



**ATENÇÃO!**

Este documento destina-se estritamente aos membros do Comitê de Acompanhamento do Projeto Siderurgia Sustentável (BRA/14/G31) e de sua assessoria técnica.

A leitura, exame, retransmissão, divulgação, distribuição, cópia ou outro uso deste arquivo, ou ainda a tomada de qualquer ação baseada nas informações aqui contidas, por pessoas ou entidades que não sejam o(s) destinatário(s), constitui obtenção de dados por meio ilícito e configura ofensa ao Art.5º, inciso XII, da Constituição Federal.



## Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD

Projeto BRA/14/G31 – Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

### Registro e Análise de Melhores Práticas de Produção na Cadeia Siderúrgica (ferro-gusa, aço e ferroligas) a Carvão Vegetal no Brasil

**Contrato PNUD BRA 10/259/37190/2019**

### Produto 6 – Guia de Melhores Práticas e Lições Aprendidas

Data	Versão	Alterações	Elaboração	Revisão	Aprovação
28/10/2019	0	Emissão inicial	A. Mater		
13/11/2019	1	Ajustes após revisão do time coordenação projeto - PNUD	A. Mater	D. Prudente	J. Cvasin

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	3
SIGLAS UTILIZADAS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. CONCEITOS BÁSICOS .....	8
3. TENDÊNCIAS EM SUSTENTABILIDADE .....	15
4. MELHORES PRÁTICAS E LIÇÕES APRENDIDAS .....	18
4.1. MELHORES PRÁTICAS SILVICULTURA.....	20
4.2. MELHORES PRÁTICAS COLHEITA .....	22
4.3. MELHORES PRÁTICAS CARBONIZAÇÃO.....	24
4.4. MELHORES PRÁTICAS USO CARVÃO .....	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
6. REFERÊNCIAS.....	29
7. CRÉDITOS REALIZAÇÃO DO GUIA .....	30



## **SIGLAS UTILIZADAS**

GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
LER	Lesão por Esforço Repetitivo
MDC	Metro Cúbico de Carvão Vegetal
MOPP	Movimentação de Produtos Perigosos
NR	Norma Regulamentadora (Ministério do Trabalho)
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
QR-Code	Quick Response Code
RG	Rendimento Gravimétrico

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA DE OPORTUNIDADES VERSUS ESFORÇOS – ELABORAÇÃO PELOS AUTORES ADAPTADO DE NEWMAN (NEWMAN M. E. J., 2006).....	10
FIGURA 2 - ZONAS DE DESENVOLVIMENTO PESSOAL ADAPTADO DE PATEL (PATEL, 2019) .....	11
FIGURA 3 CONSTRUTOS DE PRONTIDÃO ADOÇÃO TECNOLOGIA, ADAPTADO DE PARASURAMAN (PARASURAMAN A., 2000) 12	
FIGURA 4 FATORES E TENDÊNCIAS DE ADOÇÃO (ELABORAÇÃO PELOS AUTORES).....	14
FIGURA 5 - CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS (ELABORAÇÃO PELOS AUTORES).....	19



O Projeto Siderurgia Sustentável foi criado para incentivar a redução de emissões de gases de efeito estufa na siderurgia brasileira. Para atingir seu objetivo, o Projeto busca, entre outras frentes, a disseminação de práticas exemplares na produção e uso do carvão vegetal na indústria de aço, ferro-gusa e ferroligas, colaborando para o fortalecimento tecnológico do setor industrial brasileiro.

O Projeto conta com recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) e é implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com coordenação técnica do Ministério do Meio Ambiente, sendo executado em conjunto com o Ministério da Economia; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e o Governo de Minas Gerais.

Este Guia faz parte dos esforços do Projeto Siderurgia Sustentável para incentivar a adoção de tecnologias produtivas mais limpas e eficientes, bem como capacitar técnicos e produtores para disseminação da informação e produção sustentável de carvão vegetal. Com isso, espera-se contribuir para que o produtor tenha uma maior viabilidade do negócio, uma melhor qualidade do ambiente de trabalho e uma maior diversificação da produção no setor rural.

O Projeto está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que têm como proposta erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Este Guia é destinado a você, técnico ou produtor rural, que suporta a implantação e a operação de processos para a produção e uso do carvão vegetal. Ele contém uma relação importante de boas práticas de produção que irão aumentar a eficiência, reduzir as perdas e, é claro, aumentar os ganhos na atividade.

Com este Guia você conhecerá as melhores práticas catalogadas por especialistas na cadeia de produção do carvão vegetal, dentro das atividades de silvicultura, colheita, carbonização e uso do carvão vegetal.

Você que é técnico na área agropecuária, saiba o quão importante é o seu papel, apoiando os produtores na adoção das tecnologias, na implantação e no suporte durante a operação. Sua forma de atuar é que irá determinar o sucesso que os produtores terão no uso de todas as tecnologias que aqui estão disponíveis.

Por esse motivo, você deve ler com atenção os conceitos básicos apresentados na primeira parte deste guia, que explicam como as práticas são adotadas, por onde começar primeiro e como você deve agir para convencer os produtores para a implementação efetiva das boas práticas.

A produção de carvão vegetal é atividade realizada por muitos séculos e o conhecimento é transmitido entre gerações. Grandes barreiras poderão ser encontradas diante das mudanças tecnológicas, principalmente por resistências pessoais. Você deverá estar preparado para argumentar e demonstrar a viabilidade das melhores práticas, facilitando esta ruptura cultural.

As técnicas foram organizadas de forma que você possa aplicá-las de acordo com as características de cada propriedade, seguindo a ordem mais adequada. Use este Guia como um importante suporte para garantir os melhores resultados em todas as atividades da cadeia de produção do carvão vegetal.

O Projeto Siderurgia Sustentável espera que você sempre esteja motivado a buscar novas tecnologias e práticas, indo além destas que estão reunidas aqui neste Guia. Nada é tão certo quanto a evolução tecnológica. Uma boa prática aqui apresentada poderá ser substituída por outra mais moderna com o tempo. Assim, incentivamos você a manter-se conectado, lendo boas referências, participando de treinamentos e conversando com pesquisadores e colegas que atuam na área.

