

# 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 Gírlene 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)



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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**

Data de aceite: 08/02/2022

**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**

que a turbulência chegue à superfície do solo (CLEUGH et al., 2002).

Os primeiros quebra-ventos foram plantados na Escócia, no século XVII, e foram disseminados por toda a Europa e Ásia ainda no século XIX (GUYOT, 1963). No Brasil, essa prática teve início na década de 70, seguindo a recomendação do Instituto Brasileiro do Café (IBC) para utilização em regiões propícias para o plantio do cafeeiro, porém sujeitas à incidência de ventos fortes (BAGGIO, 1983).

Os sistemas agroflorestais ganharam popularidade nos Estados Unidos, para o uso de quebra-ventos, a partir da década 1930, quando ocorreram fenômenos climáticos distintos, com prolongados períodos de baixa precipitação e tempestades de areia. Foram utilizados para minimizar o efeito da incidência de ventos com maiores velocidades, que provocavam grande erosão do solo.

De 1930 a 1942, o *Civilian Conservation Corps* (CCC) foi o mais popular dos programas do *New Deal* (programas implementados para recuperar e reformatar a economia norte-americana) criado pelo presidente Franklin Delano Roosevelt, que colocou cerca de dois milhões de jovens para trabalhar em um programa nacional de construção de parques e florestas das Américas, com o plantio de mais de 3 milhões de árvores. Entre as prioridades estavam as atividades relacionadas ao desenvolvimento

## 1 | INTRODUÇÃO

Os quebra-ventos são plantios de árvores que podem ser formados por combinações entre diversas espécies visando à redução da velocidade dos ventos para diferentes propósitos. São muitos os princípios envolvidos nessa importante tecnologia, mas, no Brasil, poucos estudos têm sido focados nessa questão, diferentemente de outros países onde pesquisadores têm se dedicado a avaliar e descrever os aspectos aerodinâmicos, os critérios mínimos de racionalidade e a maximização dos benefícios (LEAL, 1986).

A permeabilidade do quebra-vento é de extrema importância por determinar a extensão da obstrução do fluxo de ar e a redução da energia cinética do vento. Essa permeabilidade possibilita filtrar e reduzir o fluxo de ar a uma distância relativamente longa, até

de práticas naturais para a conservação do solo, por meio do uso de espécies florestais, com foco na redução do grave problema da erosão, provocado pela força eólica, existente naquela época, despertando, assim, o interesse por essa prática.

## 2 | AÇÃO DO VENTO

A diferença de gradiente de pressão atmosférica gera o deslocamento do ar, ou seja, origina os ventos. Esses, partindo de zonas de maior para as de menor pressão, sofrem influências também do movimento de rotação da terra, da força centrífuga ao seu movimento, bem como da topografia e conseqüentemente do atrito com a superfície terrestre (TUBELIS; NASCIMENTO, 1984).

O vento de superfície, responsável pela movimentação horizontal do ar, ocorre devido à diferença de temperatura e pressão entre as áreas distintas. Para se conhecer as características da ocorrência de ventos em determinada região são necessários levantamentos de informações através de boletins climatológicos gerados por meio de coleta de dados nas estações climatológicas locais, gerenciadas por instituições credenciadas em nível estadual e/ou nacional. Normalmente as estações climatológicas armazenam os dados referentes à velocidade, à direção, à força e à frequência de calma. Quando a região não possui tais informações, é preciso buscá-las com a comunidade local, tornando possível adquirir conhecimento sobre o histórico dessa região, a fim de balizar as tomadas de decisões, até que se tenha acesso a dados mais consolidados.

Para se orientar sobre a direção dos ventos, tomam-se como referência os pontos cardeais: Norte (N), Sul (S), Leste (L), Oeste (W), Nordeste (NE), Noroeste (NW), Sudeste (SE) e Sudoeste (SW).

Na avaliação da direção dos ventos, utilizam-se duas denominações distintas: a barlavento, que é a direção de onde sopram os ventos, e a sotavento, a direção para onde os ventos se deslocam (TUBELIS; NASCIMENTO, 1980).

A designação do vento se baseia no ponto cardinal a barlavento. A forma mais adequada para a identificação da direção predominante do vento é a utilização da média de uma série histórica de medição climatológica dos dados da região, a qual indicará a maior percentagem de ocorrência desse fenômeno meteorológico durante as épocas do ano. O tipo de relevo tem também efeito direto na direção do vento. Entretanto, podem ocorrer ventos de alta velocidade, que não seguem essa tendência.

As velocidades médias do vento estão relacionadas, além da posição geográfica, com a altitude do local. Quando o vento encontra uma planta, parte da sua energia é transferida, e dessa interação resulta a chamada ação mecânica do vento (VOLPE; SCHÖFFEL, 2001).

A Figura 1 apresenta um esboço do comportamento do vento no lado sotavento do quebra-vento.

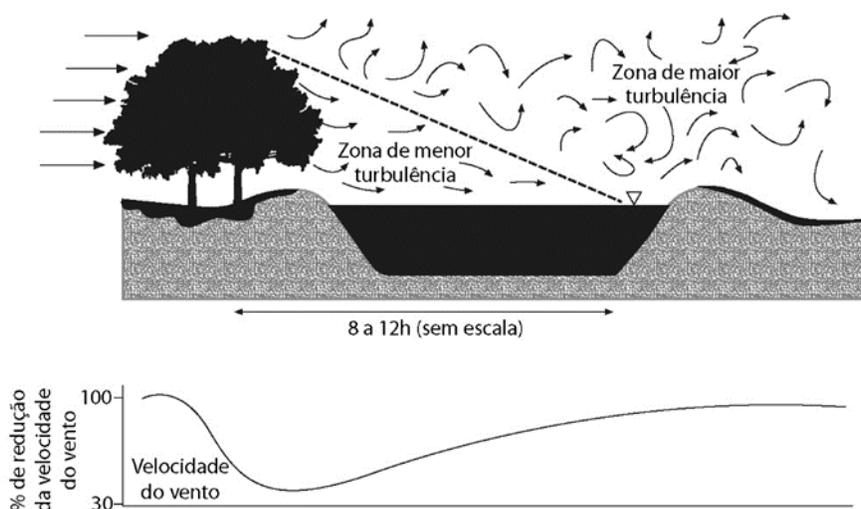


Figura 1 – Sistema de quebra-vento com destaque para as zonas de maior e menor turbulência no lado sotavento da barreira.

