

# Cinturão Verde:

## Sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço

Aureliano Nogueira da Costa  
(Organizador)



 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

# Cinturão Verde:

## Sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço

Aureliano Nogueira da Costa  
(Organizador)



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

ArcelorMittal, arquivos internos

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



# Cinturão verde: sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Aureliano Nogueira da Costa

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C575 Cinturão verde: sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço / Organizador Aureliano Nogueira da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0002-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.028223003>

1. Reserva da Biosfera do Cinturão Verde (São Paulo, SP). 2. Aço. 3. Sustentabilidade. I. Costa, Aureliano Nogueira da (Organizador). II. Título.

CDD 333.7098161

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.





GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO  
*Secretaria da Agricultura,  
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



ArcelorMittal

## EQUIPE DE PESQUISA

Ações desenvolvidas no projeto **Cinturão Verde** para avaliar o desempenho de espécies florestais nativas e exóticas do Bioma Mata Atlântica, como quebra-ventos arbóreos em pátios de estocagem de carvão e minério, comparado com ambiente com baixo estresse abiótico, deram subsídio para a elaboração desta publicação.

Pesquisadores do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e profissionais que prestam serviços à Fundação de Desenvolvimento e Inovação Agro Socioambiental do Espírito Santo (Fundagres Inovar), da ArcelorMittal e de outras instituições parceiras estão inseridos na equipe de autoria desta publicação.

Entretanto, para a condução dos trabalhos de pesquisa, específicos do projeto, enalteçemos e destacamos a participação dos profissionais que contribuiram diretamente para o sucesso deste trabalho e conseqüentemente, para a publicação desta obra:

**Aureliano Nogueira da Costa** - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper.

**Bernardo Enne Corrêa da Silva** – Biólogo, Especialista em Gestão Ambiental, Gerente de Sustentabilidade e meio Ambiente da ArcelorMittal Tubarão.

**Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho** - Engenheiro Florestal, Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, Gerente de Agroecologia e Produção Vegetal da SEAG.

**Adelaide de Fátima Santana da Costa** - Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper.

**Diolina Moura Silva** - Bióloga, Doutora em Fisiologia Vegetal, Professora da UFES.

**Fabio Favarato Nogueira** - Engenheiro Florestal, Pesquisador Bolsista da Fundagres Inovar.

**Roberta Cristina Cotta Duarte Conde** - Engenheira Agrônoma e Bióloga, Pesquisadora Bolsista da Fundagres Inovar.

**Marco Aurélio de Abreu Bortolini** - Engenheiro Ambiental, Especialista em Educação Ambiental e Sustentabilidade, Pesquisador Bolsista da Fundagres Inovar.

**Charles Falk** -Tecnólogo de Nível Superior em Saneamento Ambiental, MBA em Gestão Ambiental, Pesquisador Bolsista da Fundagres Inovar.

**Letícia Pereira Rocha** - Engenheira de Produção, Pesquisadora Bolsista da Fundagres Inovar.

## PREFÁCIO

A história do Cinturão Verde da ArcelorMittal Tubarão teve início nos primórdios da produção de aço na então Companhia Siderúrgica de Tubarão, a qual entrou em operação em 1983. O Cinturão Verde nasceu a partir de um viveiro de mudas, idealizado para produzir espécies florestais heterogêneas que seriam destinadas ao plantio na antiga área de pastagens de animais que deu origem a essa importante siderúrgica.

As mudas foram plantadas pelos empregados que apoiaram a iniciativa de recomposição verde na área industrial para criar uma barreira natural de redução da velocidade dos ventos nos pátios de estocagem, além de trazer maior embelezamento, sombreamento e melhoria da qualidade de vida. O resultado desse trabalho pode ser visto hoje em uma extensa e variada área verde que abriga inúmeras espécies da fauna e flora, com cerca de 2,6 milhões de árvores plantadas. Seu legado é considerado um ativo ambiental de referência em cobertura verde e biodiversidade na Grande Vitória, motivo de grande orgulho para a Empresa!

Para garantir a contínua evolução desse arrojado trabalho, a empresa firmou o que é considerada uma das mais importantes parcerias público-privadas para o desenvolvimento de ações estratégicas de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas áreas de silvicultura e meio ambiente do Estado do Espírito Santo: o **Projeto Cinturão Verde**. Projeto esse realizado entre a ArcelorMittal e o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), autarquia ligada à Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), que foi concebido para desenvolver pesquisas que identifiquem as melhores espécies (e combinações entre elas) para plantio na área, gerando não só uma eficiente barreira, mas também todos os benefícios atrelados à área verde.

Preservar e gerir os recursos naturais de forma eficiente e responsável faz parte das 10 diretrizes do desenvolvimento sustentável da ArcelorMittal, que tem o compromisso com as gerações futuras de produzir um aço sustentável.

Esta publicação traz os resultados desse intenso trabalho e almeja servir como importante fonte bibliográfica para estudantes, profissionais e demais interessados na área de meio ambiente.

Bernardo Enne Corrêa da Silva - ArcelorMittal Tubarão

## APRESENTAÇÃO

Os Cinturões Verdes, quebra-ventos ou *windbreaks* são considerados sistemas agroflorestais lineares de árvores e arbustos, dispostos em direção perpendicular aos ventos dominantes, que coadunam tecnologia, inovação e sustentabilidade em prol do meio ambiente.

Em regiões com incidência de ventos muito fortes e grande perda da umidade do solo, o Cinturão Verde pode contribuir para a manutenção dessa umidade e redução da temperatura, o que propicia condições favoráveis à biodiversidade, além de reduzir a erosão provocada pelo impacto da chuva no solo. Têm sido também utilizados, pelo setor industrial, como barreira de redução da velocidade dos ventos, para minimizar o potencial de arraste de partículas em pátios de estocagem de insumos. A escolha das espécies mais adequadas, quanto à adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais, é o passo inicial para o sucesso de sua implantação.