## 2. CONCEITOS BÁSICOS

### **Por que melhores práticas?**

Existem diversas formas de efetuar qualquer tipo de atividade, sendo que alguns meios podem gerar resultados melhores do que outros. Com os mesmos ingredientes, dois confeiteiros podem produzir bolos completamente diferentes. São as práticas que levam a resultados diferenciados.

Todos os negócios buscam produzir com os menores custos e a máxima eficiência possível e, assim, conhecer as melhores formas de realizar o trabalho é fundamental, até mesmo por uma questão de sobrevivência do negócio. Melhores resultados de conversão, aliados a menores perdas, geram maiores receitas que contribuem para o produtor ter uma maior sustentabilidade em seu empreendimento. Naturalmente, produtores com melhores práticas possuem processos mais otimizados, assim irão se destacar no mercado podendo, inclusive, receber valores diferenciados pelo seu produto de maior qualidade.

### **Quando temos a melhor prática?**

Quando comparamos práticas devemos definir o que elas devem entregar após serem realizadas. Os resultados devem ser medidos com o uso de índices de performance ou métricas de resultado. Somente podemos comparar práticas que possuam os mesmos produtos finais e índices, caso contrário não conseguiremos identificar qual prática é melhor.

Não podemos comparar por exemplo, um produtor que vende o carvão por peso e outro que vende por volume, pois são métricas de produção completamente diferentes. Por isso, é muito importante orientarmos os produtores para que olhem sempre os indicadores de processo mais adequados para cada boa prática que será implementada.

Uma atividade pode ser executada de diversas formas, entretanto apenas uma apresenta a melhor entrega, o melhor indicador final, sendo ela a melhor prática.

Entretanto, nada é imutável! Novas tecnologias são disponibilizadas todos os dias. Uma boa prática atual pode ser substituída em pouco tempo por outra mais eficiente. Você deverá estar atento a estas tendências e mudanças que ocorrem todos os dias.

### **Entenda sempre a complexidade das relações**

As atividades em uma cadeia estão completamente relacionadas. Deste modo, um resultado ruim no início do processo vai refletir negativamente na eficiência final de

produção. A isto chamamos de “efeito chicote”, como o vaqueiro que com um pequeno movimento na mão faz estalar o chicote na outra ponta. Assim, uma tecnologia aplicada em determinada atividade pode apresentar efeitos negativos em outra atividade. Por isso, antes da adoção de qualquer prática, devemos sempre observar os impactos na cadeia como um todo.

Imagine uma cadeia com dezenas ou mesmo centenas de atividades em sequência ou simultâneas. Uma pequena perda em cada etapa impacta a seguinte e assim até o produto final, transformando perdas insignificantes em uma importante. Em uma cadeia com etapas que podem durar anos, como na silvicultura, pequenos deslizamentos são potencialmente danosos e difíceis de serem correlacionados como causadores das perdas.

A maioria das práticas apresentadas neste Guia foram amplamente testadas por pesquisadores, com experimentos de longo prazo, observando todas as relações possíveis dentro da cadeia de produção e assegurando, assim, resultados muito robustos.

Assim, acredite na execução correta da boa prática, mesmo que o impacto possa parecer pequeno. Os mínimos cuidados em qualquer etapa da cadeia refletem em resultados diferenciados no final.

### **Saiba até onde escavar**

Existe um ditado que diz “*quanto mais fundo, mais minhocas*”. Ele é usado para ilustrar que sempre poderemos buscar novas oportunidades, indo cada vez mais detalhadamente nos processos.

Mas o fato é que, na prática, as grandes oportunidades estão mais próximas da superfície e são essas que devemos buscar inicialmente. Tecnologias simples e que tragam bons resultados no início são importantes para suportar novas experiências.

Quando organizamos os resultados das práticas, das que possuem maior potencial de retorno para o menor, observamos que geralmente uma pequena fração delas entregam quase todo o resultado. Esse efeito chamamos de regra dos 80/20: “*oitenta por cento dos resultados são obtidos com vinte por cento de boas práticas*”.

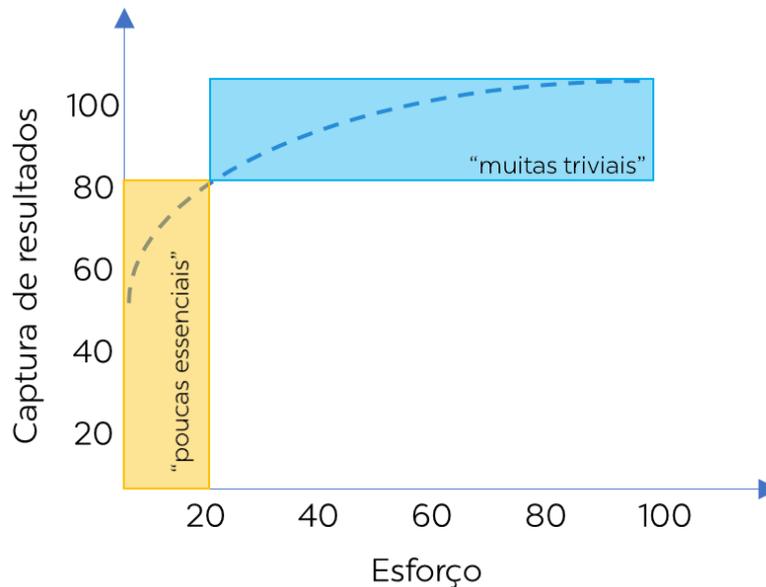


Figura 1 - Diagrama de Oportunidades Versus Esforços – Elaboração pelos autores adaptado de Newman (Newman M. E. J., 2006)

Faça sempre uma boa avaliação sobre quais práticas devem ser inicialmente aplicadas, você terá sempre certeza de que seu esforço entregará os melhores resultados em primeiro lugar. Além disso, entregar bons resultados com pouco esforço e baixo custo significa “fazer pontos” com o produtor para ir cada vez mais fundo com outras práticas mais complexas.

