

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)



 **Atena**
Editora
Ano 2022

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

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.





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 contribuíram 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

AVALIAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE ESPÉCIES AGROFLORESTAIS EM CINTURÃO VERDE

Data de aceite: 08/02/2022

Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho

Bernardo Enne Corrêa da Silva

Fabio Favarato Nogueira

Aureliano Nogueira da Costa

1 | INTRODUÇÃO

Dendrometria é um ramo das ciências florestais que tem por objetivo identificar o volume das árvores e suas respectivas partes, para estimar ou determinar quantitativamente os recursos florestais numa determinada área. Também inclui o estudo do crescimento das árvores por meio da evolução temporal de variáveis de interesse como os diâmetros, alturas ou volumes de fustes, com aplicação de princípios básicos da matemática, estatística, geometria e física, tornando possível inferir sobre diversos aspectos de povoamentos florestais.

Assim, as variáveis dendrométricas de altura total da árvore e o diâmetro à altura do peito (DAP), rigorosamente medido à altura de 1,30 metros, são fundamentais para a estimação de área basal, volume, crescimento, incremento anual, comparação de variáveis dentre outros parâmetros (BRUCE; SCHUMACHER, 1950; GOMES, 1957).

Para o setor florestal, a dendrometria é

de suma importância, pois gera embasamento técnico ao gestor florestal para a elaboração de planos silviculturais, manejo e exploração florestal, além de proporcionar o conhecimento das condições de desenvolvimento e sustentabilidade de florestas plantadas ou naturais.

Dessa forma, a dendrometria surge para atender às diversas finalidades florestais, como a necessidade de interpretação com exatidão do quanto uma determinada floresta, plantada ou natural, produzirá de determinado produto (ENCINAS et al., 2002).

Além dos parâmetros de dendrometria, existem os parâmetros qualitativos, por meio de avaliações visuais, que somam aos parâmetros quantitativos no conhecimento e observação da situação de árvores e povoamentos florestais, contemplando a identificação de problemas, incidência de pragas e doenças, danos provocados por ações externas, subsidiando intervenções para o manejo da vegetação (MILANO; DALCIN, 2000).

Dessa forma, neste capítulo, são apresentados os resultados de avaliação dos parâmetros dendrométricos e qualitativos das espécies implantadas como quebra-ventos nas áreas experimentais da ArcelorMittal Tubarão, utilizando-se como base de comparação o desenvolvimento dessas espécies em condições naturais de Mata Atlântica, seguindo

a metodologia apresentada no Capítulo 5 deste livro.

2 | AVALIAÇÕES DENDROMÉTRICAS E QUALITATIVAS

Os dados amostrais foram transformados visando à normalidade da distribuição dos erros, homogeneidade das variâncias e aditividade dos efeitos dos fatores de variação. Ainda assim, os dados não atingiram a normalidade e homogeneidade das variâncias, e por isso foi usado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para avaliar se os ambientes e/ou as espécies exercem influência significativa sobre a forma do fuste.

2.1 Altura das Árvores

A altura das árvores foi medida para avaliar a taxa de crescimento, visando inferir sobre a adaptação das espécies aos diversos ambientes, bem como a sua importância e implantação nos diversos extratos que compõem o Cinturão Verde. Verifica-se, na Tabela 1, o crescimento diferenciado das diversas espécies em cada um dos ambientes estudados.

A análise fatorial comparativa entre os ambientes da Mata Atlântica e os industriais permite avaliar a diferença estatística entre o crescimento das espécies entre os locais de instalação das áreas experimentais.

A análise fatorial comparando os três ambientes permite avaliar se houve diferença significativa quanto ao crescimento das plantas para cada espécie, para recomendação de uso como quebra-ventos.

As espécies *Corymbia citriodora* e *Senna macranthera* apresentaram crescimento superior nos ambientes de Pátio de Minério, com 7,73 m, e Pátio de Carvão, com 3,35 m, respectivamente.