Esta obra, intitulada ***Cinturão Verde: sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço***, apresenta resultados de pesquisas realizadas com o intuito de identificar as espécies agronômicas e florestais para a composição de quebra-ventos, em ambiente industrial, na ArcelorMittal Tubarão. Para maior eficácia, foi realizado um estudo comparativo entre o desenvolvimento das plantas em ambiente industrial, diretamente influenciado pela ação antrópica, e em ambiente livre de ação antrópica, em condições naturais de Mata Atlântica.

Nos diferentes capítulos desta publicação, são apresentados os trabalhos de avaliação da capacidade das espécies em suportar as variações nas condições ambientais e sua adaptação à presença de materiais particulados, destacando-se as respostas ao manejo de solo e sua interferência nas características física e química; disponibilidade de nutrientes e recomendação de adubação; presença de matéria orgânica; monitoramento de metais pesados; respostas aos tratamentos culturais; análises dendrométricas, qualitativas e de sobrevivência; comportamento fisiológico, como também retenção de materiais particulados pelo dossel vegetativo.

Agradecemos aos autores pela contribuição para o sucesso desta obra.

Aureliano Nogueira da Costa – Incaper / Fundagres Inovar

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### ORIGEM E APLICAÇÃO DE QUEBRA-VENTOS

Aureliano Nogueira da Costa  
Cesar Junio de Oliveira Santana  
Adelaide de Fátima Santana da Costa  
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho  
Maria da Penha Padovan  
Letícia Pereira Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230031>

### **CAPÍTULO 2..... 20**

#### CINTURÃO VERDE DA ARCELORMITTAL TUBARÃO

Bernardo Enne Corrêa da Silva  
João Bosco Reis da Silva  
Ramon Melo Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230032>

### **CAPÍTULO 3..... 35**

#### ESTUDOS DE EFICIÊNCIA DE CONTROLE DO CINTURÃO VERDE

Bernardo Enne Corrêa da Silva  
João Bosco Reis da Silva  
Guilherme Corrêa Abreu  
Luciana Corrêa Magalhães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.028223003>

### **CAPÍTULO 4..... 43**

#### ESPÉCIES ARBÓREAS PARA INSTALAÇÃO DE QUEBRA-VENTOS

Aureliano Nogueira da Costa  
Reynaldo Campos Santana  
Cesar Junio de Oliveira Santana  
Israel Marinho Pereira  
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho  
Charles Falk

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230034>

### **CAPÍTULO 5..... 53**

#### METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES AGRONÔMICAS E FLORESTAIS COMO QUEBRA-VENTOS EM AMBIENTES SIDERÚRGICOS

Aureliano Nogueira da Costa  
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho  
Adelaide de Fátima Santana da Costa  
Diolina Moura Silva

Bernardo Enne Corrêa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230035>

**CAPÍTULO 6..... 69**

**FERTILIDADE DE SOLOS DE CINTURÃO VERDE EM AMBIENTES INDUSTRIAIS**

Aureliano Nogueira da Costa  
Bernardo Enne Corrêa da Silva  
Rogério Carvalho Guarçoni  
Adelaide de Fátima Santana da Costa  
Marco Aurélio de Abreu Bortolini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230036>

**CAPÍTULO 7..... 87**

**DIAGNOSE FOLIAR E NUTRIÇÃO DE ESPÉCIES AGROFLORESTAIS CONDUZIDAS EM CINTURÃO VERDE**

Aureliano Nogueira da Costa  
Bernardo Enne Corrêa da Silva  
Rogério Carvalho Guarçoni  
Fabio Favarato Nogueira  
Roberta Cristina Cotta Duarte Conde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230037>

**CAPÍTULO 8..... 124**

**AVALIAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE ESPÉCIES AGROFLORESTAIS EM CINTURÃO VERDE**

Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho  
Bernardo Enne Corrêa da Silva  
Fabio Favarato Nogueira  
Aureliano Nogueira da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230038>

**CAPÍTULO 9..... 134**

**EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DE ESPÉCIES AGROFLORESTAIS UTILIZADAS COMO CINTURÃO VERDE EM AMBIENTES SIDERÚRGICOS**

Diolina Moura Silva  
Thaís Araujo dos Santos  
Xismênia Soares Silva Gasparini  
Pedro Mazzocco Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0282230039>

**CAPÍTULO 10..... 152**

**RETENÇÃO DE MATERIAIS PARTICULADOS PELO CINTURÃO VERDE NOS PÁTIOS DE MINÉRIO E CARVÃO DA ARCELORMITTAL TUBARÃO: ESTUDO DE CASO**

Aureliano Nogueira da Costa

Charles Falk  
Letícia Pereira Rocha  
Marco Aurélio de Abreu Bortolini  
Roberta Cristina Cotta Duarte Conde  
Adelaide de Fátima Santana da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02822300310>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 162**

**SOBRE OS AUTORES ..... 163**

Data de aceite: 08/02/2022

**Bernardo Enne Corrêa da Silva**

**João Bosco Reis da Silva**

**Ramon Melo Gonçalves**

### 1 | INTRODUÇÃO

Líder mundial na produção de aço, o Grupo ArcelorMittal está presente em mais de 60 países, com unidades industriais e representações comerciais. Possui fontes próprias de matérias-primas (minério de ferro e carvão mineral) e uma ampla rede de distribuição. Sua gestão é embasada nos pilares da sustentabilidade, qualidade e liderança. O Grupo tem como uma de suas orientações estratégicas o investimento contínuo em tecnologia e inovação, buscando, por meio de pesquisa e desenvolvimento, a consolidação e a ampliação de sua liderança (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2018a).

