

## UTILIZAÇÃO DO AGREGADO SIDERÚRGICO NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS

### 1. Concepção e objetivos

O crescimento e desenvolvimento da sociedade nos impõe desafios cada vez maiores em relação ao uso racional dos recursos naturais utilizados na transformação dos espaços.

Ao mesmo tempo, a reutilização ou destinação adequada e eficiente de resíduos provenientes das atividades industriais vem sendo perseguida de forma intensa, uma vez que passam a ser determinantes ao desenvolvimento da atividade econômica, seja por questões legais ou socioambientais.

Nesse sentido, a transformação de resíduos industriais em co-produtos que possam ser aplicados em processos construtivos ou industriais, ganha especial atenção e interesse da sociedade, na medida que possibilitam o seu avanço de forma sustentável.

O presente projeto descreve a utilização do agregado siderúrgico (AS), proveniente do tratamento da escória de aciaria, na substituição do solo brita durante a execução da pavimentação asfáltica em um grande empreendimento residencial na cidade de Vitória/ES, permitindo a utilização de um rejeito da indústria siderúrgica, que seria descartado em grandes áreas destinadas a esse fim e, ao mesmo tempo, representou uma significativa economia no custo do serviço de pavimentação asfáltica para a empresa.

Vale destacar que a aplicação do agregado siderúrgico em condomínios residenciais é pioneira no Brasil, uma vez que o seu uso sempre esteve restrito às pavimentações rodoviárias e, ainda, de forma bastante limitada, pois a normatização que trata desse tema é recente (ABNT NBR16364:2015 - Execução de sub-base e base estabilizadas granulo metricamente com agregado siderúrgico para pavimentação rodoviária).

Assim, o uso do agregado siderúrgico na pavimentação asfáltica atende aos seguintes objetivos principais:

- Redução de consumo de recursos naturais não-renováveis, como aqueles provenientes da mineração de rochas, areia e outros materiais primários.
- Transformação de um potencial passivo em ativo ambiental, por evitar a destinação desnecessária de materiais a aterros e sua aplicação para fins nobres, como obras de infraestrutura.

A pavimentação asfáltica é uma estrutura constituída de algumas camadas de espessuras variáveis e diversos materiais. As camadas que costumam constituir o pavimento flexível são compostas de materiais granulares (pedregulho, solo brita, pedra britada, etc) e podem ser acrescidos de algum material estabilizante (cimento, betume, etc) para melhorar suas propriedades físicas. Os pavimentos mais simples são, basicamente, constituídos de base e revestimento.

O agregado siderúrgico é um material proveniente do processo de tratamento da escória de aciaria, que é um rejeito gerado na fabricação do aço. Segundo BRANCO, 2004, “no Brasil, cada tonelada de aço produz entre 70 e 170 kg de escória de aciaria e, por ano, são produzidas mais de 4 milhões de toneladas deste material”.

## 2. Escopo e desenvolvimento do trabalho

O projeto foi desenvolvido em cinco etapas:



Figura 1 – Processo de desenvolvimento do projeto

### 1- Identificação de Oportunidade:

A grande quantidade de empreendimentos residenciais da empresa e, conseqüentemente, o custo elevado com pavimentação asfáltica, ao mesmo tempo em que a empresa intensifica e busca desenvolver ações de sustentabilidade, percebemos a oportunidade do uso do agregado siderúrgico em substituição do solo brita na pavimentação das vias internas e externas dos condomínios, com redução de custo e relevante ação sustentável eliminando a utilização de britas naturais, cuja extração é agressiva ao meio-ambiente.



