

# A FORÇA DO CINTURÃO VERDE NO DESEMPENHO AMBIENTAL DA CST<sup>(1)</sup>

*Adilson Luiz Diesel*<sup>(2)</sup>  
*Eugenio Jose Agrizzi*<sup>(3)</sup>  
*Giovanna Cypriano Lage*<sup>(4)</sup>

## Resumo

Projetado inicialmente como parte integrante das áreas verdes da empresa, o Cinturão Verde da CST ganha vida própria enriquecida pela atividade de animais e plantas, sob a supervisão do homem, transformando-se em importante sistema de controle ambiental e comprovando a capacidade do ser humano de atuar aliado à natureza para preservar o meio ambiente. O desenvolvimento sustentável das áreas verdes da CST reforça a atuação do Cinturão Verde como um sistema de controle ambiental, otimizando suas funções na redução da ação dos ventos sobre as pilhas de estocagem de matérias primas, vias de tráfego e plantas de tratamento de resíduos, propiciando um efetivo controle das emissões fugitivas de poeira destas fontes, em conjunto com os sistemas de aspersão de água adotados nos pátios de estocagem e plantas de tratamento e, sistema de lavagem das vias de tráfego da usina. Em estudo realizado em 2003 pelo instituto de pesquisa Midwest Research Institute – MRI, foi comprovada a eficiência do Cinturão Verde da CST como sistema de controle ambiental através de medições de campo. Conforme os dados das estações meteorológicas do IEMA/SEAMA - órgão ambiental Estadual, em 2003 não ocorreram ventos com velocidade superior a 16,7 m/s, concluindo-se que o sistema de controle ambiental dos pátios de estocagem da CST, cinturão verde e sistema de aspersão de água alcançaram 100 % de eficiência, ou seja, não houve perda de matérias primas pela ação dos ventos.

**Palavras-chave:** cinturão verde, velocidade dos ventos, matérias primas.

---

(1) *Contribuição Técnica ao XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais - Internacional ABM - 16 a 18 de Maio de 2005 - Vitória ES - Brasil*

(2) *Especialista em Engenharia Ambiental da CST*

(3) *Especialista de Meio Ambiente da CST*

(4) *Consultora em Biologia da CST.*

## INTRODUÇÃO

A beleza dos diversos tons de verde e a vida que emana da biodiversidade da flora e fauna são características marcantes do Cinturão Verde implantado na CST, e que surpreendem os visitantes que chegam à usina pela primeira vez.

Projetado inicialmente como parte integrante do paisagismo o Cinturão Verde da CST ganha, dia a dia, vida própria enriquecida pela atividade de animais e plantas, sob a supervisão do homem, transformando-se em importante sistema de controle ambiental e comprovando a capacidade do ser humano de atuar aliado à natureza para preservar o equilíbrio do meio ambiente.



**Figura 1.** Vista Geral da CST



**Figura 2.** Vista do Cinturão Verde do Pátio de Carvão

De acordo com o Levantamento Quantitativo das Áreas Verdes da CST, são 5,9 Km<sup>2</sup> de vegetação nativa somada a 1,9 Km<sup>2</sup> de área reflorestada, o que resulta em mais da metade da área total da Companhia Siderúrgica de Tubarão (58 %) ocupada por vegetação. Formada por cerca de 2,6 milhões de árvores e arbustos que atingem 18 a 20 metros de altura, entre espécies nativas, frutíferas e de crescimento rápido, o Cinturão Verde é entremeado por oito lagoas naturais, numa composição ideal para ser o habitat de uma rica fauna que conta com insetos, pássaros, peixes, répteis, anfíbios e pequenos mamíferos.

O Cinturão Verde possui papel fundamental na redução da ação dos ventos sobre as pilhas de estocagem de carvão, minérios, coque e materiais finos, propiciando um efetivo e eficaz controle das possíveis emissões fugitivas dos pátios de estocagem em conjunto com os sistemas de aspersão de água adotados nestes pátios.



**Figura 3.** Vista do Cinturão Verde em harmonia com lagoa na área da CST

O Cinturão Verde é muito importante também na contenção de partículas em suspensão gerados pelo tráfego de veículos nas vias pavimentadas e não

pavimentadas, e como forma de amenizar a temperatura das áreas internas; diminuir o nível de ruídos e, conter os processos erosivos do solo.