As práticas consideradas “essenciais” são aquelas que possuem maior probabilidade de sucesso, requerem menores esforços na aplicação e existem poucas barreiras para sua implantação. Estas práticas devem ser as primeiras a serem implementadas!

## **Tecnologias afetam pessoas, sempre.**

Qualquer nova tecnologia irá, de alguma forma, alterar como as pessoas vivem.

Ela pode, por exemplo, reduzir o esforço necessário para uma atividade, sendo com certeza, apoiada por quem tinha que trabalhar de forma muito intensa até então.

Por outro lado, a tecnologia pode criar uma situação nova, um desafio, uma provocação que foge do controle. Um exemplo disso, foi a substituição das máquinas de escrever pelos computadores. Os datilógrafos foram diretamente ameaçados por uma tecnologia completamente desconhecida que causou uma grande ruptura na forma de trabalho.

Os indivíduos afetados podem tentar negociar condições para fugir da situação de desconforto, podem rebelar-se contra a tecnologia, colocando todo o investimento

efetuado em risco. Entretanto, se apoiarmos a transição, ajudando-os a ultrapassar esta fase de insegurança, teremos resultados muito positivos, com um novo patamar de desenvolvimento individual.

Este fluxo de desafio e crescimento pessoal pode ser melhor entendido através deste diagrama.

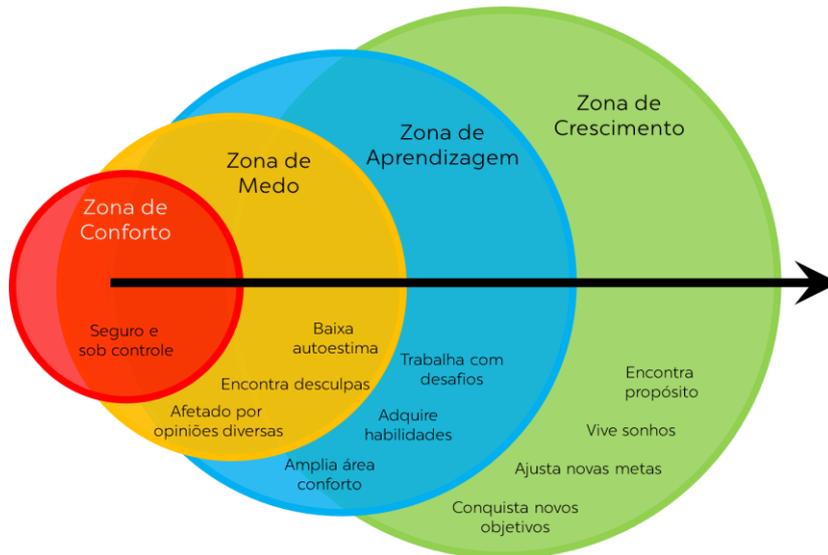


Figura 2 - Zonas de Desenvolvimento Pessoal Adaptado de Patel (Patel, 2019)

Tendo em vista que aquilo que é novo, que é estranho, muitas vezes causa medo e insegurança e aquilo que é conhecido e dominado é incorporado ao cotidiano, podemos dizer que o papel do agente disseminador vai além de apresentar e implantar a tecnologia.

Esse agente deve ser um elemento de suporte para a transformação e o desenvolvimento das pessoas afetadas pela tecnologia. A identificação destas pessoas, a leitura de seus sentimentos e a criação de empatia são habilidades muito importantes durante o seu trabalho.

### Conquistando a confiança.

A adoção de qualquer prática ainda não conhecida irá causar desconfiança e insegurança. Algumas pessoas são mais abertas a experimentação, possuem acesso à informação e são mais propensas a testar novas práticas. Outras, entretanto, são muito resistentes, possuem fortes “âncoras” em métodos e rituais não científicos.

Isso é muito verdadeiro na cadeia de produção do carvão vegetal. Muitas atividades foram herdadas dentro da família, em que gerações diversas utilizaram as mesmas práticas durante anos a fio, sem modificações expressivas no processo. É muito natural, portanto, que estas pessoas olhem com um pouco de desconfiança para novas tecnologias ou práticas.

O que leva algumas pessoas a adotarem facilmente uma boa prática e outras não?

Existem vários modelos que tentam explicar esta condição. Um dos mais conhecidos foi elaborado por um pesquisador chamado Parasuraman (Parasuraman A., 2000). Ele desenvolveu um modelo específico para entender o quanto uma determinada tecnologia está “pronta para ser adotada” por uma determinada comunidade.

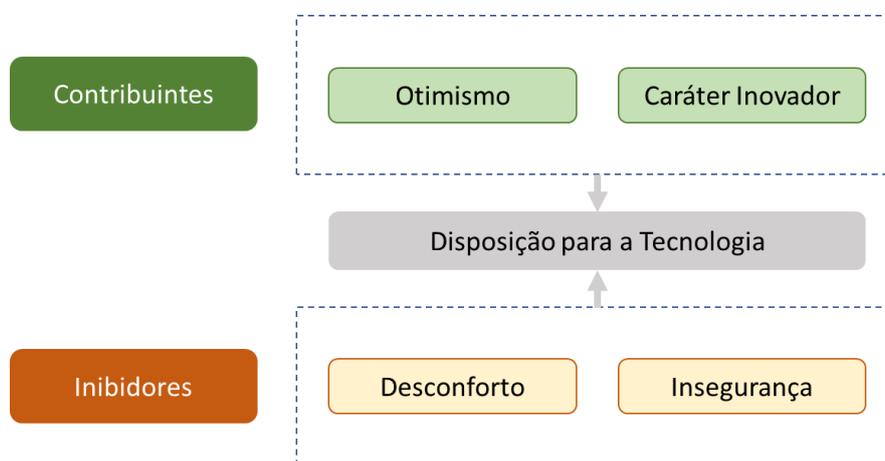


Figura 3 Construtos de Prontidão Adoção Tecnologia, adaptado de Parasuraman (Parasuraman A., 2000)

Neste estudo, o pesquisador determinou construtos de prontidão para o uso e estão desdobrados em **condutores** e **inibidores** para a adoção da tecnologia.