Assim, para a ArcelorMittal Tubarão, a conservação da biodiversidade é um dos temas centrais do Desenvolvimento Sustentável, com investimentos em controles ambientais, desenvolvimento de novas tecnologias e apoio a áreas de conservação para a garantia de uso adequado dos recursos naturais de forma a atender às demandas atuais, mantendo-se as condições de qualidade de vida das futuras

gerações (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2018b).

Dentro deste contexto de sustentabilidade, a empresa primou por implantar, em seu complexo, uma extensa área verde, denominada Cinturão Verde, estando em contínuo desenvolvimento.

Dentre as ações desenvolvidas no Cinturão Verde, destacam-se o reflorestamento, a manutenção de áreas verdes, os estudos de levantamento de fauna e flora, de conservação de espécies da fauna, de manejo das espécies do cinturão verde, bem como o monitoramento da qualidade dos ambientes.

### 2 | INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Maior produtora de aços planos e longos da América Latina e do Brasil, a ArcelorMittal Brasil opera 27 unidades. Sua capacidade de produção anual é de 13 milhões de toneladas de aço, além de 7,1 milhões de toneladas de minério de ferro.

A ArcelorMittal Aços Planos América Latina – Brasil é constituída pelas empresas ArcelorMittal Tubarão, ArcelorMittal Vega, ArcelorMittal Contagem e suas filiais. Suas unidades industriais operam integradas, produzindo laminados a quente, a frio, revestidos e produtos beneficiados com alto padrão de qualidade, tendo como foco a produção de aços planos de alta qualidade para atender às

demandas dos mais exigentes setores, além de se manter alinhada com as orientações corporativas que delinearão uma nova abordagem para a sustentabilidade do Grupo, traçando-se as diretrizes para o Desenvolvimento Sustentável, em que se pode destacar o uso eficiente dos recursos e altos índices de reciclagem e o uso confiável do ar, da terra e da água, além do uso responsável de energia, ajudando a criar um futuro com baixa emissão de carbono, com uma posição de vanguarda em Gestão Ambiental.

A ArcelorMittal Tubarão, unidade de produção integrada de aços planos, estrategicamente localizada na região da Grande Vitória, Estado do Espírito Santo, no Sudeste brasileiro, possui uma área total de 13,5 milhões de m<sup>2</sup>, sendo que a usina ocupa 7 milhões de m<sup>2</sup>. A unidade está junto a um complexo logístico com uma malha rododiferroviária que inclui a Estrada de Ferro Vitória-Minas, a Ferrovia Centro Atlântica e as Rodovias BR 101 e BR 262. Além disso, é integrada a um complexo portuário considerado como um dos mais eficientes do mundo, com destaque para o porto de Praia Mole, o qual possui um Terminal de Produtos Siderúrgicos que favorece a disponibilidade de insumos e matérias-primas, assim como o transporte de produtos para os mercados interno e externo.

Ao longo dos anos, a empresa registrou algumas alterações em sua composição acionária, até sua integração à ArcelorMittal, sendo denominada ArceelorMittal Tubarão, antes Companhia Siderúrgica de Tubarão. Desde o início de sua operação, em novembro de 1983, a empresa segue uma gestão orientada pela busca contínua da inovação e da qualidade de processos e produtos, tendo investido continuamente em novas tecnologias. Apresenta uma capacidade de produção anual de 7,5 milhões de toneladas de aço em placas e bobinas a quente, o que possibilita a geração de aproximadamente 5,4 mil empregos diretos e 5,1 mil empregos indiretos.

Desde a elaboração do projeto de construção da ArcelorMittal Tubarão, ainda na década de 70, a gestão ambiental é uma prioridade. A Empresa já nasceu com a visão de se tornar referência, com uma planta dotada de sistemas de controle ambientais complexos e eficientes.

A ArcelorMittal Tubarão está na vanguarda das organizações comprometidas com a sustentabilidade, um conceito que faz parte de seus valores, de sua estratégia e de sua rotina. Desde o início de sua operação, acumula investimentos de mais de US\$ 800 milhões em equipamentos e sistemas de controle ambiental. A melhoria do Sistema de Gestão Ambiental está diretamente associada à melhoria do desempenho ambiental, com um grande cuidado com os Indicadores Ambientais.

A produtora de aço destaca-se internacionalmente pelo índice de 94% de reaproveitamento dos coprodutos industriais, superando a média do setor, que gira em torno de 80%. Os resíduos gerados na ArcelorMittal Tubarão são reciclados para uso interno, doados ou comercializados como matéria-prima para as mais diversas aplicações. Utiliza mais de 96% de água do mar em seu processo e valores inferiores a 4% de água

doce, o que lhe garante o menor índice de consumo industrial de água doce do Brasil, devido ao elevado índice de recirculação, que atinge patamares superiores a 97%. Além disso, é autossuficiente em energia elétrica desde 1997.

Com respeito ao aquecimento global, a empresa também foi pioneira na implantação de mecanismos de desenvolvimento limpo, sendo a primeira produtora de aço a validar e registrar um projeto de créditos de carbono no Comitê Executivo das Nações Unidas (UNFCCC), o que lhe rendeu a condição de primeira empresa no ramo a comercializar créditos de carbono no mercado mundial.

### 3 | IMPLANTAÇÃO DO CINTURÃO VERDE

O conceito de Cinturão Verde adotado na sua implantação foi definido por Nowak et al. (2001), os quais estabelecem como Cinturão Verde a soma de toda a vegetação lenhosa que circunda e envolve os aglomerados urbanos, desde pequenas comunidades rurais até grandes regiões metropolitanas. Estas florestas urbanas são ecossistemas compostos pela interação entre sistemas naturais e sistemas antropogênicos (NOWAK et al., 2001).