Espécie	Mata Atlântica (m)	Pátio de Carvão (m)	Pátio de Minério (m)
<i>Acacia auriculiformis</i>	3,24 A* de**	3,45 A d	3,64 A c
<i>Acacia mangium</i>	8,74 A a	4,92 B bc	4,29 B c
<i>Bauhinia forficata</i>	3,05 A e	3,20 A de	-
<i>Corymbia citriodora</i>	6,42 B c	5,77 B ab	7,73 A a
<i>Corymbia torelliana</i>	7,55 A b	5,97 B a	6,30 B b
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	2,61 A e	2,39 A e	2,57 A d
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4,15 A d	4,05 A cd	4,04 A c
<i>Senna macranthera</i>	1,59 B f	3,35 A de	1,95 B d
Média	4,67	4,14	4,36

*Letras maiúsculas e iguais na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância e comparam os ambientes

**Letras minúsculas e iguais na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância e comparam as espécies dentro dos ambientes.

Tabela 1 - Altura média para cada espécie, avaliada aos 30 meses de implantação do ensaio.

Fonte: O Autor.

A análise comparativa das plantas de *Corymbia citriodora* e *Senna macranthera* nos pátios industriais foi superior à verificada para esses parâmetros no ambiente Mata Atlântica, 6,42 m e 1,59 m. Esses resultados destacam as diferentes capacidades de adaptação das espécies avaliadas quanto aos ambientes independentes da ação antrópica, enfatizando que o ambiente industrial não interferiu no crescimento dessas espécies.

As espécies *Acacia auriculiformis*, *Schinus terebinthifolius*, *Handroanthus heptaphyllus* apresentaram crescimento semelhante nos ambientes dos pátios industriais e no ambiente da Mata Atlântica, não diferindo significativamente entre os ambientes. Os resultados observados corroboram os resultados obtidos para as espécies anteriores, mostrando mais uma vez que não foi observado o efeito dos ambientes industriais para essas três espécies, quando comparado com o ambiente da Mata Atlântica, considerado unidade de referência sem interferência antrópica.

A *Corymbia torelliana* foi a única espécie que apresentou maior crescimento no ambiente Mata Atlântica quando comparado com o crescimento nos ambientes dos pátios industriais.

A espécie *Bauhinia forficata* não sobreviveu nas condições do Pátio de Minério, demonstrando sua sensibilidade nesse ambiente. Entretanto, essa espécie se destacou no Pátio de Carvão. O seu desenvolvimento foi semelhante ao ambiente Mata Atlântica, não apresentando diferença significativa entre esses dois ambientes.

A representação gráfica dos resultados para a altura de plantas, em metros, está apresentada no Gráfico 1, para melhor visualização comparativa das espécies nos três ambientes.

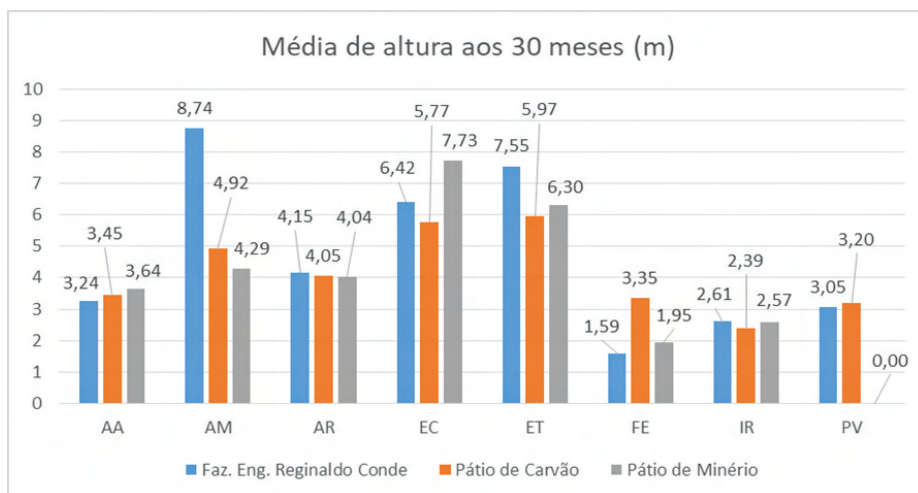


Gráfico 1 - Crescimento em altura (metros) aos 30 meses de desenvolvimento (AA) - *Acacia auriculiformis*; (AM) *Acacia mangium*; (AR) *Schinus terebinthifolius*; (EC) *Corymbia citriodora*; (ET) *Corymbia torelliana*; (FE) *Senna macranthera*; (IR) *Handroanthus heptaphyllus*; (PV) *Bauhinia forficata*.