Como fatores que fortalecem, incentivam e conduzem para a adoção temos:

**Otimismo:** visão positiva da tecnologia e crença de que ela oferece às pessoas maior controle, flexibilidade e eficiência nas suas vidas.

**Inovatividade:** tendência de ser pioneiro no uso da tecnologia, líder ou formador de opinião.

Por outro lado, os fatores que restringem, limitam e inibem a adoção:



**Desconforto:** percepção de falta de controle sobre a tecnologia e sentimento de estar sendo pressionado ou oprimido por ela.

**Insegurança:** desconfiança da tecnologia e ceticismo com as próprias habilidades para utilizá-la adequadamente.

De maneira geral, a aptidão para a tecnologia pelo usuário é dada pela combinação das quatro dimensões citadas acima. O trabalho para o sucesso é o de usar estratégias e ferramentas para potencializar cada vez mais os fatores condutores e suprimir ou eliminar os fatores que inibem a adoção.

Os estudos indicam que apesar das pessoas geralmente serem otimistas com relação às tecnologias, elas também manifestam insegurança e que mesmo os inovadores e otimistas apresentam níveis de ansiedade próximos dos menos entusiasmados com as tecnologias. Logo, a compreensão dos fatores que propiciam ou repelem a adoção de novas práticas é essencial para a correta disseminação tecnológica.

### **Conheça (bem) quem vai usar a prática e as barreiras existentes.**

Uma nova técnica não será utilizada a menos que o produtor a reconheça como importante para a sua condição, como um meio de conseguir seus objetivos pessoais (remuneração por exemplo) e que esteja ao alcance de suas possibilidades (econômicas e/ou de trabalho).

Na adoção de tecnologias, especialmente em campo (como na produção agrícola ou silvicultural), diversos aspectos são levados em conta ou são usados como suporte para a decisão racional da implantação ou abandono da prática.

É muito importante que você compreenda a realidade de cada produtor e verifique quais são os fatores que agem como barreiras na aceitação da nova prática. Essa compreensão irá ajudar no desenvolvimento de ações paralelas que reduzam o efeito destas barreiras.

Um bom exemplo é o caso de produtores que estão isolados e que, após formarem grupos de produtores (associações), tornam-se mais aptos para a adoção de tecnologias que seriam mais complexas de serem incorporadas sozinho.

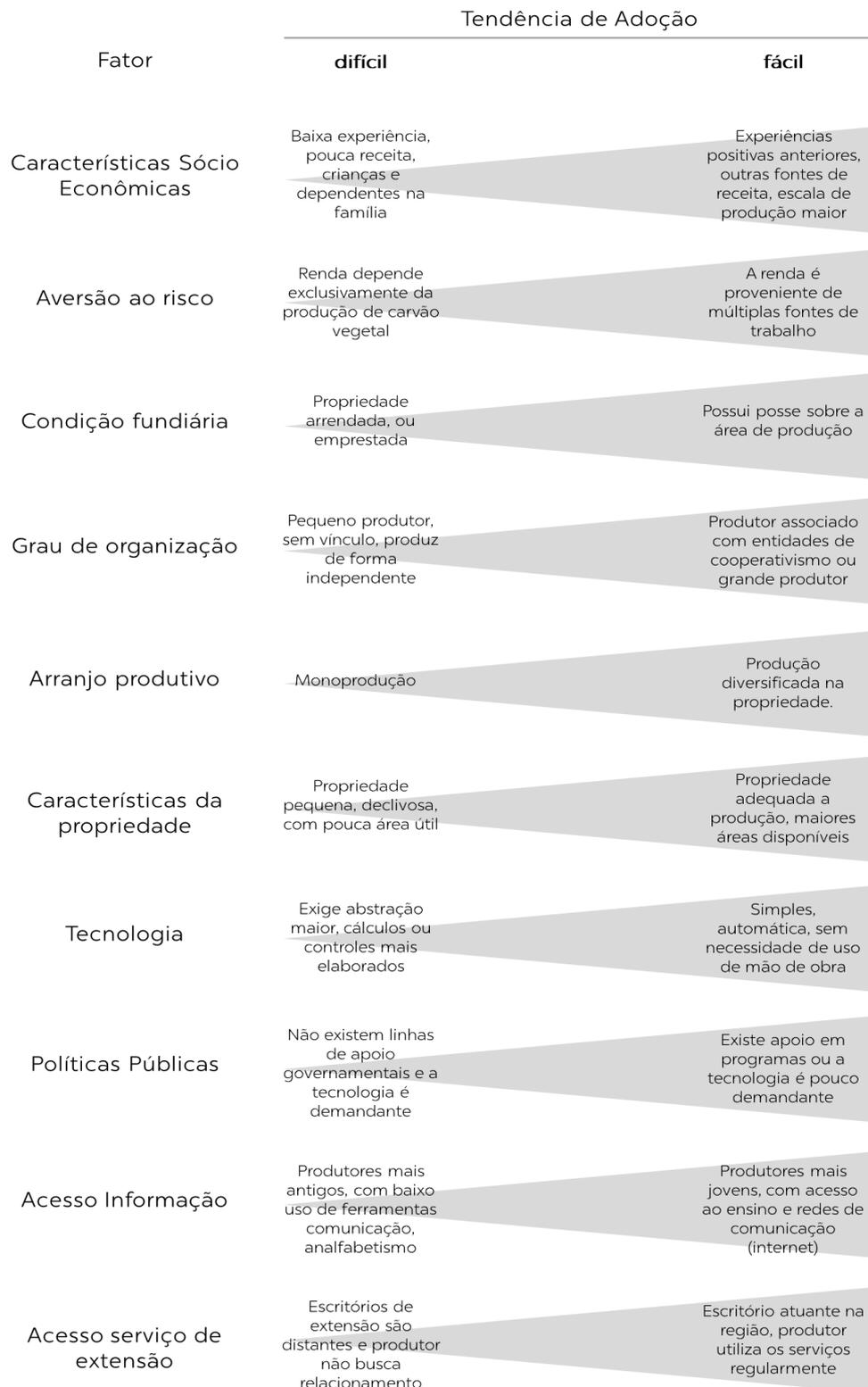


Figura 4 Fatores e Tendências de Adoção (elaboração pelos autores)

### 3. TENDÊNCIAS EM SUSTENTABILIDADE

A siderurgia é um grande gerador de impactos ambientais, especialmente nas emissões de gases de efeito estufa. O setor siderúrgico é uma das prioridades da Política de Mudanças Climáticas de nosso País e, neste sentido, existe o compromisso de reduções voluntárias destas emissões.