As florestas de proteção assumem diferentes objetivos e podem contribuir para regularizar a vazão dos cursos d'água e manter a sua qualidade; minimizar a erosão; conservar a biodiversidade, propiciando *habitats* para a vida silvestre; criar espaços para a recreação, assim como proteger áreas urbanas das poluições industrial e sonora; proteger áreas da ação dos ventos; contribuir para o sequestro de CO<sub>2</sub> na atmosfera e restaurar paisagens degradadas.

### 4 | HISTÓRICO DO CINTURÃO VERDE E ESTUDOS DE BIODIVERSIDADE

Atualmente, contando com mais de 700 hectares no entorno da usina, o Cinturão Verde abriga cerca de 2,6 milhões de árvores e arbustos e oito diferentes Áreas de Preservação Permanente (APP), contemplando lagoas, brejos, mangues e praias. Estudos de mapeamento das áreas de preservação foram realizados para a identificação dessas áreas e uso das informações nas ações de manejo.

Existe nos domínios territoriais da empresa um complexo de ecossistemas lacustres formado por sete lagoas, que estão compreendidas dentro da área de influência do empreendimento.

A vegetação encontrada nos limites da área da empresa é típica da Mata Atlântica e de seus ecossistemas associados, com predominância da formação Floresta de Tabuleiro.

A vegetação da Mata Atlântica de Tabuleiro está limitada a extensos trechos planos, ora denominados platôs, onde a vegetação se apresenta em estágio sucessional inicial, considerando-se o porte dos indivíduos, a composição florística predominante e o histórico

de ocupação desses locais. Por sua vez, os trechos recobertos por vegetação em estágio sucessional médio, também se considerando os mesmos critérios citados anteriormente, compreendem basicamente os ambientes de encostas (grotas) associados a corpos d'água.

Geologicamente, a área da ArcelorMittal Tubarão pertence à Formação Barreiras e está localizada em uma plataforma terciária, que é composta de sedimentos argilosos. Originalmente, o relevo da área era de forma ondulada, caracterizada como platôs litorâneos, com altitudes de até 40 metros. Entretanto, parte da área com aproximadamente 700 hectares foi terraplanada em função da implantação da usina no início da década de 80, conforme a Figura 1 (RHEA, 2003).

A vegetação natural predominante era formada por alguns elementos arbóreos e arbustivos de capoeira na parte central e de restinga na orla marítima. A cobertura era caracterizada por pastagens abandonadas e alguns resquícios arbóreos em plena degradação.



Figura 1 - Imagem aérea no início da década de 80.

Fonte: O Autor.

## 5 | RECUPERAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

A partir da revegetação da área iniciada na década de 80, a qual permitiu a propagação de diversas espécies de fauna e flora nas áreas da empresa (Figura 2), estudos técnicos foram desenvolvidos em busca de mapear o potencial biológico existente,

definindo assim ações de manejo de fauna e flora, além do constante monitoramento da qualidade dos ambientes.



Figura 2 - Imagem aérea no início de 2000.

Fonte: O Autor.

## 5.1 Estudo de Levantamento de Fauna e Flora

Desde 2003, estudos de levantamento de fauna e flora contemplando o mapeamento de uso do solo, em porcentagem, foram realizados nas áreas da empresa por meio de consultorias especializadas (Gráfico 1).

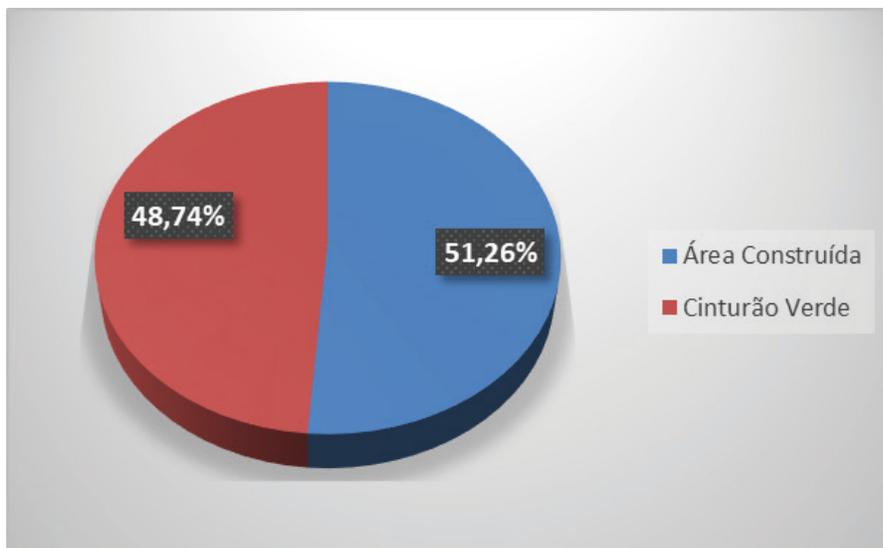


Gráfico 1 - Uso e ocupação do solo da ArcelorMittal Tubarão.

Fonte: O Autor.

O levantamento mais recente foi realizado entre 2012 e 2013 em parceria com o Instituto Terra, contemplando uma área de 781 ha do Cinturão Verde da Empresa. Todo o trabalho foi desenvolvido seguindo metodologias internacionais de referência para esses estudos, com as devidas licenças ambientais requeridas para as equipes realizarem o manejo de fauna durante o processo de identificação das espécies (INSTITUTO TERRA, 2013).

O estudo teve como objetivo realizar o monitoramento da composição e estrutura da fauna e cobertura florestal para fins de diagnóstico da qualidade ambiental. Para esse levantamento de informações, foram realizadas seis campanhas de levantamento de campo distribuídas em um período de 12 meses.