A espessa formação do Cinturão Verde garante ainda um efetivo controle das emissões de material particulado (poeira) nas vias de tráfego da usina em conjunto com o sistema de lavagem e umectação das vias.



**Figura 4.** Pátio de Minérios da CST



**Figura 5.** Cinturão Verde nos controle de emissões das vias

## OBJETIVOS

Neste trabalho procuramos demonstrar como o Cinturão Verde da CST atua como um sistema de controle ambiental, garantido um adequado controle e desempenho ambiental da empresa e os excelentes resultados obtidos, dentre estes, a significativa redução das emissões atmosféricas da empresa nos últimos cinco anos e, que foram comprovados através de medições de campo realizadas pelo Midwest Research Institute – MRI em 2003 e 2004.

## METODOLOGIA

As medições de campo foram realizadas em pátios de estocagem de materiais (carvão, minérios, fundentes e pós), vias de tráfego e pátios de beneficiamento de resíduos e co-produtos, onde foi constatada a eficiência do Cinturão Verde no controle de emissões de material particulado (poeira) destas fontes, em função da redução da velocidade dos ventos que incidem sobre as mesmas.

O estudo executado pelo MRI conclui que o Cinturão Verde implantado na CST pode proporcionar uma redução na velocidade do vento de 50 a 80 %, e como a velocidade dos ventos é fator preponderante para as emissões fugitivas de material particulado em áreas abertas, esta redução permite um eficiente controle ambiental das emissões fugitivas em pátios de estocagem, vias de tráfego e pátios de beneficiamento.

As medições de campo realizadas nas fontes de emissões fugitivas de material particulado (poeira) na área da CST foram efetivadas utilizando-se metodologias desenvolvidas pelo instituto de pesquisa americano para determinação dos fatores de emissão, e que são adotados como padrão pela Agência Ambiental do governo americano - Environmental Protection Agency (EPA).

Estas metodologias são específicas para aplicação em conformidade com o tipo de fonte em análise. Assim tem-se para medições fugitivas, o método do Túnel de

Vento Portátil e, para pontos de transferências e áreas abertas, o método do Perfil de Exposição.

O método do túnel de vento baseia-se na técnica do balanço de massa contínuo para cálculo das taxas de emissão, não havendo necessidade de se assumir configurações para a pluma. Trata-se de uma técnica moderna que provê resultados precisos para o estudo do processo de erosão pelo vento sobre superfícies específicas de testes, contemplando uma grande faixa de velocidades do vento.



**Figura 6.** Vista de aplicação do Túnel de Vento Portátil em pilha de carvão da CST.

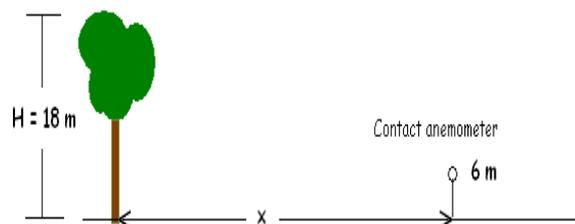
A segunda metodologia aplicada é o do perfil de exposição "exposure profiling" que pode ser aplicado a uma variedade de fontes, tais como as emissões em pontos de transferência de correias transportadoras, vias de tráfego pavimentadas ou não e áreas abertas.



**Figura 7.** Aplicação do método do Perfil de Exposição em via de tráfego

Sendo o potencial de erosão das pilhas de materiais função direta da velocidade do vento, utiliza-se como sistema primário de controle, medidas para redução da velocidade dos ventos, tendo em vista que se pode transladar a redução das velocidades dos ventos para uma equivalente eficiência de controle de erosão.

Portanto, a caracterização da eficiência dos sistemas formados pelo Cinturão Verde, torna-se um fator muito importante neste tipo de trabalho.



**Figura 8.** Metodologia para determinação da eficiência do Cinturão Verde

## RESULTADOS OBTIDOS

Os testes e medições realizadas pelo Midwest Research Institute – MRI e CEPEMAR comprovaram a eficiência do controle ambiental adotado pela CST em pátios de estocagem de materiais, vias de tráfego, pontos de transferência de correias transportadoras e pátios de beneficiamento de resíduos e co-produtos.