O Estado de Minas Gerais é responsável pela maior produção e pelo maior consumo de carvão vegetal na indústria siderúrgica brasileira, produzindo, por exemplo, cerca de 81% do ferro-gusa com o uso deste biorredutor renovável.

O uso do carvão vegetal de florestas plantadas, produzido de forma sustentável, fornece um caminho alternativo para mitigar grandes quantidades de emissões de gases de efeito estufa quando aplicado em substituição, total ou parcial, ao uso de coque de carvão mineral pelas indústrias siderúrgicas.

Desta forma, apoiar o desenvolvimento de uma cadeia de produção mais limpa e eficiente está diretamente associado a reduzir impactos ambientais e tornar o processo mais sustentável.

Na orientação de mínimo impacto ambiental, algumas linhas de ação comuns estão presentes em muitas das boas práticas deste manual. São elas:

#### **Mínima Intervenção**

Processos de produção que usam recursos naturais, inevitavelmente, geram impactos durante o ciclo de produção. Realizar as práticas com o menor nível de intervenção tem consequências diretas nas escalas dos impactos associados. Diversas tecnologias estão sendo estruturadas neste sentido, dentre elas podemos citar as práticas de cultivo mínimo, que envolvem a utilização de técnicas minimamente invasivas ao solo e a manutenção de parte da biodiversidade na área.

#### **Fechar Ciclos**

O processo de produção vegetal envolve a remoção de volumes razoáveis de nutrientes e água do solo. A correta manutenção dos níveis de nutrientes no solo é fundamental para manter a produtividade das florestas plantadas. Assim usar práticas de manejo que permitam reduzir a pressão sobre estes componentes são fundamentais na sustentabilidade destas atividades. Práticas como a incorporação de resíduos de colheita em solo e uso de compostos orgânicos proveniente do processamento de



resíduos, reduzem a necessidade de incorporar grandes quantidades de produtos externos, além de minimizarem processos erosivos dos solos.

### **Monitoramento e ação preventiva**

Coletar dados, analisar e tomar ações antecipadas é uma linha muito importante na redução de custos e na precisão das ações de manejo e operação. Atualmente, diversas ferramentas tecnológicas estão disponíveis para estas atividades, usando aplicativos de celular, planilhas eletrônicas entre outros, facilitando o acesso e a velocidade de transmissão dos dados. O uso destas informações são importantes formas de focar esforços e recursos em frentes onde existe necessidade de ação imediata, com o mínimo consumo de insumos e impactos ao meio ambiente.

### **Biotecnologia e genética**

Uma das áreas tecnológicas que mais evoluiu nos últimos anos foram as áreas associadas à biotecnologia e genética. O uso de material genético adequado para as condições de campo, desenvolvidos para a máxima produção de carvão vegetal, reduzem de forma significativa os impactos pelo uso das terras e a emissão de gases de efeito estufa. Mais além, alguns agentes biológicos de controle de pragas já são amplamente disponibilizados no mercado e possuem benefícios significativos frente às opções químicas, com menores riscos ambientais e maior segurança de efetividade.

### **Otimização e padronização**

Com o desenvolvimento de sensores e instrumentações, foi possível determinar com muita precisão os parâmetros de operação mais adequados para otimizar a produção de carvão vegetal. Substituir os métodos empíricos pela operação otimizada, com medições e indicadores, é essencial para alcançar a máxima produtividade da conversão com as menores perdas de processo. Menores perdas refletem em menores impactos ambientais e maior geração de riquezas. A produção de carvão vegetal, por muitos anos, utiliza variáveis sensoriais para o controle dos processos como a “*cor da fumaça*” e a “*sensação da temperatura ao toque*”, com a padronização, o subjetivo é deixado de lado para dar lugar a uma operação tecnológica, de mínimo impacto.

### **Queima de gases**

De forma muito clara, a carbonização tradicional apresenta impactos ambientais significativos, como a emissão de material particulado e de gases de efeito estufa, bem

como alguns de ordem social, como problemas respiratórios e insalubridade. A utilização da queima dos gases residuais em fornalhas devidamente dimensionadas reduz quase completamente as emissões das atividades de carbonização, devendo ser incentivada. O Projeto Siderurgia Sustentável suportou algumas experiências práticas neste sentido, com resultados muito positivos. A perspectiva de cenário futuro é de que a queima dos gases do processo não seja mais prática acessória, mas mandatória para todas as instalações de produção de carvão vegetal.

### **Recuperação de coprodutos do processo**

Pouco mais de um terço da madeira inicialmente processada efetivamente se transforma em carvão vegetal. A carbonização gera tantos coprodutos quanto o carvão vegetal, sendo que o aproveitamento destes “resíduos” é uma tendência inteligente como estratégia para mitigar a poluição e incorporar valor à atividade. O aproveitamento do carvão fora de especificações de qualidade (os finos por exemplo), a utilização do calor provido pela combustão dos gases na geração energética e a recuperação dos compostos químicos condensáveis são estratégias fundamentais para o aumento da sustentabilidade da cadeia de produção.

## 4. MELHORES PRÁTICAS E LIÇÕES APRENDIDAS

Este guia apresenta as principais melhores práticas encontradas na cadeia de produção e uso do carvão vegetal para siderurgia, resultantes de uma extensa atividade de pesquisa de campo para verificação de consolidação.

As práticas aqui listadas poderão contribuir para reduzir os custos e aumentar a eficiência do processo produtivo. Produtores com melhores práticas possuem processos mais otimizados, uma melhor qualidade do ambiente de trabalho, produtos com maior qualidade e uma maior viabilidade do seu empreendimento. Ademais, uma cadeia de produção mais limpa e eficiente reduz os impactos ambientais e torna o processo mais sustentável.