Fonte: HIPSEY, 2002, com adaptação.

O Estado do Espírito Santo está situado numa zona de predomínio da influência do centro de alta pressão Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, resultando em acentuada ocorrência de ventos de quadrante leste e nordeste. Concomitantemente a esse mecanismo, agem as intermitentes incursões de massas polares – as frentes frias –, ocasionando em uma marcante sazonalidade. Esses mecanismos são as principais influências na escala sinótica da dinâmica atmosférica, as quais se combinam com os mecanismos de mesoescala, tais como as brisas marinhas, terrestres e lacustres, ventos montanha-vale, jatos noturnos e outros. Em geral, os ventos mais intensos ocorrem nos meses de primavera, de setembro a novembro, e os mais brandos, nos meses de final de outubro e início de inverno, de abril a junho (AMARANTE; SILVA; ANDRADE, 2009).

### 3 | BENEFÍCIOS NO USO DOS QUEBRA-VENTOS

O vento é uma das variáveis meteorológicas mais importantes e menos estudadas, sendo que na agricultura é conhecida a sua influência na aplicação de defensivos e em estudos voltados à propagação de doenças, polinização e práticas com quebra-vento (MUNHOZ; GARCIA, 2008).

Entretanto, a disseminação da informação sobre o uso de quebra-ventos na produção agrícola ainda é bastante restrita, mas os ganhos econômicos com a utilização dessa prática são inquestionáveis. De maneira generalizada, segundo Schöffel (2009), os ganhos de produtividade são de aproximadamente 25%, em relação a cultivos sem a utilização de quebra-ventos.

A utilização de quebra-ventos no setor agropecuário pode contribuir para a proteção do solo contra a erosão eólica, para a melhoria da conservação da umidade, da conservação da fauna, do manejo integrado de pragas, da preservação da paisagem, com maior conforto dos animais silvestres e pecuários, além do aumento na polinização das árvores silvestres e cultivadas, devido à maior incidência de insetos, sobretudo, de abelhas melíferas (FRANÇA; OLIVEIRA, 2010).

## **4 | QUEBRA-VENTOS ARBÓREOS E SUA INFLUÊNCIA NA REDUÇÃO DA VELOCIDADE DE ARRASTE DE MATERIAL PARTICULADO**

Para a recuperação de áreas degradadas ao longo de ferrovias, de reservatórios de água, entre outros empreendimentos de importância para a melhoria da qualidade de vida da população inserida em uma sociedade, em consonância com a preservação do meio ambiente, são utilizadas técnicas de plantio de árvores, formando cinturões verdes, o que proporciona também o resgate da biodiversidade, contenção de erosão, redução da velocidade do vento, com recomposição paisagística (JESUS, 1992).

Em atividades que levam ao arraste de material particulado na atmosfera, a utilização de quebra-ventos pode minimizar esse efeito. Estudos têm sido realizados buscando-se viabilizar a utilização de quebra-ventos arbóreos para essa finalidade.

Para a garantia de uma barreira eficiente na redução da velocidade desse arraste de material particulado utilizando-se quebra-ventos arbóreos, é necessário um manejo constante, visto que um povoamento florestal, seja ele diverso ou não, sofre alterações ao longo do tempo, inerentes a cada indivíduo e às interações diversas do ecossistema. Entretanto, existe uma escassez de estudos científicos sobre a sensibilidade das espécies tropicais no que se refere à questão da poluição atmosférica (SILVA, 2003).

Os setores industriais de mineração e produção de aço, bem como as atividades agrícolas, têm sido destacados na literatura como os principais responsáveis pela contaminação do ar, do solo e da água por metais. Segundo Briat e Lebrun (1999), o conhecimento dos mecanismos que controlam a absorção, a distribuição e o acúmulo destes poluentes, bem como dos mecanismos envolvidos na resistência das plantas em níveis tóxicos, é de fundamental importância para a seleção e/ou melhoramento de plantas capazes de detectar e/ou desintoxicar áreas poluídas sem comprometimento dos sistemas biológicos.

Diversos tipos de indústrias emitem, para a atmosfera, material sólido particulado, constituído de materiais orgânicos, inorgânicos e biológicos. Este material particulado, cuja composição pode variar significativamente, dependendo da natureza dos materiais industrializados e da localização da fonte de emissão, pode afetar a vegetação diretamente, pela deposição na superfície foliar, ou indiretamente, pela deposição no solo, alterando suas propriedades químicas ou diminuindo a radiação que chega à superfície da terra (ALMEIDA, 1999; GRANTZ et al., 2003).

Dentre os elementos presentes no material particulado emitido pelas empresas do setor de produção de aço destaca-se o minério de ferro. O ferro é um micronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, mas quando em excesso pode induzir a produção e acúmulo em espécies reativas do oxigênio, causando estresse oxidativo e levando a uma redução do crescimento e, portanto, diminuição na produtividade das plantas (SILVA, 2003).

A toxidez de ferro normalmente não é problema na maioria dos solos brasileiros, com exceção em solos alagados ou em áreas em que o minério de ferro está sendo extraído e/ou recebendo beneficiamento (OTTAWAY, 1982). Essa toxidez de ferro ocorre geralmente quando o solo se encontra em condições redutoras, como em solos inundados. Nas plantas, os sintomas começam com o aparecimento de manchas marrons pequenas nas folhas, estendendo-se posteriormente a toda a folha.

Jucoski (2011), ao estudar a absorção, o acúmulo e a distribuição do ferro e seus efeitos sobre o metabolismo antioxidativo em plantas jovens de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), submetidas a níveis tóxicos de ferro, observou que o crescimento de plantas jovens foi fortemente reduzido por níveis elevados de Fe no meio nutritivo, destacando que nas concentrações de 1,0 e 2,0 mM foi tóxico para as plantas, com o aparecimento de sintomas visuais típicos e que o tratamento em níveis elevados aumentou a absorção deste elemento, causando redução nos teores de P, Zn, Mn e Cu.

Neste mesmo estudo, aos 45 dias, na concentração de 2,0 mM, foram encontrados os maiores teores de Ferro nas raízes (1.316,7 mg kg<sup>-1</sup>), folhas (229,5 mg kg<sup>-1</sup>) e caules (103,8 mg kg<sup>-1</sup>), respectivamente, valores em média, 2,4 vezes maiores do que nas plantas-controle.