Fonte: O Autor.

2.2 Diâmetro à Altura do Peito

Na Tabela 2 e no Gráfico 2 são demonstrados os dados de diâmetros médios coletados em campo para os ambientes industriais e de Mata Atlântica, incluindo a comparação de médias por meio do teste Tukey.

Espécie	Mata Atlântica(cm)	Pátio de Carvão (cm)	Pátio de Minério (cm)
<i>Acacia auriculiformis (Aa)</i>	2,16 B* c**	3,03 A c	3,58 A b
<i>Acacia mangium (Am)</i>	9,11 A a	3,99 B c	4,18 B b
<i>Bauhinia forficata (Pv)</i>	2,10 A c	2,40 A c	-
<i>Corymbia citriodora (Ec)</i>	4,65 C b	6,18 B b	8,31 A a
<i>Corymbia torelliana (Et)</i>	7,94 A a	8,07 A a	8,11 A a
<i>Handroanthus heptaphyllus (Ir)</i>	2,28 A c	3,24 A c	2,92 A b
<i>Schinus terebinthifolius (Ar)</i>	2,53 A c	3,82 A c	3,44 A b
<i>Senna macranthera (Fe)</i>	2,09 A c	2,70 A c	0,74 B c
Média	4,11	4,18	4,47

*Letras maiúsculas e iguais na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância e comparam os ambientes

**Letras minúsculas e iguais na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância e comparam as espécies dentro dos ambientes.

Tabela 2 - Diâmetro médio do fuste para cada espécie, expresso em centímetros aos 30 meses de implantação do ensaio.

Fonte: O Autor.

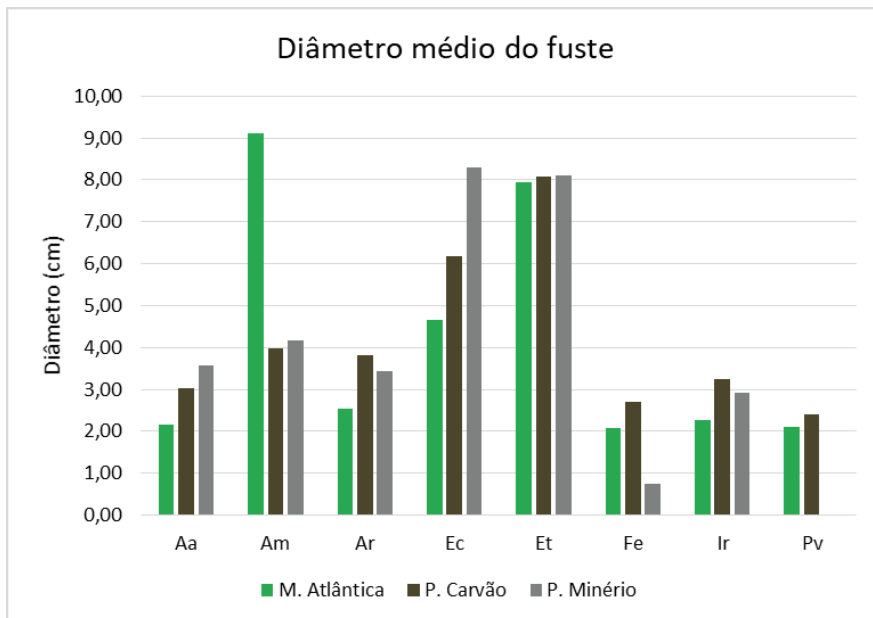


Gráfico 2 - Diâmetro médio do fuste para cada espécie, expresso em centímetros aos 30 meses de implantação do ensaio.

Fonte: O Autor.

Para a fazenda Eng. Reginaldo Conde, ambiente de Mata Atlântica, foi observado o desenvolvimento superior das espécies *Acacia mangium* e *Corymbia torelliana*, com 9,11 cm e 7,94 cm, respectivamente, não havendo diferença estatística entre as médias dos diâmetros para essas duas espécies.