Condensamos este conhecimento na forma de “Fichas de Melhores Práticas” individuais que podem ser organizadas conforme você achar mais prático no seu dia-a-dia.

As práticas foram classificadas em seis grupos (**A** até **F**) de prioridade de implantação, definidas por dois critérios:

- O primeiro critério é a efetividade da prática em termos de retorno financeiro/productividade e redução de riscos de perdas. As melhores práticas, aquelas que entregam resultados diferenciados, são consideradas **essenciais** e devem ter prioridade sobre as consideradas **complementares**.
- O segundo critério é a quantidade de barreiras previstas para a adoção da boa prática. Práticas simples, aquelas com **poucas restrições, devem ser incentivadas antes** das que podem ter muitas restrições de implantação.

A combinação destes dois critérios fornece a prioridade de implantação. Práticas com grande retorno e baixo nível de barreiras devem ser as primeiras a serem disseminadas. Assim, procure iniciar a implantação das práticas pelas mais prioritárias!

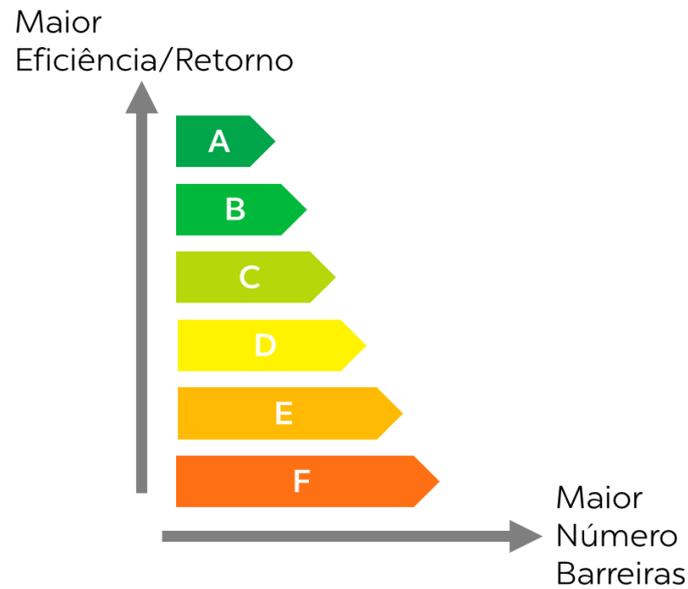


Figura 5 - Critério de Classificação das Boas Práticas (elaboração pelos autores)

Nas fichas você encontrará todas as informações necessárias para que você consiga efetuar a disseminação das boas práticas mapeadas. Algumas destas práticas possuem uma complexidade maior, com um conteúdo que não seria possível colocar em um guia. Outras práticas podem ser melhor entendidas assistindo um vídeo, por exemplo. Universidades e centros de pesquisa possuem “canais” em redes sociais como o *YouTube*, complementando de forma prática o conhecimento aqui apresentado. Você pode pesquisar, acessando a rede social e efetuando busca de vídeos, digitando o nome da prática.

Você poderá observar que algumas das fichas possuem no final um quadro com “QR-codes”. Estes “códigos” devem ser lidos apontando a câmera do seu celular. Você será encaminhado para um repositório de informações técnicas complementares atualizadas sobre a melhor prática.

Sempre que possível, acesse o ambiente técnico complementar. Utilize-o para suportar as decisões do produtor na adoção e implantação das práticas.

## 4.1. MELHORES PRÁTICAS SILVICULTURA

As florestas plantadas são menos impactantes do que outras formas de cultura intensiva. Ainda assim, apesar de adequada ao uso do solo, a silvicultura convencional pode gerar impactos significativos ao ambiente se a mudança de uso da terra acontecer de maneira rápida e drástica. Além destes aspectos, o processo é demorado, com etapas de desenvolvimento que podem levar sete ou mais anos. Desta forma, pequenas ações que deixaram de ser realizadas nas primeiras etapas podem gerar impactos muito grandes na produtividade da floresta, percebidos apenas na colheita.

As melhores práticas relacionadas nas fichas observam as seguintes orientações para aumento da eficiência:

- Solo corretamente preparado para suportar a demanda nutricional da floresta em todo seu ciclo de desenvolvimento;
- Espécies florestais adequadas para a maximização produtiva do carvão vegetal, resistente a fatores climáticos e pragas das regiões;
- Manejo de implantação e desenvolvimento inicial focando maximizar o desenvolvimento da planta nos primeiros meses (arranque);
- Redução do uso de insumos através de práticas de mínima intervenção, com o uso de monitoramento contínuo e manejo integrado.

O mapa geral das “Melhores Práticas da Silvicultura” segue a seguinte legenda:

<b>Complexidade implantação</b>	 Básica	 Prática	 Experts
<b>Custo de investimento</b>	 Baixo	 Médio	 Alto
<b>Tempo de implantação</b>	 < 6 meses	 6 meses a 2 anos	 > 2 anos
<b>Impacto na Sustentabilidade</b>	 Pequeno	 Médio	 Grande