De forma a facilitar os trabalhos, a área do Cinturão Verde da Empresa foi dividida em três setores (Figura 3), com coleta de dados em campo para aves e mamíferos nos anos de 2012 e 2013.

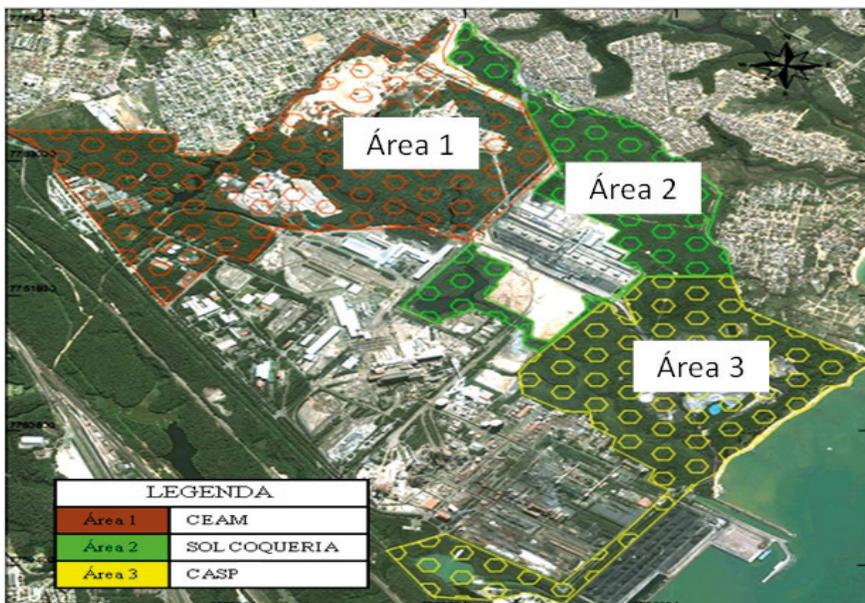


Figura 3 - Mapa da divisão das três áreas definidas para o monitoramento faunístico.

Fonte: O Autor.

Pelo Gráfico 2, pode-se observar também a distribuição do porte das espécies registradas nas áreas naturais da ArcelorMittal Tubarão durante as seis campanhas de campo realizadas.

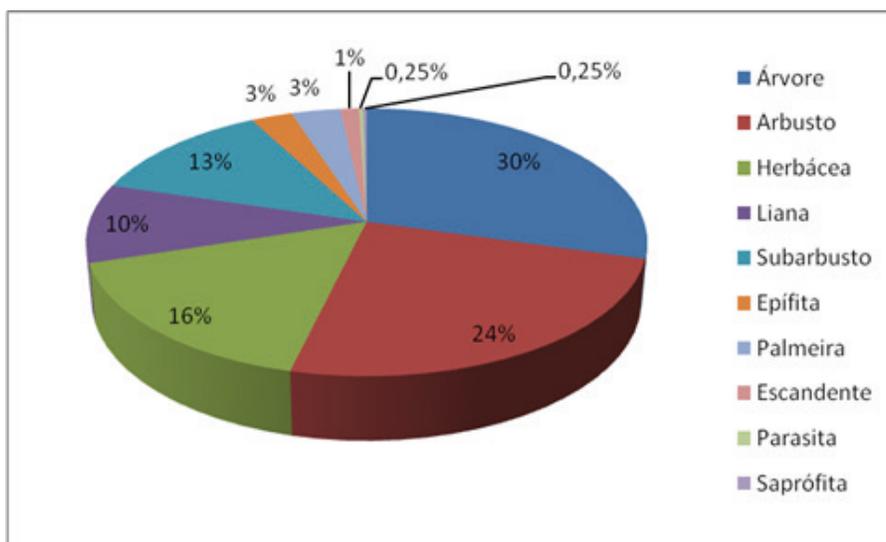


Gráfico 2 – Distribuição do porte das espécies registradas nas áreas naturais da ArcelorMittal Tubarão durante as seis campanhas de campo realizadas.

Fonte: O Autor.

Os grandes destaques desse trabalho foram a constatação da riqueza e composição das espécies de aves, sendo identificadas 161 espécies pertencentes a 49 famílias (Gráfico 3), como também a riqueza e composição das espécies de mamíferos, sendo identificadas 11 espécies pertencentes a 4 famílias (Gráfico 4).



Gráfico 3 - Avifauna com total de indivíduos amostrados e quantidade de espécie registradas.

Fonte: O Autor.

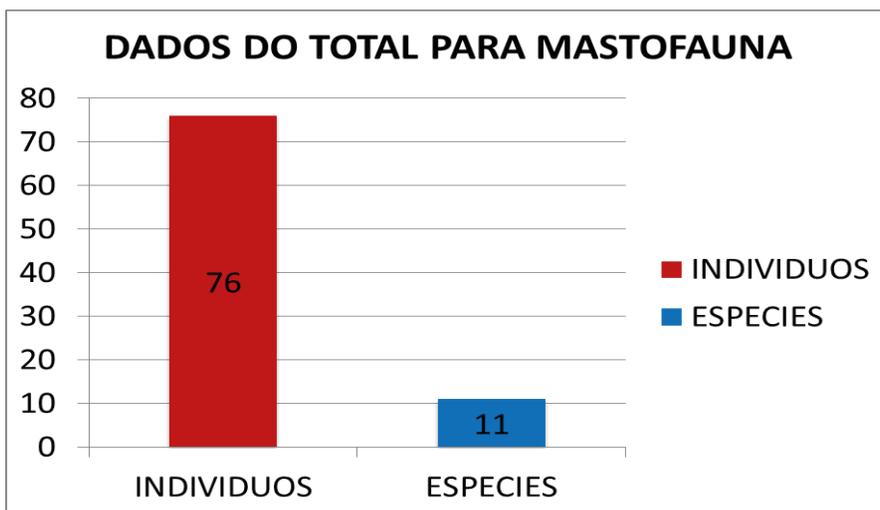


Gráfico 4 - Mastofauna com total de indivíduos amostrados e quantidade de espécie registradas.