## **5 I QUEBRA-VENTOS E SUA CONTRIBUIÇÃO NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

Perfis verticais de vegetação mantidos ou plantados para formar barreiras objetivando-se reduzir a velocidade do vento podem ter um valor fundamental na provisão de bens e serviços ambientais e na conservação da biodiversidade (ARNOLD, 1983; BRANDLE; HODGES; ZHOU, 2004).

O potencial para conservação da biodiversidade de espécies animais e vegetais está diretamente ligado à variabilidade na composição florística e com a estrutura do quebra-vento. De modo geral, à medida que aumenta a variabilidade, isto é, a diversificação na estrutura e composição das espécies de plantas e a complexidade do quebra-vento, maior é a viabilidade de fornecimento de alimento, proteção da fauna e aumento da proteção contra predadores (FOURNIER; LOUREAL, 2001).

Estudo sobre a incidência de mariposas em agropecuária na Costa Rica demonstrou que quebra-ventos muito estratificados apresentaram riqueza de espécies 32% maior quando comparada com a de quebra-ventos simples (LÓPEZ et al., 2006). Outro estudo na Austrália evidenciou que quebra-ventos com largura maior que 19 m tiveram diversidade e composição de espécies de aves mais próximos aos dos remanescentes florestais do entorno quando comparados com os de menor largura (KINROSS, 2004).

Estruturas mais complexas tendem a facilitar a formação de nichos ecológicos, os quais favorecem a reprodução e manutenção das espécies da fauna e da flora. Estruturas mais complexas favorecem também as interações entre as espécies e proporcionam serviços ambientais, como a polinização, por exemplo, com benefícios para os cultivos em áreas adjacentes.

Outro serviço ambiental proporcionado pela presença dos quebra-ventos é a maior efetividade do controle biológico de pragas e doenças, o que pode contribuir para a redução do uso de agroquímicos na propriedade rural. Estudo desenvolvido por Greenberg (1995) demonstrou que a presença de pássaros insetívoros foi responsável pela redução de 64% a 80% da incidência de pragas em cultivos agrícolas. Além disso, a barreira formada para contenção do vento influencia diretamente no deslocamento de pólenes, pragas e patógenos, que são comumente dispersados pelo vento e, desta forma, contribuem para minimizar contaminações nos cultivos agrícolas (CLEUGH, 1998).

Sendo estruturas lineares, os quebra-ventos podem atuar como corredores ecológicos, estabelecendo vias de acesso para a fauna até os demais fragmentos florestais remanescentes na paisagem favorecendo o fluxo gênico e a conservação de certas espécies de animais e vegetais (BENNETT, 1990). O valor de quebra-ventos para a conservação depende amplamente da sua diversidade estrutural e de espécies e será mais eficiente se as espécies vegetais utilizadas na formação do quebra-vento forem similares às áreas de floresta natural existentes no entorno (SREEKAR, 2013).

Quebra-ventos também contribuíram significativamente para a manutenção das espécies de aves nativas existentes nos fragmentos florestais do entorno, que consistiram em 63% do total de espécies da avifauna observada (KINROSS, 2004). Entretanto, quebra-ventos com vegetação nativa serviram como habitat e sítios de reprodução para diversas espécies de aves quando comparados com quebra-ventos com a utilização de *Eucalyptus*, que serviram apenas como lugar de transição e passagem (SCHROTH et al., 2004).

Além disso, quebra-ventos como atrativos para pássaros dispersores de sementes constituíram um mecanismo, ao mesmo tempo, facilitador e acelerador dos processos de regeneração natural em paisagens degradadas. Segundo Harvey (2000), a ação de pássaros, morcegos e pequenos mamíferos favoreceu a colonização por 119 novas espécies de plantas em um quebra-vento, das quais 40% não estavam presentes no entorno.

Quebra-ventos podem ser desenhados e manejados para prover lenha, madeira, frutos, resinas e outros produtos, enquanto continuam a cumprir com seu principal objetivo que é reduzir a ação dos ventos. A partir da seleção de espécies adequadas e de práticas de manejo intensivo, quebra-ventos podem integrar sistemas complexos e multifuncionais, como é o caso de sistemas agroflorestais (RAO et al., 1998; SCHALLER et al., 2003; PADOVAN et al., 2015) e contribuir para conservar a biodiversidade e, ao mesmo tempo, gerar produtos e renda com ampliação da sustentabilidade no meio rural.

## 6 | IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE QUEBRA-VENTOS

A atuação dos quebra-ventos no ambiente ocorre primordialmente pela redução da velocidade do vento e exerce efeitos indiretos no sombreamento parcial pelo cultivo de diversas espécies e também na absorção de água e nutrientes do solo.

Para a implantação do quebra-vento, diversos fatores devem ser observados para o sucesso do empreendimento, sendo um dos mais importantes o conhecimento da direção dos ventos predominantes para orientar o planejamento e maximizar os benefícios dos quebra-ventos, que devem ser perpendiculares à direção dos ventos dominantes.

O correto dimensionamento dos quebra-ventos torna-se fundamental para a obtenção da máxima eficiência em sua utilização. Para dimensionar um quebra-vento, torna-se necessário conhecer a sua aerodinâmica, as alterações microclimáticas que este tenderá a promover e as interações com a área a ser protegida.

O uso de quebra-ventos pode reduzir a velocidade dos ventos e promover alterações no microclima, interferindo na evapotranspiração, na evaporação da água, na temperatura e umidade atmosférica, na umidade do solo, no escoamento superficial da água, na temperatura e umidade do solo, além de melhorar as propriedades físicas e químicas desse solo.

Nuberg (1998) destacou a alteração no microclima e na dinâmica da água como efeitos diretos da implantação de quebra-ventos. Entretanto, o nível de alteração do microclima e de mudanças na trajetória da água vai depender de características como a altura, permeabilidade e orientação do quebra-vento na paisagem. A altura é tão importante que, para determinar a distância em relação ao quebra-vento, se convencionou utilizar a altura das árvores como referência de unidade de medida.

Diversos materiais podem ser utilizados como quebra-ventos, podendo ser

destacados cercas, telas e paliçadas, árvores, arbustos e capineiras altas. As principais limitações dos materiais inertes são atribuídas à disponibilidade, à durabilidade e aos custos de implantação e manutenção (CONCEIÇÃO, 1996). Assim, o cultivo de espécies florestais e espécies com fins econômicos ou culturas alimentares tem sido o mais recomendado.