Ilustração do procedimento padrão, antes da implantação do projeto:

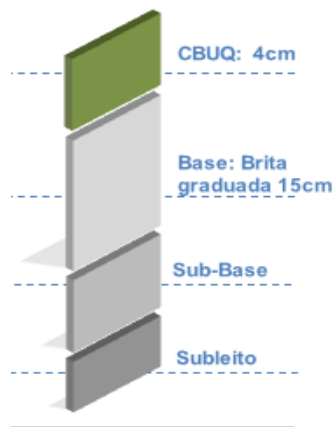


Figura 2 – Camadas de um pavimento asfáltico padrão

## 2- Estudo do Material

Para que fosse possível a implantação da substituição do solo brita pelo agregado siderúrgico, realizamos diversas visitas a planta de processamento da escória, além de estudos para avaliar a possibilidade de utilização do material. Definiu-se também a necessidade do acompanhamento de controle tecnológico durante a execução do pavimento, para garantir que o uso deste insumo não interferisse na qualidade do produto final.

Para garantia, principalmente da durabilidade, definiu-se a mistura do agregado siderúrgico com argila para melhor aproveitamento do material em uma proporção de 80% e 20%, respectivamente.



Figura 3 - Agregado Siderúrgico e argila prontos para início da mistura



Segundo o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) (1994), o agregado siderúrgico para uso em pavimentação deve obedecer aos seguintes limites:

- Máximo de 3,0% de expansão;
- Isentas de impurezas orgânicas, contaminação com escórias de alto forno, solos e outros materiais;
- Granulometria: 40,0% até 12,7 mm e 60,0% entre 12,7 e 50,8 mm de abertura nominal e atender a granulometria de projeto;
- Absorção de água: 1,0% a 2,0% em peso;
- Massa específica: 3,0 a 3,5 g/cm<sup>3</sup>;
- Massa unitária: 1,5 a 1,7 kg/dm<sup>3</sup>;
- Desgaste por abrasão Los Angeles: no máximo igual a 25,0% para sub-base, base e revestimento;
- Durabilidade ao sulfato de sódio: 0,0% a 5,0%, em 5 ciclos.

### 3- Estudo do Mercado

Foi realizado um estudo no mercado com objetivo de buscar informações e históricos da utilização desse material na pavimentação para que fosse aplicado da melhor maneira possível, evitando possíveis erros que foram cometidos anteriormente nesse procedimento. Por se tratar de uma aplicação pioneira no país, não encontramos referências ao uso do agregado siderúrgico na pavimentação de empreendimentos residenciais.

### 4- Implantação do Projeto

Com o material e procedimento de execução definidos, foi iniciado o projeto piloto da pavimentação asfáltica com utilização do agregado siderúrgico.



Figura 4 - Execução da base com a AS



Figura 5 - Aplicação do CBUQ sobre a base





## 5- Resultado

A qualidade do pavimento final foi considerada muito satisfatória. Vale destacar que todo o pavimento continuará sendo monitorado até o fim da construção do empreendimento, para garantir sua qualidade mesmo quando submetido ao fluxo intenso de máquinas pesadas utilizadas no canteiro.



Figura 6 - Pavimentação Asfáltica executada com escória.



Figura 7 – Pavimento Final

Abaixo, ilustração do novo procedimento de pavimentação asfáltica com utilização do agregado siderúrgico, alcançando seu objetivo de sustentabilidade e economia.



Figura 8 – Pavimento asfáltico com o agregado siderúrgico (proveniente da escória)

### 3. Resultados quantitativos

A utilização do agregado siderúrgico na execução da base da pavimentação asfáltica proporcionou a oportunidade de reciclagem de um material que representa um passivo ambiental, no que diz respeito ao descarte, ao mesmo tempo que proporciona uma economia financeira à empresa, devido ao baixo valor custo do agregado siderúrgico em relação as britas extraídas de jazidas naturais.

A alteração no processo da execução da pavimentação asfáltica reforçou a ideia de que os projetos de sustentabilidade podem trazer benefícios econômicos além dos ambientais.

#### Resultados econômicos

No primeiro projeto da empresa em que houve a implantação desta metodologia, foi alcançada uma redução de 20% dos custos diretamente ligados à pavimentação.