Em seguida, observou-se a espécie *Corymbia citriodora*, apresentando desenvolvimento de 4,65 cm em diâmetro, diferenciando-se de todas as espécies desse ambiente.

As demais espécies estudadas apresentaram desenvolvimento inferior, não havendo diferença estatística e apresentando diâmetros médios, que variaram entre 2,09 cm e 2,53 cm.

Já no ensaio implantado no Pátio de Carvão, o destaque foi para *Corymbia torelliana*, apresentando desenvolvimento diamétrico de 8,07 cm, diferindo-se de todas as outras espécies estatisticamente.

Em segundo lugar, assim como observado na fazenda Eng. Reginaldo Conde, a espécie *Corymbia citriodora* aparece isolada com diâmetro de 6,18 cm.

As demais espécies apresentaram desenvolvimento inferior às duas anteriormente citadas, não diferindo entre si estatisticamente e variando entre 2,14 cm e 3,99 cm, com destaque para a *Acacia mangium*, que, na fazenda Eng. Reginaldo Conde, obteve o melhor desenvolvimento em diâmetro, não se repetindo para o Pátio de Carvão.

No ensaio desenvolvido no Pátio de Minério, as espécies que tiveram destaque foram *Corymbia torelliana* e *Corymbia citriodora*, observando as médias de diâmetro de 8,31 cm e 8,11 cm, respectivamente.

O menor desenvolvimento foi observado em *Senna macranthera*, com apenas 0,74 cm, diferindo-se de todas as outras espécies.

As demais espécies se encontram na faixa intermediária de desenvolvimento, variando entre 2,92 cm e 4,18 cm.

Bauhinia forficata não apresentou adaptação ao ambiente, ocorrendo a mortalidade de todas as espécies no ensaio desenvolvido no Pátio de Minério.

Quando se comparou a interação entre os três ambientes, observou-se que *Acacia auriculiformis* obteve desenvolvimento estatístico maior nos Pátios de Carvão e de Minério, diferindo-se do desenvolvimento observado na fazenda Eng. Reginaldo Conde, demonstrando boa adaptação ao ambiente industrial.

Outra espécie que demonstrou boa adaptação ao ambiente industrial, em especial ao Pátio de Minério, foi *Corymbia citriodora*, havendo diferença estatística entre os três ambientes estudados, observando dados diamétricos de 8,31 cm, 6,18 cm e 4,65 cm para o Pátio de Minério, Pátio de Carvão e ambiente de Mata Atlântica, respectivamente.

As espécies *Schinus terebinthifolius*, *Corymbia torelliana* e *Handroanthus heptaphyllus* apresentaram desenvolvimento estatístico iguais nos 3 ambientes estudados, demonstrando também boa adaptação aos ambientes industriais quando comparamos com ambientes com baixa ação antrópica.

As espécies *Senna macranthera* e *Bauhinia forficata* apresentaram desenvolvimentos iguais estatisticamente na fazenda Eng. Reginaldo Conde e Pátio de Carvão, demonstrando adaptação ao ambiente industrial da região do Pátio de Carvão. Já no ambiente de Pátio de Minério, houve menor adaptação, principalmente para *Bauhinia forficata*, onde foi observado 100% de mortalidade das plantas.

A espécie que apresentou o menor desenvolvimento no ambiente industrial para a característica de Diâmetro de Altura do Peito (DAP) foi *Acacia mangium*, em que houve superioridade estatística no desenvolvimento apenas das plantas situadas na Fazenda Eng. Reginaldo Conde, demonstrando menor adaptação ao ambiente industrial.

2.3 Forma do Tronco

As características da forma do tronco, avaliadas de acordo com a atribuição de notas, levando em consideração a tortuosidade do tronco, em que a nota 5 foi atribuída para tronco ausente de tortuosidade e a nota 1 atribuída ao tronco extremamente tortuoso, conforme Figura 10 apresentada no Capítulo 5, encontram-se na Tabela 3.