A eficiência do sistema de aspersão de água dos pátios de estocagem foi avaliada comparando-se os testes dos mesmos materiais sob condições secas e úmidas. Foi observado que a umidade aumenta substancialmente o valor da velocidade inicial de arraste para a maioria dos materiais.

Foi comprovado que para materiais que apresentaram elevados valores para a velocidade de arraste sem controle (sem sistema de aspersão - seco), a aspersão de água na pilha, aumenta consideravelmente a velocidade inicial de arraste (início da erosão) para ordem de até 100 % em relação à medição sem controle (seco). Em geral, a aspersão aumenta a velocidade inicial de arraste de 6,7 - 8,8 m/s para valores entre 11,1 a 15,5 m/s. Desta maneira, o programa de umectação atual é altamente eficaz para reduzir emissão de poeira causada pelo vento unicamente pelo aumento das velocidades iniciais de arraste.

O programa de umectação das pilhas não apenas retarda o começo da erosão, mas também proporciona controle adicional reduzindo o potencial de erosão a uma velocidade específica do vento. Quando estes efeitos são tomados em conjunto e aliado ao cinturão verde existente nos pátios, os sistemas de controle ambiental (aspersão de água e cinturão verde) proporcionam, no mínimo, 85 a 95 % do controle da erosão nas pilhas para a mesma velocidade do vento, atingindo 100 % para velocidades de vento menores que 16,7 m/s.

Em complemento aos testes com o Túnel de Vento Portátil, o teste do Perfil de Exposição foi usado para caracterizar emissões em operações de transferências de material, vias de tráfego e pátios de beneficiamento de resíduos e co-produtos.

Os testes das emissões fugitivas dos pontos de transferências de materiais resultaram em fatores de emissão muito inferiores (20 vezes) àqueles estabelecidos no “Compilation of Air Pollutant Emission Factors of EPA - AP 42”, tendo em vista que as condições operacionais para estes dados são para áreas abertas e alturas de queda muito elevadas (1,5 a 15 m), enquanto que nos pontos de transferências de

materiais da CST as áreas são totalmente confinadas e a altura de queda não superior a 0,5 m.



**Figuras 9 e 10.** Medições em pontos de transferência de correias transportadoras

De uma maneira geral, os sistemas de aspersão utilizados em pontos de transferência, pátios de beneficiamento de resíduos e co-produtos e a limpeza e lavagem das vias de tráfego apresentam elevada eficiência para o controle das emissões fugitivas destas atividades, atingindo índices de até 80 % de eficiência.

Destaca-se a grande eficiência do programa de limpeza e lavagem das vias de tráfego da empresa, pois as atividades de transporte por caminhões, ônibus ou veículos de passeio em vias de tráfego (pavimentadas ou não) são fontes significativas de emissões de poeira nos dias atuais, e o programa da CST proporciona uma redução de 80 % no potencial de emissões fugitivas das vias de tráfego.



**Figura 11 e 12.** Caminhões de lavagem de vias de tráfego de alta performance.

Em complemento aos testes de emissão um conjunto separado de estudos de campo foi realizado, com a medição da redução da velocidade dos ventos através do Cinturão Verde.

Constata-se que o cinturão verde proporciona uma redução de 50 a 80 % na velocidade do vento a uma distância de aproximadamente 5 a 10 vezes a altura do cinturão verde à jusante do vento, conforme a equação determinada pelas medições de campo.

$$R = 0.23 (x / H)^{0,43}$$

Onde,

R = razão entre a velocidade reduzida do vento para a velocidade da corrente livre a uma distância x do cinturão verde.