A manutenção das árvores e arbustos é um aspecto importante, devendo-se utilizar as práticas de poda de formação e desramação, conforme indicado para cada espécie. Procura-se obter árvores que sejam bem formadas, não bifurcadas, com reduzido número de nós e de pequena dimensão, até uma altura de 6 a 8 m. Na talhadia, que consiste na poda das árvores, podem realizar-se cortes de modo a regular a densidade dos rebentos presentes. A manutenção, por meio de serras mecânicas, pode também ser recomendada para controlar o desenvolvimento lateral da cortina, a sua renovação no tempo, além das operações decorrentes das produções periódicas obtidas.

Independentemente do material a ser utilizado, diferentes aspectos devem ser levados em consideração para a implementação de quebra-ventos, sendo esses fundamentais e determinantes para o sucesso dessa prática:

## Altura

A altura deve ser a máxima possível, pois a extensão da área protegida depende diretamente da altura, devendo ser homogênea ao longo de toda a extensão da barreira. Diversos trabalhos científicos analisando a altura dos quebra-ventos demonstraram que a redução da velocidade do vento é proporcional a essa altura, sendo assim, a altura influencia diretamente na distância efetiva a ser protegida pelo quebra-vento.

As árvores podem alcançar uma altura entre 12 a 40 m, consoante às espécies e condições ambientais, sendo fundamental que tais espécies sejam adaptadas ao ambiente em questão. As árvores em talhadia, resultante de rebentos de toíça, desenvolvem-se até uma altura de 5 a 12 m, já as espécies arbustivas podem alcançar uma altura de 2 a 5 m, conforme o tipo de arbusto.

## Distância a ser protegida e entre as barreiras

A distância protegida, além de sofrer a influência direta da altura (VOLPE; SCHÖFFEL, 2001), também sofre influência da declividade do terreno, a qual pode intervir na proteção efetiva.

Finch (1988) estabeleceu a distância de influência de quebra-vento em função de sua altura e da declividade do terreno. Em um terreno plano (0% de declividade), a distância de influência é de 10 h. À medida que a declividade aumenta, a distância de influência é reduzida. A 30% de declividade, a distância de influência reduz para 2,5 h; em declividades superiores, a distância de influência é de 2,0 h (Tabela 1).

Declividade do terreno (%)	Distância de influência (h)
0	10,00h
5	6,65h
10	5,00h
15	4,00h
20	3,30h
25	2,85h
30	2,50h
>30	2,00h

Tabela 1 – Distância de influência em função da interação da altura do quebra-vento (h) com a declividade do terreno h = altura da cortina quebra-vento.

FINCH,1988, com adaptação.

A proporção entre a altura da barreira e a distância de proteção é minimizada à medida que a barreira se torna mais alta. Pavari (1961) observou que a distância de proteção de uma barreira de 25 m de altura foi praticamente a mesma de uma com 20 m. A sotavento da barreira (atrás da barreira, na área de proteção do quebra-vento) a extensão da proteção efetiva gira em torno de 15 ou 20 vezes a altura, enquanto a barlavento (distante da barreira, fora da área de proteção do quebra-vento) apenas de 2 a 5 h (CABORN, 1960).

A distância entre duas barreiras consecutivas deve estar entre 10 e 15 h (IBC, 1985), podendo dobrar esta distância quando os quebra-ventos forem dispostos em rede, sendo que as linhas paralelas ao vento podem distar entre si em até 1.000 a 2.000 m (RADVANVI, 1978).

Estudo realizado por Campi, Palumbo e Mastrorilli (2009) demonstrou que na zona mais próxima ao quebra-vento (até 4,7 vezes a altura das árvores), a velocidade do vento chegou a ser reduzida de 15% a 62%. Essa variação ocorreu em função da intensidade e direção do vento, com conseqüente aumento da temperatura média que variou de 1° a 20°C. Observaram que o aumento de temperatura foi proporcional à limitação da velocidade do vento, sendo de até 9% quando o vento foi reduzido em 65%. No entanto, a temperatura não variou quando a redução da velocidade foi inferior a 41%. A umidade relativa do ar não sofreu grandes alterações pela utilização de quebra-ventos. Quando se avaliou uma área próxima da barreira em relação a uma área a 12,7 vezes a sua altura, a umidade relativa próxima à barreira foi superior em apenas 3%, enquanto a temperatura na mesma distância teve um aumento de 15%.

## Comprimento

As barreiras relativamente curtas permitem a entrada do vento pelas laterais a uma maior velocidade. A instalação de barreira quebra-ventos, sempre que possível, deve ser realizada na direção perpendicular aos ventos predominantes na região. A dimensão adequada da barreira deve ser definida em função da relação do comprimento x altura.

Para a máxima eficiência, Staple e Lehane (1955), citados por Rollin (1983) e Motta (1976), destacaram como uma razão mínima a relação de 20:1 (comprimento: altura). O monitoramento das barreiras para evitar falhas ao longo de seu comprimento é fundamental para redução da velocidade do vento, uma vez que a canalização do vento nos locais de falhas pode aumentar a velocidade efetiva em até 20% do normal, fenômeno esse denominado de “efeito jato”. Uma alternativa para minimizar esse efeito é a utilização de barreiras em compartimentação, sistema esse considerado compensatório.

## Densidade

A densidade é o número de linhas usadas no quebra-vento, o qual deve reduzir a velocidade do vento sem impedir o seu fluxo (CONCEIÇÃO, 1996). Dessa forma, a distribuição da porosidade é um fator importante. Alta porosidade do quebra-vento perto do solo tem a vantagem de permitir o fluxo de ar, prevenindo contra a formação de diferença de pressão, mas pode ter como desvantagem a baixa atenuação da velocidade do vento perto da superfície, imediatamente a sotavento. A turbulência do fluxo de ar incidente tem influência na eficácia do quebra-vento. Se as condições atmosféricas forem mais instáveis, a eficácia tende a decrescer (VOLPE; SCHÖFFEL, 2001).

Quebra-ventos com alta densidade apresentam grande eficiência imediatamente após a barreira, porém os medianamente densos, mesmo não tendo grande eficiência logo após a barreira, são mais efetivos a médias distâncias. Uma porosidade de 40% em ensaios com quebra-ventos artificiais, em túnel de vento, e em nível de campo, mostrou uma melhor eficiência para maiores áreas. Logo, quebra-ventos de estruturas vivas (árvores e arbustos) com média densidade, estrutura uniforme em toda sua altura e sem falhas, para não provocar afunilamento do vento, apresentam os melhores resultados (CABORN, 1960).