Espécie	Mata Atlântica	PE de Carvão	PE de Minério
<i>Acacia auriculiformis</i>	3,33	3,86	3,65
<i>Acacia mangium</i>	4,03	3,80	3,67
<i>Bauhinia forficata</i>	3,17	3,50	-
<i>Corymbia citriodora</i>	3,99	4,51	4,61
<i>Corymbia torelliana</i>	4,58	4,12	4,27
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	4,36	4,08	3,97
<i>Schinus terebinthifolius</i>	2,96	2,58	2,06
<i>Senna macranthera</i>	2,75	3,46	4,00
Média	3,65	3,74	3,75

Tabela 3 - Nota média da condição de tortuosidade do fuste para as espécies analisadas no ensaio aos 30 meses.

Fonte: O Autor.

2.4 Avaliação do Fuste Quanto a Bifurcações e Polifurcações

Os resultados de avaliação do fuste, de acordo com a altura das bifurcações e polifurcações, conforme padronização apresentada na Figura 11, do Capítulo 5, onde a nota 5 foi atribuída a plantas com ausência de bifurcação, 4 atribuída a plantas que apresentaram bifurcação acima de 40 centímetros, 3 para bifurcação abaixo de 40 centímetros, 2 para

fustes polifurcados acima de 40 centímetros e 1 para fustes polifurcados abaixo dos 40 centímetros, são apresentados na Tabela 4.

As espécies *Corymbia citriodora* e *Corymbia torelliana* apresentaram baixos percentuais de indivíduos bifurcados ou polifurcados, principalmente na base e mantiveram fuste único em mais de 80% e 60% dos indivíduos, respectivamente.

Por outro lado, as demais espécies apresentaram altos percentuais de bifurcações e polifurcações, e, em alguns casos mais acentuados, nos Pátios de Minério e de Carvão, provavelmente devido ao estresse abiótico, principalmente o *spray* marinho, que em parte do ano, quando o vento sul predomina, tem interferido nas condições experimentais, causando queima de ponteiro e induzindo a bifurcações ou polifurcações das árvores. Porém, outras espécies naturalmente apresentaram altos percentuais de bifurcações ou polifurcações nos três locais, por ser uma característica inerente da espécie, como é o caso da *Schinus terebinthifolius*.

Espécie	Local	Bifurcações ou polifurcações na base (1 e 3)	Bifurcações ou polifurcações acima (2 e 4)	Fuste Único (5)
<i>Acacia auriculiformis</i>	Mata Atlântica	6,90%	62,10%	31%
	Minério	10,50%	79%	10,50%
	Carvão	30,80%	53,80%	15,40%
<i>Acacia mangium</i>	Mata Atlântica	5,90%	38,20%	55,90%
	Minério	0%	100%	0%
	Carvão	30,80%	23,10%	46,10%
<i>Bauhinia forficata</i>	Mata Atlântica	60%	20%	20%
	Minério	-	-	-
	Carvão	37,50%	25%	37,50%
<i>Corymbia citriodora</i>	Mata Atlântica	4,20%	4,20%	91,60%
	Minério	10%	0%	90%
	Carvão	5%	15%	80%
<i>Corymbia torelliana</i>	Mata Atlântica	0%	22,70%	77,30%
	Minério	2,20%	20%	77,80%
	Carvão	2,30%	37,20%	60,50%
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Mata Atlântica	3,10%	75%	21,90%
	Minério	53,30%	46,70%	0%
	Carvão	52%	36%	12%
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Mata Atlântica	48,20%	44,40%	7,40%
	Minério	75%	25%	0%
	Carvão	69,20%	30,80%	0%
<i>Senna macranthera</i>	Mata Atlântica	75%	25%	0%
	Minério	100%	0%	0%
	Carvão	37,50%	37,50%	25%

Tabela 4 - Percentual de fustes únicos, bifurcações e polifurcações do fuste para as espécies analisadas no ensaio aos 30 meses.

Fonte: O Autor.

3 I SOBREVIVÊNCIA

A taxa de sobrevivência das espécies é de extrema importância, tanto para possibilitar uma maior eficiência do Cinturão Verde na redução da velocidade dos ventos incidentes nas pilhas de estocagem de minério e carvão, quanto para a indicação de espécies resistentes aos ambientes do parque industrial.