Fonte: O Autor.

Dentre as espécies listadas, 14 espécies de aves e 5 espécies de mamíferos são consideradas endêmicas para o Brasil e/ou Mata Atlântica (Tabela 1).

NÍVEL	ESPÉCIES AVIFAUNA
BRASIL (EN)	(06) Barbudo-rajado ( <i>Malacoptila striata</i> ), Choca-de-sooretama ( <i>Thamnophilus ambiguus</i> ), Casaca-de-couro-da-lama ( <i>Furnarius figulus</i> ), Teque-teque ( <i>Todirostrum poliocephalum</i> ), Saira-douradinha ( <i>Tangara cyanoventris</i> ), Sanhaçu-de-encontro-azul ( <i>Tangara cyanoptera</i> ).
MATA ATLÂNTICA (ATL)	(08) Murucututu-de-barriga-amarela ( <i>Pulsatrix koeniswaldiana</i> ), Barbudo-rajado ( <i>Malacoptila striata</i> ), Choca-de-sooretama ( <i>Thamnophilus ambiguus</i> ), Teque-teque ( <i>Todirostrum poliocephalum</i> ), Tié-sangue ( <i>Ramphocelus bresilius</i> ), Sanhaçu-de-encontro-azul ( <i>Tangara cyanoptera</i> ), Saira-douradinha ( <i>Tangara cyanoventris</i> ), Corrupião ( <i>Icterus jamaicensis</i> ).
NÍVEL	ESPÉCIES MASTOFAUNA
BRASIL (EN)	(1) Sagüi-de-cara-branca ( <i>Callithrix geoffroyi</i> ).
MATA ATLÂNTICA (ATL)	(4) Esquilo ( <i>Guerlinguerus mangram</i> ), Cuica ( <i>Marmosops cama</i> ), Gamba ( <i>Didelphis aurita</i> ), Ouriço-preto ( <i>Chaetonyx subspinosus</i> ).

EN – Espécie endêmica do Brasil (EISENBERG; REDFORD, 1999)

ATL – Espécies endêmicas para Mata Atlântica (FONSECA et al., 1996)

Tabela 1 – Espécies endêmicas para o Brasil e Mata Atlântica.

Fonte: O Autor.

As áreas naturais da ArcelorMittal Tubarão representam um importante remanescente vegetal dos ecossistemas floresta de tabuleiro e de restinga na região metropolitana do Estado do Espírito Santo, tendo em vista a urbanização do local que levou a fragmentação da cobertura florestal original (Figura 8).

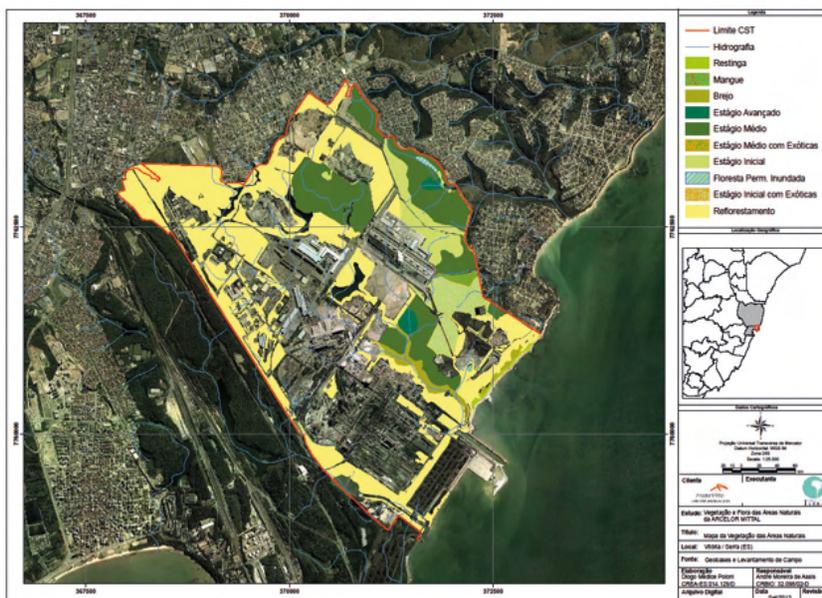


Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo das áreas da ArcelorMittal Tubarão.

Fonte: O Autor.

As tipologias vegetais encontradas na área da empresa, incluindo alguns fragmentos bem preservados, abrigam um grande número de espécies nativas da mata atlântica (398), pertencentes a 97 famílias, comumente encontradas nesse bioma.

Em praticamente todas as áreas analisadas, predominam espécies com dispersão do tipo biótica, ou seja, realizada por animais que têm, nesses ambientes naturais, fonte de recursos alimentícios. Mesmo as áreas de reflorestamentos onde predominam táxons exóticos, são registradas espécies de plantas autóctones resultantes de processos de regeneração natural, revelando interação com a fauna local nos processos de dispersão de sementes.

Esses estudos de levantamento de fauna e flora permitiram a empresa identificar novos campos de ação na pesquisa e conservação. Um exemplo foi a observação de população de Jacarés do Papo Amarelo (*Caiman latirostris*) habitando as lagoas da Empresa.

Em 2015, foi iniciada uma parceria com o Instituto Marcos Daniel, prevendo estudos da espécie, com identificação da população através de levantamento de campo, com aplicação de métodos estatísticos e avaliação da taxa de reprodução, biometria, hábitos alimentares e saúde.