Essa densidade pode também variar no nível superior e inferior da barreira. Quando as árvores crescem, o nível inferior fica menos denso, modificando a ação dos quebra-ventos. Gorshenin (1941), citado por Caborn (1960), verificou que, para a maioria dos casos, a densidade moderada em toda a altura é preferível.

Pavari (1961) reforçou essa indicação quando observou que quebra-ventos muito densos reduziram em 19% a velocidade do vento a uma distância 10h da barreira, enquanto os quebra-ventos medianamente densos reduziram a velocidade do vento em 38% à mesma distância. Para Rosenberg (1974), uma barreira densa protege a área a uma distância de 10 a 15 vezes a altura dessa barreira, enquanto o aumento da porosidade para 50% permite aumentar esta distância para 20 a 25 vezes a altura dos quebra-ventos. É importante destacar que essa porosidade depende da arquitetura das copas, do espaçamento entre as árvores e do número de fileiras.

Assim, é interessante que as barreiras formem malhas, já que, além de proteger todos os ângulos, a intensidade da proteção é maior, e a distância entre linhas pode ser

aumentada, pois quebra-ventos moderadamente densos reduzem a velocidade do vento sem causar turbulência, sendo mais eficientes a maior distância (Figura 2).

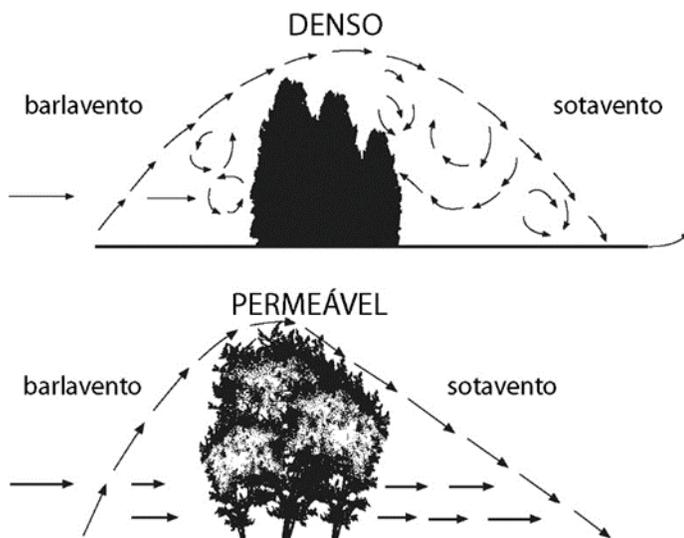


Figura 2 – Densidade do quebra-vento e sua influência na turbulência do vento.

Fonte: ROSENBERG, 1974, com adaptação.

A densidade influencia também a capacidade dos quebra-ventos em reduzir a evaporação, como demonstrado por Skidmore e Hagen (1970).

## Espessura

Para a definição da espessura (largura) da faixa de uma barreira a ser utilizada com quebra-vento devem-se levar em consideração os aspectos econômicos e práticos (PAVARI, 1961), uma vez que a mesma parece não influenciar diretamente na penetrabilidade do vento, a não ser que tenha influência na permeabilidade (CABORN, 1960).

A tendência é de se utilizar um número reduzido de fileiras de árvores (variando de 1 a no máximo 3). Conforme Onyewotu (1983), um número maior de fileiras para a formação da barreira induz a uma menor eficiência de proteção. Entretanto, a utilização de uma só fileira de árvores pode comprometer a eficiência do quebra-vento, devido ao risco de mortalidade de plantas e consequente formação de falhas (READ, 1964). A utilização de fileiras duplas para o plantio pode minimizar a ocorrência dessas falhas.

Analisando-se a eficiência das barreiras que tiveram mortalidade de plantas, Tanaka et al. (1954), citados por George (1960), observaram um aumento de 20% na velocidade do vento em relação àquelas em que o *stand* estava completo.

## Disposição perpendicular

O ângulo de incidência do vento no quebra-vento é também um fator que interfere na sua eficácia. É esperada uma proteção máxima para ventos perpendiculares e uma proteção mínima para ventos paralelos. Quebra-ventos implantados de forma incorreta podem maximizar os efeitos indesejáveis, não proporcionando as vantagens esperadas. A utilização de linhas perpendiculares à ação do vento tem sido a forma mais usual.

A orientação dos quebra-ventos deve ser em ângulo reto à direção predominante do vento, o que leva a uma maior extensão da área protegida. Se o vento for perpendicular ao quebra-vento maior será a distância protegida, a sotavento. A utilização dessa orientação poderá minimizar a quantidade de barreiras necessárias para proteger uma determinada área.

## Velocidade e direção do vento

Há uma diferença importante na velocidade do vento a sotavento e a barlavento. À medida que a porosidade decresce, a velocidade mínima do vento a sotavento também decresce; no entanto, esse decréscimo varia com a distância do quebra-vento e também com a altura acima da superfície do solo. Quando um quebra-vento é muito denso, a velocidade do vento tende a ser similar a sotavento e a barlavento, em distâncias mais curtas do que em barreiras de densidade média, isto é, com maior porosidade. Essa alteração pode ser atribuída a uma diferença de pressão a sotavento, em quebra-vento denso, que força a descida do ar, aumenta a turbulência e, conseqüentemente, reduz a extensão da proteção.

Assim, a eficiência do quebra-vento para reduzir a velocidade do vento depende, principalmente, de sua permeabilidade, altura e orientação em relação ao vento dominante (HIPSEY, 2002; WILSON; JOSIAH, 2004; HEISLER; DEWALLE, 1988; BRANDLE; HODGES; ZHOU, 2004; FAO, 1989; BRANDLE; FINCH, 1991; CLEUGH, 1998; CLEUGH et al., 2002; WANG et al., 2001).

Atenção também deve ser dada à direção predominante do vento (MUNHOZ; GARCIA, 2008). Essa direção é bastante variável no tempo e no espaço, em função da situação geográfica do local, da rugosidade da superfície, do relevo, da vegetação e da época do ano (VENDRAMII, 1986). Segundo Martins (1993), o conhecimento da direção predominante dos ventos e velocidades médias que ocorrem num local fornece informações importantes para o posicionamento de quebra-ventos, orientações na construção de abrigos para animais, distribuição das diferentes culturas no campo e, principalmente, no posicionamento e dimensionamento das torres para a utilização desta fonte de energia natural. Silvia, Zanusso e Silveira (1997) realizaram estudos sobre direção e velocidade dos ventos em Pelotas-RS e verificaram que a direção predominante dos ventos varia com a estação do ano. Na primavera e no verão, a direção predominante é leste (E), no outono a direção é sudeste (SE) e de nordeste (NE) no inverno. Segundo estes autores,

em todas as estações do ano, há uma grande incidência de ventos de direção nordeste (NE). Trabalhos de Machado (1950) e Reis e Beriato (1972) mostraram que, para todas as regiões climáticas do Estado do Rio Grande do Sul, a direção predominante dos ventos é do quadrante leste: NE, E e SE. As velocidades médias mais elevadas ocorrem nos meses de primavera e as menores, no outono.