Na Tabela 5 e Gráfico 3, observa-se que a maior taxa de sobrevivência foi no ambiente da Mata Atlântica, visto a proximidade com ambientes naturais, e a não existência de fatores externos, como a deposição de particulado sobre as plantas (Pátio de Minério) e a exposição ao *spray* marinho (Pátio de Carvão).

Espécie	Mata Atlântica	PE de Carvão	PE de Minério
<i>Acacia auriculiformis (Aa)</i>	80,56%	37,14%	54,29%
<i>Acacia mangium (Am)</i>	94,44%	36,11%	11,11%
<i>Bauhinia forficata (Pv)</i>	69,44%	22,86%	0,00%
<i>Corymbia citriodora (Ec)</i>	70,59%	60,61%	80,00%
<i>Corymbia torelliana (Et)</i>	100,00%	91,49%	84,91%
<i>Handroanthus heptaphyllus (Ir)</i>	86,49%	67,57%	78,95%
<i>Schinus terebinthifolius (Ar)</i>	93,10%	89,66%	77,42%
<i>Senna macranthera (Fe)</i>	11,11%	19,44%	29,40%
Média	75,72%	53,11%	59,44%

Tabela 5 - Porcentagem de sobrevivência total para as espécies analisadas no ensaio aos 30 meses.

Fonte: O Autor.

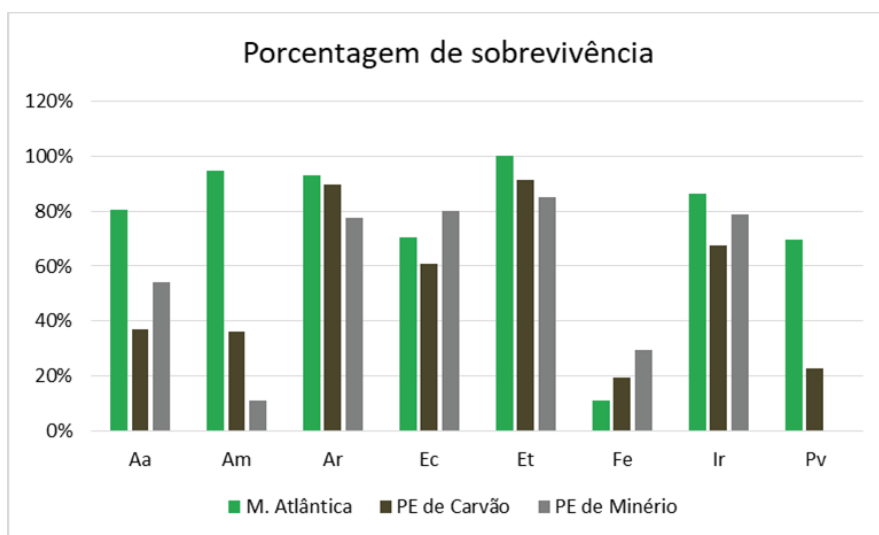


Gráfico 3 - Porcentagem de sobrevivência total para as espécies analisadas no ensaio aos 30 meses.

Fonte: O Autor.

A superioridade no ambiente da Mata Atlântica se deu para os indivíduos de *Corymbia torelliana*, em que foram observadas taxa de sobrevivência de 100% na avaliação final aos 30 meses. A espécie com menor taxa de sobrevivência observada foi *Senna macranthera*, em que apenas 11,11% dos indivíduos sobreviveram. Os demais indivíduos apresentaram sobrevivência próxima ao esperado em ambientes com plantios mistos adensados, onde a competição por luz, nutriente e água se intensificam.

Para o ambiente do Pátio de Carvão, a espécie que se destacou foi novamente *Corymbia torelliana*, seguida de *Schinus terebinthifolius*, observando taxa de sobrevivência de 91,49% e 89,66% respectivamente. As espécies *Handroanthus heptaphyllus* e *Corymbia citriodora* atingiram taxas de sobrevivência intermediária para o ambiente, com 67,57% e 60,61% respectivamente. Todas as outras espécies utilizadas atingiram valores baixos de sobrevivência.