Como o projeto foi bem-sucedido, o mesmo será replicado aos demais empreendimentos na empresa onde é possível o uso do agregado siderúrgico. O potencial de economia pode atingir R\$ 3 milhões de reais. Essa economia foi calculada a partir da redução alcançada no projeto piloto aplicada para o volume estimado de pavimentação asfáltica da companhia.

Além dessa redução, destaca-se o aumento da produtividade da execução do serviço, uma vez que não existe dificuldade na obtenção do material, já que ele é gerado em larga escala e carece de uma destinação final.

Outro ponto que vale destaque é a geração de receita à siderúrgica pela venda do agregado siderúrgico, reduzindo os custos de armazenamento e processamento da escória.

#### Sustentabilidade Ambiental

A utilização do agregado siderúrgico traz benefícios ao meio ambiente por diversas razões. Primeiro, reduz a necessidade de consumo de recursos naturais primários e não-renováveis como brita, areia, etc. Segundo, reduz a quantidade armazenada em grandes aterros destinados a esse fim específico.

Em termos quantitativos, a alteração do processo apenas para esse projeto piloto, foram utilizadas aproximadamente 3.600 toneladas de escória, volume que seria extraído da natureza, e evitou ser descartado em aterro. Esse volume foi calculado multiplicando-se a metragem quadrada da pavimentação pela altura da base. E seguida, multiplicou-se pela densidade do material e pela porcentagem relativa a este material (80%).

A implantação nos demais empreendimentos da companhia, onde há a possibilidade do uso do agregado siderúrgico, evitará a extração de 180.000 toneladas, ou 7.200 carretas, de britas provenientes de pedreiras.

#### Impacto social

Destaca-se a influência positiva que esse projeto causou em todos os colaboradores envolvidos com a pavimentação do empreendimento, não apenas da empresa, mas do prestador de serviço que executou a pavimentação, reforçando que é possível promover a sustentabilidade com resultados positivos, com qualidade e redução de custo.

## **4. Resultados qualitativos**

#### Aceitação no Mercado

A idealização e implantação do projeto trazem consigo novas possibilidades na área da sustentabilidade, uma vez que é um projeto pioneiro e que trouxe resultados positivos tanto na qualidade do produto final quanto na redução de custos.

É esperado que outras construtoras sigam esse procedimento o que irá potencializar a redução da extração mineral destinada à construção civil.

Vale ressaltar que outros países estão mais avançados na utilização do agregado siderúrgico em comparação ao Brasil, não apenas na pavimentação, mas em aplicações de concreto, o que certamente irá influenciar as empresas a expandirem o uso do AS.

Inovação

O projeto traz consigo uma nova metodologia de execução de pavimentação. Fora do Brasil, esse método é mais utilizado, porém em nosso país sua utilização ainda pouco conhecida, certamente em função da ausência de normatização até recentemente.

Custo-benefício

Após a execução do serviço, ficou comprovado que é possível obter a mesma qualidade da pavimentação com o agregado siderúrgico, com boa relação de custo-benefício.

## 5. Considerações finais

Com a execução do projeto, foi possível confirmar a ideia de que construir de maneira sustentável também pode significar construir com economia.

Mediante os benefícios alcançados, podemos afirmar que haverá a multiplicação dessa nova metodologia para outras regiões do país onde a empresa possui atuação.

Com o adequado controle do material e certificando-se de que o mesmo esteja de acordo com as especificações técnicas necessárias, é possível que o uso do agregado siderúrgico se expanda para a aplicação em outros produtos, como os concretos e peças pré-moldadas, ampliando a sustentabilidade e economia dos processos.

Esse projeto reforçou a visão da empresa em relação a importância da sustentabilidade nos processos construtivos, e o potencial de geração de economia, certamente tornando-a ainda mais forte perante as demais empresas do setor em relação a inovação e sustentabilidade.





PRÊMIO CBIC DE INOVAÇÃO  
E SUSTENTABILIDADE  
21ª EDIÇÃO



Figura 9 - Vista superior do empreendimento onde foi implantado o projeto



Figura 10 - Vista da Frente do Empreendimento