Galvani, Klosowski e Cunha (1999) observaram que a direção predominante de ventos diurnos em Maringá foi nordeste, e para noturnos, sudeste (de janeiro a maio e de outubro a dezembro) e a leste (de julho a setembro). Moreno (1961) constatou que a direção normal predominante para Santa Maria - RS é leste (E). Leste e sudeste também são as direções predominantes dos ventos em Piracicaba (WIENDLE; ANGELOCCI, 1995, citados por PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

### Composição e estrutura

A composição do quebra-vento é definida em função das espécies que serão utilizadas para a formação da barreira. Árvores e arbustos variados podem ser utilizados para dar uma forma mais racional à barreira levando-se em consideração as questões práticas e econômicas. Pode-se optar por árvores e arbustos de forma variada, entretanto alguns fatores também devem ser levados em consideração durante o processo de seleção das espécies, podendo destacar a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas do ambiente em questão. Além da adaptação às condições ambientais, as características da espécie também são importantes, tais como: resistência mecânica à ação do vento, densidade, altura das plantas, extensão da copa, competição e tolerância a pragas e doenças.

Alguns gêneros têm sobressaído para utilização como quebra-ventos em todo o mundo, destacando-se o *Pinus*, para solos arenosos; o *Eucalyptus*, nas regiões tropicais; o *Cupressus*, para proteção de pequenas áreas por serem muito densos; a *Grevillea*, muito utilizado no Brasil como quebra-vento para a cultura do café; *Ulmus*, para solos mais secos e *Casuarina* em regiões costeiras (DURIGAN; SIMÕES, 1987). A espécie australiana *Grevillea robusta* tem sido muito utilizada no Brasil por apresentar características anatômicas adequadas e alta plasticidade, adaptando-se bem a diferentes condições de clima, de relevo e de fertilidade do solo.

Leal (1986) destaca mais algumas espécies arbóreas e arbustivas perenes recomendadas para utilização em quebra-ventos: *Casuarina equisetifolia*, *Casuarina cunninghamiana*, *Leucaena leucocephala*, *Pinus* spp., *Persea* sp., *Mimosa scabrella*, *Polyscias paniculata*, *Dracena deremensis* e a *Hibiscus* spp.

A composição das barreiras pode influenciar na estrutura, que é a forma da seção transversal do quebra-vento, mas a disposição das espécies interfere diretamente nessa estrutura, inclusive quando se utiliza a mesma composição.

A utilização de árvores altas no centro da barreira, com árvores menores em suas laterais, obtendo-se a forma transversal de “V” invertido, foi recomendada por Caborn (1960). Trabalhos de Woodruff e Zing (1953), citados por Pavari (1961), já analisavam a eficácia dos quebra-ventos em função da variação de sua espessura e estrutura, em que observaram que a eficiência foi elevada pela estrutura racional e não pelo número de filas na barreira.

Dessa forma, as árvores da linha externa devem atingir alturas menores que as internas, de modo a influir na subida da corrente de ar. O plantio deve ter espaçamento de 3 a 4 m entre árvores e de 2 a 3 m entre fileiras, plantadas de forma alternada. O sub-bosque precisa ser mantido limpo para permitir a filtragem de parte da corrente de ar.

Existe uma tendência de utilização de sistemas em rede, onde as barreiras formam uma malha bastante eficiente na proteção contra os ventos. Neste caso, torna-se interessante utilizar as leguminosas arbóreas. Guimarães e Fonseca (1990) comentam que as espécies mais utilizadas na instalação de quebra-vento em regiões do cerrado têm sido a *Leucaena leucocephala*, o Jacarandá-da-baía (*Dalbergia nigra*), a *Albizia* (*Albizia lebbek*) e o Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

### Sistemas de cortina quebra-vento

A definição para a cortina de árvores altas, árvores em talhadia e arbustos, levando-se em consideração os aspectos relacionados com a sua disposição, integração e propriedades particulares, vai possibilitar diversas soluções consoantes com os objetivos pretendidos. De forma a providenciar um efeito em zonas extensas poderá ser necessária a implementação de um sistema de cortinas dispostas num esquema de defesa múltiplo, em paralelo ou em compartimentação (VOLPE; SCHÖFFEL, 2001).

Nos sistemas de defesa em paralelo, são utilizadas barreiras paralelas entre si e perpendiculares aos ventos predominantes. Nesse esquema, a sua eficiência dependerá das características da barreira, das distâncias entre as barreiras e da direção dos ventos. Enquanto nos esquemas de defesa em paralelo os ventos predominantes devem ser perpendiculares, no sistema em compartimentação os ventos podem soprar em qualquer direção, o que contribui para a redução da área do quebra-vento sem comprometer sua proteção efetiva. Nesse caso, áreas remanescentes podem ser aproveitadas. A implementação de quebra-ventos em nível, para áreas mais inclinadas, tem um efeito positivo, podendo-se adicionar faixas secundárias para dar o efeito de compartimentação (PAVARI, 1961).

De um modo geral, a separação entre cortinas poderá, consoante os casos e proteção requerida, situar-se entre 10 e 20h. Assim, para uma cortina com uma altura funcional de 10 m, a próxima cortina, num esquema de defesa paralelo, poderá situar-se entre 100 e 200 m de distância.

A orientação das cortinas com propósito principal de proteção de áreas de cultivo é na direção Norte-Sul. A orientação Leste-Oeste pode também ser utilizada com cortinas de menor dimensão nas situações de compartimentação. Em terrenos situados em encostas, torna-se necessária a observação dos ventos dominantes, para buscar soluções mais pontuais de acordo com essa realidade.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias para limitar a erosão eólica têm avançado nos últimos anos e a instalação de quebra-ventos passou a proporcionar, além do controle da intensidade do vento, serviços ambientais e mecanismos para a conservação da biodiversidade.