H = altura do cinturão verde

x = distância a jusante do cinturão verde

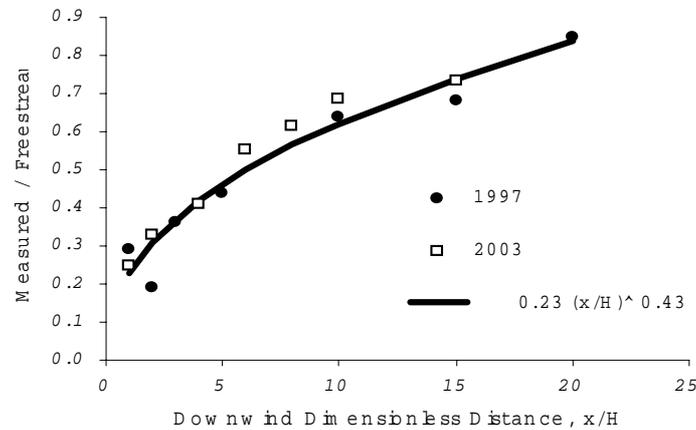


Figura 13. Equação obtida nas medições de campo do Cinturão Verde da CST

No caso da CST, onde a altura do cinturão verde atinge 18 metros (H), a uma distância de 10 vezes a altura do cinturão (180 metros), uma velocidade do vento de 10 m/s seria reduzida a uma razão de 0,64, ou seja, a velocidade real a 180 metros do cinturão verde seria de 6,4 m/s.

É importante destacar que na região onde a CST está instalada a velocidade média dos ventos é de 2,2 m/s, e a probabilidade de ocorrência de velocidades de ventos de 10 m/s ou maior é extremamente baixa (< 2,0 %).

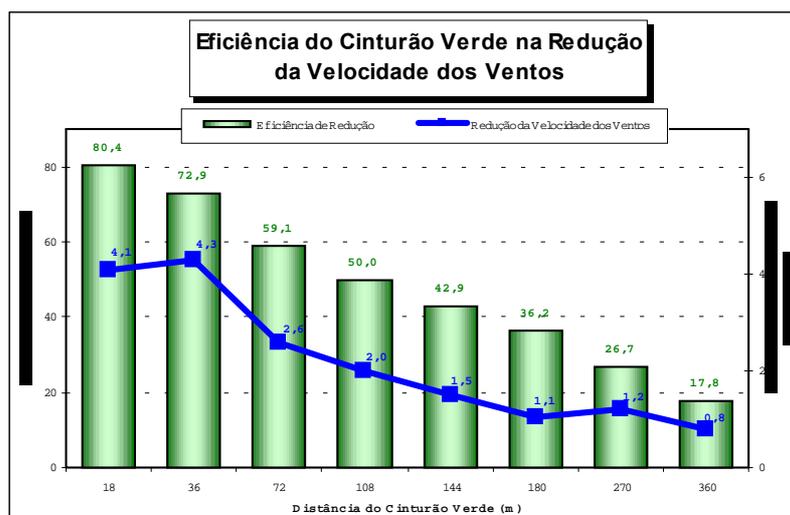


Gráfico 1. Redução da Velocidade dos Ventos pelo Cinturão Verde da CST

Com um adequado manejo e as melhorias e aperfeiçoamento do Cinturão Verde da CST obtido nos últimos anos, o mesmo torna-se um excelente sistema de controle ambiental, contribuindo para a redução das emissões de material particulado da empresa, conforme mostrado no Gráfico 2 abaixo:

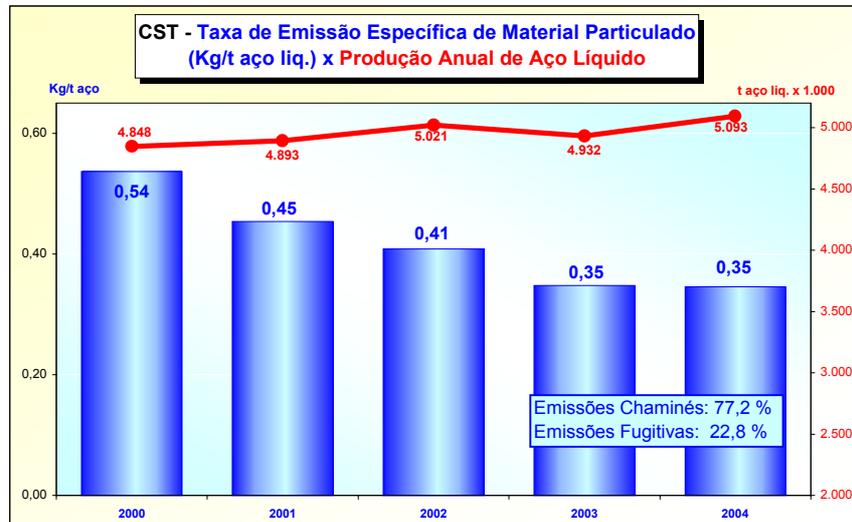


Gráfico 2. Redução das emissões de material particulado (poeira) da CST

## BIBLIOGRAFIA

1. AGRIZZI, E.J. Formação do cinturão verde da Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST. In: CURSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 2002, Vitória. 24 p.
2. AGRIZZI, E.J.; CHAMON, O. **Proposta de metodologia para revegetação florestal em áreas degradadas por atividades agropecuária, aplicável ao Estado do Espírito Santo.** Vitória. 1997. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Meio Ambiente) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1997.
3. CEPEMAR ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. **Determinação dos fatores de emissão específicas.** S.I., 1997. (RT064/97 - Set/1997 e RT036/97 - Out/1997).
4. COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO. **Levantamento quantitativo das áreas verdes (cinturão verde) da CST.** S.I., 2002. 15p. (Relatório interno)
5. COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO. **Taxas de emissão de material particulado e gases 2004 - CST - Jan/2005.** (Relatório interno)
6. DIESEL, A. L. **Controle ambiental em pátios de estocagem de matérias primas.** S.I.: CST, 1997.
7. DIESEL, A. L. **Tecnologias de controle de emissões de poeira em pátios de estocagem a céu aberto.** S.I.: CST, 1996.

8. GARCIA, A. **Projeto de enriquecimento e melhorias do Cinturão Verde da Usina Grande Vitória – Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, Cariacica – ES**. S.I.: Rhea Estudos & Projetos Ltda, 2003. 23 p. (Condicionante nº 3 – da Licença IEMA - LO-GAI 012/200).
9. INVENTÁRIO da Fauna do Parque Ecológico da CST. Vitória: CST/UFES, 1995. (Relatório técnico)
10. JESUS, R.M.; AGRIZZI, E.J.; KASHIMOTO, N.; RIBEIRO, R. J. **Revegetação da área industrial e a experiência da CST**: 1989: Serra/ES. S.n.t.. 25 p.
11. MIDWEST RESEARCH INSTITUTE. **Emission inventory field study for Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Final Report - Fev/2004**. S.I., 2004?
12. SMITH, W. H. Urban vegetation and air quality: In: NATIONAL URBAN FORESTRY CONFERENCE, USDA Forest Service. **Proceedings...** (ESF Publication 80 - 003, v.1, p. 98 – 113,1978.)
13. UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Compilation of air pollution emission factors**. 5.ed. S.I., 1995. (AP 42).
14. UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **National technical guidance air pathway analyses procedure for superfund applications**. V.2: Estimates at Superfund Sites. S.I., 1989. (EPA 450/1 89 002a).

# THE FORCE OF THE GREEN BELT IN THE CST'S ENVIRONMENTAL PERFORMANCE <sup>(1)</sup>

*Adilson Luiz Diesel <sup>(2)</sup>  
Eugenio Jose Agrizzi <sup>(3)</sup>  
Giovanna Cypriano Lage <sup>(4)</sup>*

## **Abstract**

Projected initially as integral part of the green areas of the company, the CST's Green Belt earns a living enriched by the activity of animals and plants, under the man's supervision, becoming important system of environmental control and proving the human being's capacity of ally to act to the nature to preserve the environment. The sustainable development of the green areas of CST reinforces the performance of the Green belt as a system of environmental control, optimizing their functions in the reduction of the action of the winds on the piles of raw material yards, traffic roads and plants of wastes treatment, providing a effective control of the fugitive emissions of dust in these sources, together with the water spraying system adopted in the stockpiling and treatment plants and system of washing of the traffic roads. In study accomplished in 2003 by the Midwest Research Institute - MRI, was proven the efficiency of the CST's Green Belt as system of environmental control through field measurements. According to the data of the meteorological stations of IEMA/SEAMA - Environmental Agency of the State, in 2003 didn't happen winds with superior speed to 16,7 m/s, concluding that the environmental control system of CST's raw material yards, green belt and water spraying system reached 100% of efficiency, in other words, there was not raw material losses for the action of the winds.

**Key-words:** green belt, wind speed, raw material

---

*(1) Technical contribution to the XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais - International ABM - May 16 to 18, 2005 – Vitória – ES – Brazil*

*(2) Environment Engineering Specialist of CST*

*(3) Environment Specialist of CST*

*(4) Biology Consultant of CST*