## MAPA DE BOAS PRÁTICAS SILVICULTURA

Prioridade	Prática	Complexidade	Custo	Tempo	Sustentabilidade
A	Análise de solo	1 gear	1 dollar	1 clock	3 leaves
	Adubação	1 gear	3 dollars	1 clock	3 leaves
	Mudas Cbnaís	2 gears	2 dollars	1 clock	3 leaves
	Qualidade das Mudas	1 gear	1 dollar	1 clock	2 leaves
	Mudas de Sem entes M ehoradas	1 gear	1 dollar	1 clock	3 leaves
	Manutenção Resíduos Fbrestais	1 gear	2 dollars	1 clock	3 leaves
	Uso roçadeira entre linhas	1 gear	1 dollar	1 clock	2 leaves
	Capina com arado	1 gear	2 dollars	1 clock	3 leaves
	Uso Cavadeira na Desbrota	1 gear	1 dollar	1 clock	1 leaf
	Monitoramento de Formigas	1 gear	1 dollar	2 clocks	3 leaves
	Reposição da Ca, M G e S	1 gear	1 dollar	1 clock	3 leaves
	Espécies Fbrestais Adequadas	2 gears	1 dollar	1 clock	3 leaves
	B	Adubação de Liberação Gradual	3 gears	2 dollars	2 clocks
Cbnes Adaptados a pragas		3 gears	2 dollars	2 clocks	3 leaves
D	Profundidade Subsolagem	2 gears	3 dollars	2 clocks	3 leaves
	Controle Integrado de Daninhas	2 gears	2 dollars	2 clocks	3 leaves
	Sistema de Cultivo Mínimo	2 gears	1 dollar	1 clock	3 leaves
	Controle por Agentes Biológicos	3 gears	2 dollars	3 clocks	3 leaves
E	Plano de Proteção Fbrestal	1 gear	1 dollar	3 clocks	3 leaves
	Controle Químico de Invasoras	2 gears	1 dollar	2 clocks	3 leaves
	Espaçamento Ideal no Plantio	1 gear	1 dollar	1 clock	3 leaves
	Cronograma Monitoramento Pragas	3 gears	1 dollar	2 clocks	3 leaves
	Práticas Amostragem Pragas	3 gears	1 dollar	2 clocks	2 leaves
	Manejo Integrado de Pragas	3 gears	2 dollars	2 clocks	3 leaves
	Avaliação Demanda Nutricional de Cbnes	3 gears	3 dollars	3 clocks	2 leaves
	Plantio de Corymbia	3 gears	2 dollars	2 clocks	2 leaves
	Avaliação Nutricional de Novos Cbnes	3 gears	3 dollars	3 clocks	2 leaves
Pomar Cruzamento Horizontal	3 gears	3 dollars	3 clocks	1 leaf	
F	Resíduos com o Complemento Fertilidade	1 gear	2 dollars	1 clock	3 leaves
	Inseticidas Menos Tóxicos	3 gears	2 dollars	2 clocks	3 leaves
	Prescrição Agronômica	2 gears	1 dollar	1 clock	3 leaves
	Dosagem Inseticidas Linde controle	2 gears	1 dollar	2 clocks	3 leaves

## 4.2. MELHORES PRÁTICAS COLHEITA

Todo o esforço efetuado durante o planejamento, implantação e condução da floresta é apresentado nesta etapa. Se for mal conduzida, o potencial genético da cultura muitas vezes não se expressa por completo, e importantes oportunidades podem ser perdidas no campo.

Esta etapa é uma das mais rápidas e sofre intensamente com fatores ambientais e locais (chuvas e topografia). O uso de práticas que assegurem uma colheita de máximo rendimento, mínimos custo e impacto, com o aproveitamento dos resíduos e utilização otimizada da madeira cortada são fundamentais para que tenhamos um carvão vegetal de alta qualidade.

Dentro desta etapa, as principais linhas orientativas das boas práticas envolvem:

- O planejamento da colheita e dos fluxos de transporte, considerando o inventariamento pré-corte;
- A mecanização das atividades, otimizando o rendimento operacional;
- Aproveitamento de resíduos, otimização dos cortes e tamanhos econômicos;
- O controle de manutenção dos equipamentos para aumentar a disponibilidade e qualidade para operação;
- O manejo adequado da rebrota;
- Redução dos riscos ocupacionais.

O mapa geral das “Melhores Práticas na Colheita” segue a seguinte legenda:

<b>Complexidade implantação</b>	 Básica	 Prática	 Experts
<b>Custo de investimento</b>	 Baixo	 Médio	 Alto
<b>Tempo de implantação</b>	 < 6 meses	 6 meses a 2 anos	 > 2 anos
<b>Impacto na Sustentabilidade</b>	 Pequeno	 Médio	 Grande

### MAPA DE BOAS PRÁTICAS COLHEITA

Prioridade	Prática	Complexidade	Custo	Tempo	Sustentabilidade
A	Corte Econômico				
	Maneja da Rebota				
B	Aproveitamento Resíduos				
	Manutenção dos Equipamentos				
C	Otimização cargas veículos				
D	Mecanização da Colheita				
	Planejamento Fluxos de Colheita				
	Riscos Ergonômicos				
E	Georreferenciamento Frota				
	Inventário Florestal				
	Maximização Potencial Colheita				
	Rotas de Transporte				
F	Planos de Manutenção				

### 4.3. MELHORES PRÁTICAS CARBONIZAÇÃO

Este passo na cadeia de produção é onde podemos realmente separar os bons produtores daqueles que terão dificuldade de sustentar-se produzindo. Como a carbonização implica na grande perda de massa durante o processo, pequenas melhorias podem repercutir em incrementos significativos na produção de carvão vegetal.

Muitas pesquisas encontram-se disponíveis e tecnologias são apresentadas em Unidades de Demonstração. Então, as boas práticas aqui apresentadas possuem uma base de conhecimento robusta e podem ser replicadas com muita segurança.

As principais diretivas que as boas práticas nesta etapa focam são:

- Procedimentos para ter uma matéria prima adequada, seca e em dimensões compatíveis;
- Utilização de procedimentos técnicos e científicos adequados para controle das etapas de carbonização, como medição de temperaturas e tempos de processo;
- Adequação dos fornos de carbonização para a melhor estrutura de engenharia disponível, dependendo do volume de carvão processado e das tecnologias usuais em cada unidade produtora;
- Redução dos impactos ambientais pelo aproveitamento dos coprodutos e redução das emissões com a queima dos gases residuais;
- Utilização de controles de processo para o monitoramento e tomada de ação preventiva e corretiva.