Na instalação de quebra-ventos, devem ser considerados e seguidos os diversos aspectos técnicos relacionados com uma adequada seleção de espécies, espaçamento inicial, método de preparo do solo e seleção de mudas. Os espaçamentos utilizados entre as plantas variam consoante as espécies e o tipo de quebra-vento, devendo-se considerar as situações particulares de constituição dos mesmos. De um modo geral, para as árvores de maior dimensão, recomendam-se espaçamentos de 3 a 8 m; para as árvores em talhadia, de 2 m e para os arbustos, de 1 m.

Os quebra-ventos, de maneira geral, promovem a redução na velocidade do vento em uma faixa que ultrapassa 2h a barlavento e 16h a sotavento, ou seja, 2 e 16 vezes a altura da barreira, respectivamente.

Quebra-ventos densos, pouco porosos, são eficientes na redução da velocidade do vento junto à barreira, mas a proteção se estende por uma distância relativamente curta. Por outro lado, quebra-ventos porosos fornecem menor redução na velocidade do vento junto à barreira, mas protegem as culturas por uma distância bem maior, comparativamente com os primeiros.

## REFERÊNCIAS

AMARANTE, O. A. C. do; SILVA, F. de J. L. da; ANDRADE, P. E. P. de. **Atlas eólico**: Espírito Santo, Vitória: ASPE, 2009. 100 p.

ARNOLD, R. A. Ecological studies of six endangered butterflies (Lepidoptera, Lycaenidae): Island biogeography, patch dynamics, and the design of habitat preserves. **Univ. Calif. Pub. Entom.**, n. 99, p. 1 - 161.1983.

ALMEIDA, I. T. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BAGGIO, A. J. **Sistema agroflorestal grevilea x café**: início de nova era na agricultura paranaense? Curitiba, v. 9, p. 1 - 15, 1983. (Circular Técnica EMBRAPA/URPFCS).

BENNETT, A. F. **Habitat corridors: their role in wildlife management and conservation.** Victoria, Australia: Department of Conservation and Environment. 1990.

BRANDLE, J. R.; FINCH, S. **How Windbreaks Work, University of Nebraska Cooperative Extension** EC 91-1763-B. 1991.

BRANDLE, J. R.; HODGES L.; ZHOU X. H. Windbreaks in North American agricultural systems. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 62, p. 65 - 78, 2004.

BRIAT, J.F.; LEBRUN, M. Plant responses to metal toxicity. **C.R. Académie des Science**, v. 322, p. 43 - 54, 1999.

CABORN, J. M. The dependence of the shelter effect of shelterbelts on their structure. In: PROCEEDINGS OF WORLD FORESTRY CONGRESS, 5., **Proceedings ...**, Seattle, USA, 1960. p. 1662 - 1664.

CAMPI, P.; PALUMBO, A. D.; MASTRORILLI, M. Effects of tree windbreak on microclimate and wheat productivity in a Mediterranean environment. **European Journal of Agronomy**, v. 30, p. 220 - 227. 2009.

CLEUGH, H. A. Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields. **Agroforestry Systems**, v. 41, p. 55 - 84. 1998.

CLEUGH, H. A. Field measurements of windbreak effects on airflow, turbulent exchanges and microclimates. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 42, p. 665 - 677. 2002.

CLEUGH, H. A.; PRINSLEY, R.; BIRD, P. R.; BROOKS, S. J.; CARBERRY, P. S.; CRAWFORD, M. C.; JACKSON, T. T.; MEINKE, H.; MYLIUS, S. J.; NUBERG, I. K.; SUDMEYER, R. A.; WRIGHT, A. J. The Australian National Windbreaks Program: overview and summary of results. **Australian Journal of experimental Agriculture**, v. 42, n. 6, p. 649-664, 2002.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Crítérios para instalação de quebra-ventos.** [S.l.]: Embrapa, 1996. (Comunicado Técnico, n. 18).

DURIGAN, G; SIMÕES, J. W. Quebra-ventos de *Grevillea robusta* A. Cunn: efeitos sobre a velocidade do vento, umidade do solo e produção do café. **IPEF**, n. 36, p. 27-34, ago. 1987.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Arid Zone Forestry: a Guide for Field Technicians.** Conservation Guide N. 20. 1989.

FAO, Rome, viewed 11 November 2008, Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0122e/t0122e0a.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

FINCH, S. J. Field Windbreaks: desing criteria. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WINDBREAKS TECHNOLOGY, 1986, Lincoln. **Proceedings...** Amsterdã: Elsevier, 1988. p. 215 - 228.

FOURNIER, E.; LOUREAL, M. Respective roles of recent hedges and forest patch remnants in the maintenance of ground-beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in an agricultural landscape. **Landscape Ecol.**, v. 16, p. 17-31. 2001.

FRANÇA, F. M. C.; OLIVEIRA, J. B. **Quebra-ventos na propriedade agrícola.** Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos, 2010. 21 p. (Cartilhas temáticas tecnológicas e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido, v. 8).

GALVANI, E.; KLOSOWSKI, E. S. CUNHA, A. R. Caracterização da direção predominante do vento em Maringá, Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 81-90, 1999.

GRANTZ, D. A., SILVA, V., TOYOTA, M., OTT, N. Ozone increases root respiration but decreases leaf CO<sub>2</sub> assimilation in cotton and melon. **Journal of Experimental Botany**, n. 391, p. 2375-2384, 2003.

GEORGE, E. J. The effect of shelterbelts on crop yield. In: PROCEEDINGS OF WORLD FORESTRY CONGRESS, 5., **Proceedings ...**, Seattle, USA, 1960. p. 1648-1656.

GREENBERG, R. Insectivorous migratory birds in tropical ecosystems: the breeding currency hypothesis. **Journal Avian Biology**, v. 26, p 260 - 264. 1995.

GUIMARAES, D. P.; FONSECA, C. E. L. da. **Considerações preliminares sobre o uso de quebra-ventos nos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1990. 21 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 34)

GUYOT, G. Les brise-vent-modification des microclimats et amélioration de la production agricole. **Annales agronomiques**, Versailles, s.i., 1963.

HARVEY, C.A. Windbreaks enhance seed dispersal into agricultural landscapes in Monteverde, Costa Rica. **Ecological Applications**, v. 10, Issue 1. p 155 - 173. 2000.

HEISLER, G.M.; DEWALLE, D.R. Effects of windbreak structure on wind flow. **Agric. Ecosyst. Environ**, n. 22-23, p. 41 - 69, 1988.

