;  
✓ Ensaio de Peneiramento;  
✓ Ensaio de Viscosidade "Saybolt-Fuol";  
✓ Ensaio de Resistência a Água (Adesividade).  
Norma do DNER-ME 369/1997 Emulsões asfálticas catiônicas

✓ Ensaio de Carga de Partícula;  
Norma do DNER-ME 002/1998 Emulsão asfáltica – carga da partícula

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## MATERIAIS E MÉTODOS

### ENSAIOS LABORATORIAIS PARA MISTURA PMF

✓ Ensaio de Marshall.

Norma do DNER-ME 107/1994 - Mistura betuminosa a frio, com emulsão asfáltica – Ensaio Marshall

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**CARLOS EDUARDO O. R. MENDANHA**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**RESULTADOS**

**Ensaio laboratoriais para Agregado de RCD**

- ✓ Ensaio de Granulometria do Agregado;
- ✓ Ensaio de Abrasão Los Angeles;
- ✓ Ensaio de Equivalente de Areia do Agregado Miúdo

Ensaio foram realizados na empresa MAQTERRA (empresa especializada em obras de pavimentação asfáltica e prestadora de serviços do DER), nesses o RCD apresentou resultados fora das especificações técnicas da norma ET-DE-P00/025 do Departamento de Estradas de Rodagens.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**RESULTADOS**

**Ensaio laboratoriais para Agregado de RCD**

- ✓ Ensaio de Determinação de Índice de Forma;

O resultado do Ensaio de Determinação de Índice de Forma foi fornecido pelo fornecido pela Empresa Foccus e foram realizados pela empresa Falcão Bauer atenderam especificações técnicas da norma ET-DE-P00/025 do Departamento de Estradas de Rodagens.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## RESULTADOS

### Ensaio laboratoriais para Agregado de RCD

- ✓ Ensaio de Durabilidade;

O Ensaio de Durabilidade não foi realizado em virtude dos resultados das análises de Ensaio de Granulometria, Abrasão Los Angeles e Equivalente de Agregado Miúdo não terem sido aprovados

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## RESULTADOS

### Ensaio Laboratoriais para Emulsão Asfáltica Catiônica

- ✓ Ensaio de Determinação de Resíduo de Destilação;
- ✓ Ensaio de Peneiramento;
- ✓ Ensaio de Carga de Partícula;
- ✓ Ensaio de Viscosidade "Saybolt-Fuol";

Foram fornecidos pela empresa NTA – Novas Técnicas de Asfalto Ltda. atendem as especificações da norma DER - Especificação Técnica ET-DE-P00/025.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## RESULTADOS

### Ensaio Laboratoriais para Emulsão Asfáltica Catiônica

- ✓ Ensaio de Resistência à Água (Adesividade)

O Ensaio de Resistência à Água (Adesividade) não foi realizado em virtude dos resultados das análises de Ensaio de Granulometria, Abrasão Los Angeles e Equivalente de Agregado Miúdo não terem sido aprovados.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## RESULTADOS

### Ensaio Laboratoriais para Mistura PMF

✓ Ensaio de Marshall

O Ensaio de Marshall não foi realizado em virtude do traço encontrado no ensaio de Granulometria não se encaixar em nenhuma das faixas de trabalho da tabela 2 da especificação técnica da norma DER ET-DE-P00/025, também, conforme analisado no ensaio de Equivalente de Agregado Miúdo, há excesso de torrões de argila, o que dificulta a ação emulsão asfáltica em aderir no agregado, sendo assim, não é possível executar com perfeição a mistura para moldar corpos de provas para realizar o ensaio.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## CONCLUSÃO

Concluímos, que a produção do PMF com a mistura de 100% de RCD, não será possível uma vez que o produto não atende as especificações técnicas do DER.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## SUGESTÃO

Acreditamos que o com aproveitamento de um percentual do material de RCD e misturado com de pó de pedra (agregado britado natural) de boa qualidade, em algum momento, poderá sim, ter resistência para a utilização.

O material poderá servir como base ou sub-base de pavimento, pois além da economia, seria um incentivo a sustentabilidade, atualmente fundamental. Porém, deve-se continuar a realização de outros estudos do RCD para o reaproveitamento na construção civil.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