Esse levantamento, além de bioindicador da qualidade do ambiente, serve como base para a proposição de um plano de manejo e conservação de Jacaré do Papo Amarelo, desdobrando-se em ações de educação ambiental e subsídios para ampliação da área de abrangência do estudo para todo o Espírito Santo, tendo em vista a importância dessa espécie na Mata Atlântica e sua relação na cadeia trófica.

## 6 | MANEJO DO CINTURÃO VERDE

Em razão da sua importância ambiental, a Empresa desdobra uma série de ações de manejo das áreas verdes de forma a garantir a perpetuação e o desenvolvimento das espécies encontradas no Cinturão Verde.

As ações partem da premissa de engajamento dos empregados, colaboradores, e comunidades através da conscientização. Durante as atividades, são abordados temas relativos à importância na preservação da biodiversidade, cuidados com o meio ambiente e uso consciente dos recursos naturais. Parte dessas atividades são desenvolvidas no Centro de Educação Ambiental (CEA), em um ambiente com infraestrutura apropriada para o desenvolvimento das atividades educacionais.

Conforme destacado, além do seu papel na propagação da fauna e flora, o Cinturão Verde atua adicionalmente como um importante sistema de controle ambiental, no que tange à redução da emissão de material particulado proveniente da ação eólica em pilhas ou durante o processo de manuseio de matérias-primas.

Em relação ao controle de emissões, estudos técnicos com instituição de renome internacional foram realizados ao longo dos anos de forma a mensurar sua eficiência na retenção do material particulado, evidenciando sua função de quebra-vento e atuação da mitigação de impactos ambientais.

O histórico de estudos, metodologias e resultados obtidos será apresentado no Capítulo 3.

A concepção do Cinturão Verde com função de equipamento de controle ambiental exige um rígido acompanhamento e manutenção das áreas como quebra-vento em torno dos pátios de estocagem. Tal qual um equipamento de processo recebe inspeções, manutenções preventivas e melhorias ao longo do tempo, o Cinturão Verde parte da mesma tratativa.

Nesta função de quebra-vento, destacam-se o Cinturão dos Pátios de Carvão e Minérios (Figura 5), ambos utilizados na estocagem de matérias primas, e Pátios de Escória e do Centro de Armazenamento de Coprodutos (CASP), área responsável pelo beneficiamento e armazenagem temporária de coprodutos.





Figura 5 - Imagem do Cinturão Verde do Pátio de Carvão.

Fonte: O Autor.

De forma a garantir seu pleno desenvolvimento, as ações de manejo nestes pátios são executadas por uma equipe dedicada e especializada em manutenção de áreas verdes.

Essa equipe conta com efetivo que atua em ações de plantio de novas mudas, manutenção mecânica, controle de pragas, adubação e aplicação de corretivos de solo e umectação (Figura 6).





Figura 6 - Imagem dos novos taludes implantados, em desenvolvimento.

Fonte: O Autor.

A avaliação prévia e o monitoramento das condições do solo da região do Cinturão Verde são as bases para as prescrições de adubos e corretivos de solo de forma a criar ambiente com características que permitam o pleno desenvolvimento das espécies. Amostras são coletadas com uso de uma sonda manual, obtendo-se amostras compostas representativas nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm do solo.

As mudas selecionadas para plantio são em grande parte desenvolvidas em viveiro próprio, localizada no Centro de Educação Ambiental. Este viveiro possui capacidade de desenvolvimento de 15.000 mudas.

Em caso de necessidade de compra externa de mudas, os viveiros externos passam por uma avaliação prévia quanto à qualidade das espécies.

As amostras são coletadas nas áreas de projeção das copas das plantas, objetivando coletar o solo próximo à região de absorção dos nutrientes pelo sistema radicular das espécies.

As amostras coletadas são analisadas, em laboratórios credenciados, quanto às características físicas e químicas do solo. A partir dessa análise, caso haja necessidade, é recomendada a correção e adubação das áreas e posterior técnicas de manejo.

Referente à umectação, a Empresa iniciou melhorias, em 2015, com a implantação de um sistema de fertirrigação no Pátio de Carvão. Esse sistema permite uma distribuição mais homogênea da água na umectação, combinando elementos corretivos de solo e

adubos durante a aspersão de forma automatizada.

Este projeto de irrigação foi expandido, em 2016, para áreas do Pátio de Carvão e Pátio de Minérios, conforme apresentam as Figuras 7 e 8.



Figura 7 – Sistema de fertirrigação.

Fonte: O Autor.



Figura 8 – Pontos atualmente atendidos pelo sistema de fertirrigação.

Fonte: O Autor.

A umectação do Cinturão Verde nos principais pontos dos pátios de estocagem é realizada por meio de sistemas de fertirrigação. Esses sistemas permitem a umectação controlada.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a estratégia de implementação de Cinturão Verde nas áreas da ArcelorMittal Tubarão como premissa adotada desde o início de operação da empresa na década de 80, a biodiversidade de fauna e flora encontrada atualmente retrata o sucesso da iniciativa, demonstrando não só a importância da área verde no aspecto ecológico, mas também como indicador da qualidade do ambiente no qual está inserido. Novos estudos no campo da biodiversidade permitirão a continuidade das ações de educação ambiental, fornecimento de dados para o meio acadêmico e desdobramento de ações que garantam a preservação do ambiente.

Para as áreas industriais, as ações diferenciadas de manejo nas áreas verdes no entorno de pátios de estocagem, visto seu controle das emissões atmosféricas pela função de quebra-vento, é uma estratégia que alia a biodiversidade com a sustentabilidade do negócio.

## REFERÊNCIAS

ARCELORMITTAL TUBARÃO. **Quem somos:** missão, visão e valores. Disponível em: <https://www.arcelormittal.com>. Acesso em: 7 maio 2018a.