HIPSEY, M. **Using windbreaks to reduce evaporation from farm dams**. Department of Agriculture WA, Farmnote 72/2002. Disponível em: <[http://www.agric.wa.gov.au/content/lwe/water/watstor/fn072\\_2002.pdf](http://www.agric.wa.gov.au/content/lwe/water/watstor/fn072_2002.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

IBC – Instituto Brasileiro do Café. **Cultura de Café no Brasil**, Manual de recomendações. 5. ed., Rio de Janeiro, 1985. 580 p.

JESUS, R. M. Recuperação de Áreas Degradadas. **Revista do Instituto Florestal**, v. 2 (parte única). São Paulo, p. 350-362, 1992.

JUCOSKI, G. DE O. **Toxicidade de ferro e metabolismo antioxidativo em Eugenia uniflora L.** 2011. 77 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

KINROSS, C. Avian use of farm habitats, including windbreaks, on the New South Wales Tablelands. **Pacific Conservation Biology**, v. 10, n. 3, p. 180 - 192. 2004

LEAL, A. C. **Quebra-ventos arbóreos: aspectos fundamentais de uma técnica altamente promissora**. Curitiba: IAPAR, 1986. (Informe de Pesquisa, n. 67). Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/IP67.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/IP67.pdf)>. Acesso: 23 dez. 2018.

LÓPEZ, D.T.; IBRAHIN, M.; CASASOLA, F. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, n. 45, p. 58 - 65. 2006.

MACHADO, F.P. **Contribuição ao estudo do Clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1950. 91 p.

MARTINS, D. O comportamento dos ventos na região de Botucatu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola / CEPLAC, 1993. 1413 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geográfica. 1961.

MOTA, F. S. **Meteorologia Agrícola**. 2. ed., São Paulo, Nobel, 1976. 376 p.

MUNHOZ, F. C.; GARCIA, A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 30-34, mar. 2008.

NUBERG, I.K. Effect of shelter on temperate crops: a review to define research for Australian conditions. **Agroforestry Systems**, n. 41, p. 3-34, 1998.

ONYEWOTU, L. O. Z. Structural design and orientation of shelterbelts in northern Nigeria: suggested establishment considerations. **Agricultural Meteorology**, v. 29, n.1, p. 27-38, 1983.

OTTAWAY, J. H. **Bioquímica da poluição**. E. P. U. EDUSP, p. 33 - 35. 1982.

PADOVAN, M. P.; CORTEZ, V. J.; NAVARRETE, L. F.; NAVARRETE, E. D.; DEFFNER, A. C.; CENTENO, L. G.; MUNGUÍA, R.; BARRIOS, M.; VÍLCHEZ-MENDOZA, J. S.; VEGA-JARQUÍN, C.; COSTA, A. N. da; BROOK, R. M.; RAPIDEL, B. Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental conditions. **Agroforestry Systems** (Print), v. 89, p. 857 - 868, 2015.

PAVARI, A. **Quebra-Ventos**. Florença, Bertrand, 1961. 179 p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478 p.

RADVANYI, J. Quelques aspects de la conception des bandes forestières de production dans les steppes soviétiques. **Revue Forestière Française**, Nancy, v. 30, n. 6. p. 489-496, 1978.

RAO, M. R.; NAIR, P. K. R.; ONG, C. K. Biophysical interactions in tropical agroforestry system. **Agroforestry Systems** (Print), v. 38, p. 3 - 50. 1998.

READ, R. A. **Tree windbreakes for the central great plains**. Washington, USDA, Forest service, 1964, 68 p. (USDA. Forest Service. Agriculture Handbook, 250).

REIS, B. G.; BERLATO, M. A. **Aspectos gerais do clima do Estado**. Porto Alegre, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 1972, v. 1, 187 p.

ROLLIN, W. M. The influence of wind speed and direction on the reduction of the windspeed leeward of a medium porous hedge. **Agricultural meteorology**, v. 30, n. 1, p. 25 - 34, 1983.

ROSENBERG, N. J. **Microclimate**: the biological environment. New York: John Wiley and sons, 1974. 315 p.

SCHALLER, M.; SCHROTH, G.; BEER, J.; JIMENEZ, F. Species and sites characteristics that permit the association of fast-growing trees with crops: the case of Eucalyptus deglupta as coffee shade in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 205 - 215. 2003.

SCHOFFEL, E. R. **Importância agroecológica dos ventos**: quebra-ventos. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2009. Notas de Aula. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/fitotecnica/graduacao/agromet/vento2.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SREEKAR R, MOHAN A, DAS S, AGARWAL P, VIVEK R (2013) **Natural Windbreaks Sustain Bird Diversity in a Tea-Dominated Landscape**. PLoS ONE 8(7): e70379. doi:10.1371/journal.pone.0070379.

SILVA, J. B.; ZANUSSO, J. F.; SILVEIRA, D. L. M. Estudo da velocidade e direção dos ventos em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 227-235, 1997.

SILVA, L. C. **Avaliações bioquímicas, fisiológicas e anatômicas dos efeitos de poluentes atmosféricos sobre espécies vegetais**. 2003. 109 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SKIDMORE, E. L.; HAGEN, L. J. Evaporation in sheltered areas as influenced by windbrake porosity. **Agricultural Meteorology**, v. 7, n. 5, p. 363 - 374, 1970.

SCHROTH, G.; DA FONSECA, A.B., HARVEY, C. A.; GASCON, C., VASCONCELOS, H. L. et al. **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington, USA: Island Press. 2004. Published: July 29, 2013 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0070379>

TUBELIS, A., NASCIMENTO, F. J. F. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.

VENDRAMINI, E. Z. **Distribuições probabilísticas de velocidades do vento para avaliação do potencial energético eólico**. Botucatu: UNESP, 1986. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1986.

VOLPE, C. A.; SCHÖFFEL, E. R. Quebra-ventos. In: RUGGIERO, C. **Bananicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p. 196 - 211.

WANG, H., TAKLE, A; SHEN, J. Shelterbelts and Windbreaks: mathematical modelling and computer simulations of turbulent flows. **Annu. Rev. Fluid Mech.**, v. 33, p. 549-586, 2001.

WILSON, J. S.; JOSIAH, S. J. **Windbreak Design**. Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska – Lincoln Extension, NebGuide G1304. 2004. Disponível em: <<http://www.nfs.unl.edu/documents/windbreakdesign.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

## 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
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