O valor médio geral de sobrevivência para o Pátio de Carvão foi o menor entre os três ambientes. Pode-se considerar como principal ponto negativo sua proximidade com o oceano, com formação de spray marinho rico em cloreto de sódio (NaCl), elemento esse que ocasiona, em plantas não adaptadas, a queima de gema apical e má formação de tecido vegetal (WANG; NIL, 2000).

No ambiente do Pátio de Minério, a espécie *Bauhinia forficata* atingiu 100% de mortalidade aos 30 meses após o plantio, sendo tal espécie considerada inadequada para recomendação nas condições avaliadas. No Pátio de Carvão, essa espécie obteve baixa taxa de sobrevivência.

Para as espécies *C. torelliana*, *C. citriodora*, *H. heptaphylla* e *S. terebinthifolius* foram observadas taxas de sobrevivências satisfatórias, 84,91%, 80%, 78,95% e 77,42% respectivamente. Assim, levando em consideração as taxas de sobrevivência, essas espécies podem ser replicadas em outros locais de formação de novas faixas do Cinturão Verde, em condições semelhantes.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as características dendrométricas, altura e DAP, analisadas aos 30 meses de idade, pôde-se chegar à conclusão que houve uma melhor adaptação das espécies exóticas *Corymbia torelliana* e *Corymbia citriodora* aos ambientes em contato com particulados de carvão e minério. Essas espécies também se destacaram quanto aos parâmetros qualitativos, forma do tronco e tipo de ramificação, apresentando fustes retilíneos e menor porcentagem de indivíduos bifurcados.

Portanto, essas espécies estão aptas a serem implantadas em áreas do Cinturão Verde, pois responderam melhor às condições adversas dos pátios industriais, sendo mais indicadas para compor o extrato superior de quebra-ventos.

Além das espécies do gênero *Corymbia*, as espécies *Schinus terebinthifolius* e *Handroanthus heptaphylla* também apresentaram taxas satisfatórias de sobrevivência em ambos os ambientes da indústria. Essas espécies também podem ser indicadas para o uso em quebra-ventos, pois cumprem o papel de preencher o extrato inferior e intermediário do plantio, respectivamente, diminuindo a porosidade do Cinturão Verde. A espécie *Handroanthus heptaphylla* possui um crescimento inicial lento, o que comprometeu os resultados das análises dendrométricas aos 30 meses de plantio, mesmo tendo um potencial para atingir até 25 metros de altura em sua fase adulta.

A única espécie que apresentou 100% de mortalidade foi *Bauhinia forficata* no Pátio de Carvão. Esta também apresentou baixo percentual de sobrevivência no Pátio de Minério, não sendo recomendada para uso em quebra-ventos.

As plantas de *S. macranthera* exibiram alta mortalidade e baixos valores das características dendrométricas, também não sendo recomendadas para o uso no Cinturão Verde.

Dessa forma, as espécies *Corymbia toreliana*, *Corymbia citriodora*, *Schinus terebinthifolius* e *Handroanthus heptaphylla* são recomendadas para utilização como quebra-ventos nos pátios industriais da ArcelorMittal Tubarão.

REFERÊNCIAS

BRUCE, D., SCHUMACHER, F. X. **Forest mensuration**. 3. ed, New York: McGraw-Hill, 1950. 483 p.

CALISKAN, E. Environmental impacts of forest road construction on mountainous terrain. **Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering**, v.10, p. 23 - 30, 2013.

ENCINAS, I. J., SILVA, G. F., TICCHETTI, I. **Comunicações técnicas florestais: Variáveis dendrométricas**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, v. 4, n.1, p. 102, 2002.

GOMES, A. M. de A. **Medição de arvoredos**. Lisboa: Sá da Costa. 1957. 413 p.

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, assistência Técnica e extensão Rural. **Relatório de avaliação de espécies florestais para formação do cinturão verde**. Vitória-ES. Nov. 2013. 51 p.

MILANO, M. S., DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226 p.

PAIVA, A.S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.161-169, 2005.

WANG, Y; NIL, N. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. **Journal Horticultural Science Biotechnology**, n. 75, p. 623 - 627. 2000.

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



Cinturão Verde:

Sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço

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