ARCELORMITTAL TUBARÃO. **Sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.arcelormittal.com>. Acesso em: 7 maio 2018b.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics - the central neotropics:** Ecuador, Peru, Bolívia, Brazil. v. 3. Chicago, USA: The University of Chicago Press. 1999. 610 p.

FONSECA, G. A. B. da; HERRMANN, G.; LEITE, Y. L. R.; MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; PATTON, J. L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil.** Occasional papers in conservation biology. Belo Horizonte: Conservation International / Fundação Biodiversitas, 1996. 38 p. (Conservation International. Occasional Paper, 4).

NOWAK, D. J.; NOBLE, M. H.; SISINNI, S. M.; DWYER, J. F. People and trees: Assessing the US Urban Forest Resource. **Journal of Forestry**, v. 99, n. 3, p. 37 - 42, 2001.

RHEA - Estudos e Projetos Ltda. **Caracterização da vegetação em áreas do projeto de expansão da CST.** Vitória: CST. Nov. 2003. 31 p. (Relatório Técnico: Rhea 28/3).

ESTUDO INSTITUTO TERRA. Monitoramento da fauna e flora na área do cinturão verde da ArcelorMittal Tubarão. Aimorés – MG. Set. 2013. 151 p.

## SOBRE OS AUTORES

**ADELAIDE DE FÁTIMA SANTANA DA COSTA-** Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/0095551253223381>

**AURELIANO NOGUEIRA DA COSTA-** Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/0286550882565992>

**BERNARDO ENNE CORRÊA DA SILVA-** Biólogo, Especialista em Gestão Ambiental, Gerente de Sustentabilidade e Meio Ambiente - ArcelorMittal Tubarão. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/6134491231055828>

**CESAR JUNIO DE OLIVEIRA SANTANA-** Engenheiro Florestal, Doutor em Engenharia Florestal - Manejo Florestal Remsoft Integrator Technology, REMSOFT. Canadá  
<http://lattes.cnpq.br/5101276943283128>

**CHARLES FALK-** Tecnólogo de nível superior em Saneamento Ambiental, MBA em Gestão Ambiental, Pesquisador-bolsista da Fundagres Inovar. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/4513341962615510>

**DIOLINA MOURA SILVA-** Bióloga, Doutora em Fisiologia Vegetal, Professora da UFES. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/0341541450627705>

**FABIO FAVARATO NOGUEIRA-** Engenheiro Florestal, Pesquisador-bolsista da Fundagres Inovar. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/5763251948745059>

**GUILHERME CORRÊA ABREU** - Engenheiro Industrial Mecânico, Doutor em Engenharia Mecânica, Gerente Geral de Relações Institucionais de Sustentabilidade - ArcelorMittal Brasil. Belo Horizonte – MG  
<http://lattes.cnpq.br/7644840213741072>

**ISRAEL MARINHO PEREIRA**- Engenheiro Florestal, Doutor em Engenharia Florestal, Professor da UFVJM Diamantina – MG  
<http://lattes.cnpq.br/4731214583033664>

**JOÃO BOSCO REIS DA SILVA**- Engenheiro Mecânico, MBA Gestão de Negócios e Especializações em Gestão Ambiental e Qualidade e Produtividade. Gerente Geral de Sustentabilidade e Relações Institucionais - ArcelorMittal Tubarão. Vitória - ES

**LETICIA PEREIRA ROCHA**- Engenheira de Produção, Pesquisadora-bolsista da Fundagres Inovar. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/9345301196430200>

**LUCIANA CORRÊA MAGALHÃES**- Engenheira Metalurgista, Mestre em Engenharia Mecânica, Gerente de Meio Ambiente e Coprodutos ArcelorMittal Aços Longos Brasil – Industrial, Metálicos e Comercial. Belo Horizonte – MG  
<http://lattes.cnpq.br/2630964884982007>

**MARIA DA PENHA PADOVAN**- Bióloga, Doutora em Sistemas Agroflorestais, Agente de Desenvolvimento Rural do Incaper. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/1491523303247538>

**MARCO AURÉLIO DE ABREU BORTOLINI**- Engenheiro Ambiental, Especialista em Educação Ambiental e Sustentabilidade, Pesquisador-bolsista da Fundagres Inovar. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/7058579783181610>

**PEDRO LUÍS PEREIRA TEIXEIRA DE CARVALHO**- Engenheiro Florestal, Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, Gerente de Agroecologia e Produção Vegetal - SEAG. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/5151792967632926>

**PEDRO MAZZOCCO PEREIRA**- Biólogo, Doutor em Biologia Vegetal - UFES. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/4312892719856159>

**RAMON MELO GONÇALVES**- Especialista em Patologia da Construção Civil – ArcelorMittal Tubarão. Vitória – ES

**REYNALDO CAMPOS SANTANA**- Engenheiro Florestal, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pós-Doutor pela University of Florida/UF, Professor da UFVJM . Diamantina - MG  
<http://lattes.cnpq.br/3588575605488750>

**ROBERTA CRISTINA COTTA DUARTE CONDE**- Engenheira Agrônoma e Bióloga, Pesquisadora-bolsista da Fundagres Inovar. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/672469855829620>

**ROGÉRIO CARVALHO GUARÇONI**- Engenheiro Agrícola, Doutor em Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/2239890092242136>

**THAÍS ARAUJO DOS SANTOS**- Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal, Pós-doutoranda em Biologia Vegetal - UFES. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/1391606489278570>

**XISMÊNIA SOARES SILVA GASPARINI**- Bióloga, Mestre em Biologia Vegetal, Doutoranda em Biologia Vegetal - UFES. Vitória - ES  
<http://lattes.cnpq.br/1150395422533450>

# Cinturão Verde:

## Sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# Cinturão Verde:

## Sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