O mapa geral das “Melhores Práticas na Carbonização” segue a seguinte legenda:

<b>Complexidade in planta</b>	 Básica	 Prática	 Experts
<b>Custo de investimento</b>	 Baixo	 Médio	 Alto
<b>Tempo de in planta</b>	 < 6 meses	 6 meses a 2 anos	 > 2 anos
<b>Impacto na Sustentabilidade</b>	 Pequeno	 Médio	 Grande

## MAPA DE BOAS PRÁTICAS CARBONIZAÇÃO

Prioridade	Prática	Complexidade	Custo	Tempo	Sustentabilidade
A	Procedimentos Secagem Bimassa				
	Uso de Refratários				
	Bimassa Adequada para Carbonização				
	Substituição da Base				
	Uso de Modelos de Carbonização				
	Piômetro Infravermelho				
	Uso de Temperares				
B	Plantio de Espécies Adequadas				
	Equipamento Manipulação				
	Uso de Metais nos Fornos				
	Controles Automatizados				
C	Sistemas Transporte Carvão				
	Planchas de Coleta de Dados				
	Cartas de Controle				
	Controle Estatístico de Processo				
	Padrões Operacionais				
	Gestão da Rotina Diária				
D	Recuperação Energética				
	Substituição dos Fornos de Tema				
	Uso de Fornos Circulares				
	Uso de Fornos Retangulares				
	Sistemas de Condensação de Gases				
E	Controle Automático de gases				
F	Fornalha de Queima de Gases				
	Mecanismos de resfriamento forçado				
	Peneiras Vibratórias				

#### 4.4. MELHORES PRÁTICAS USO CARVÃO

Uma cadeia de produção otimizada envolve também cuidar para que todo o potencial do carvão seja realmente disponibilizado para o usuário final, afinal todo esforço dispendido deve gerar receita financeira nesta etapa.

Assim, a aplicação de tecnologias e medidas nesta etapa, que muitas vezes são esquecidas, é de fundamental importância para garantir a sustentabilidade a longo prazo.

Produtores que aplicam técnicas adequadas na pós-produção de carvão vegetal geralmente são vistos com diferenciais de mercado, inclusive podendo, em médio prazo, receber maior remuneração que a média.

Dentro desta etapa as principais direções das boas práticas envolvem:

- Proteção do carvão vegetal produzido para evitar mudança nas características de qualidade e reduzir o impacto ambiental;
- Otimização da logística de transporte e capacitação dos transportadores;
- Uso dos resíduos de processo para fins energéticos (ex. finos);
- Acompanhamento dos padrões de produção, origem e qualidade do carvão vegetal;
- Métricas de venda associadas ao fim de uso do carvão vegetal (mudança de volume para peso);
- Diferenciação do carvão pela origem e processos de produção.

O mapa geral das “Melhores Práticas no Uso do Carvão” segue a seguinte legenda:

<b>Complexidade in planta</b>	 Básica	 Prática	 Experts
<b>Custo de investimento</b>	 Baixo	 Médio	 Alto
<b>Tempo de in planta</b>	 < 6 meses	 6 meses a 2 anos	 > 2 anos
<b>Impacto na Sustentabilidade</b>	 Pequeno	 Médio	 Grande

### MAPA DE BOAS PRÁTICAS USO CARVÃO

Prioridade	Prática	Complexidade	Custo	Tempo	Sustentabilidade
A	Produção de briquetes Fíno de Carvão				
	Utilização de Fíno com o energético				
	Análise características F/Q Carvão				
	Análise de Resíduos Contaminantes				
B	Pagamento pela massa de carvão				
	Pesagem Cargas de Carvão				
	Práticas de Proteção Ambiental				
	Monitoramento Perdas de Processo				
	Pátio Protegido				
C	Rastreabilidade				
	Otimização Rotas de Transporte				
	Treinamento Motoristas				
D	Carvão Premium				
E	Transporte Mecanizado do Carvão				
F	Microfotografia de Amostras Suspeitas				
	Monitoramento Emissões				
	Plano de Gestão de emergências				
	Plano Emissão Veículos				
	Controle de Carga de veículos				

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este guia que está em suas mãos apresenta as principais melhores técnicas, de muitas disponíveis que foram identificadas e consolidadas após pesquisa dedicada, e que podem ser aplicadas em toda a cadeia de produção do carvão vegetal.

Sempre faça uma avaliação profunda da aplicabilidade da prática, observando principalmente o tamanho do empreendimento e, as tecnologias atualmente utilizadas. Algumas práticas podem não ser aplicáveis para algumas escalas de produção.

Seguir estas práticas conduz a produção para um nível de sustentabilidade mais elevado, promovendo a preservação ambiental, a melhoria nas condições de trabalho, a obtenção de um produto de melhor qualidade e consequente aumento de renda dos produtores.

Além de utilizar este guia, procure sempre manter-se informado, lendo artigos, assistindo vídeos, participando de treinamentos e eventos da área, pois sempre é possível aprender mais detalhes e novas práticas e tecnologias sempre serão desenvolvidas. Assim, mantenha seu guia de boas práticas sempre atualizado!



## 6. REFERÊNCIAS

**Newman M. E. J. 2006.** *Power laws, Pareto distributions and Zipf's law.* Ann Harbor : Department of Physics and Center for the Study of Complex Systems, University of Michigan, 2006. Vol. 1.

**Parasuraman A. 2000.** Technology Readiness Index (Tri): A Multiple-Item Scale to Measure Readiness to Embrace New Technologies. [ed.] University of Miami. *Journal of Service Research.* 2000, Vol. 2.

**Patel, Kishen. 2019.** The Comfort Zone. *The Medium.* [Online] 02 de 04 de 2019. [Citado em: 14 de 11 de 2019.] <https://medium.com/live-your-life-on-purpose/the-comfort-zone-55e49af64aa5>.

## 7. CRÉDITOS REALIZAÇÃO DO GUIA

### **Pesquisa, Consolidação e Elaboração do Conteúdo:**

Stride Inteligência Ambiental Ltda

Alexandre Mater

Daiane Prudente

Josiane Viegas

Júlio César Cavasin

Ricardo Wagner Leite Pinto

Wanderley Paranaíba

### **Revisão Técnica:**

Dra. Angélica de Cássia Oliveira Carneiro - DEF/UFV

Dr. Artur Lana – DEF/UFV

Dra. Glauciana da Mata Ataíde – DCA/UFSJ

Dr. Gustavo Eduardo Marcatti – CSL/UFSJ

### **Coordenação PNUD:**

Cláudia Câmara

Matheus Fontenelle Mesquita

Michelle de Rezende Souza

Mônica de Oliveira Santos da Conceição