

AÇO VERDE BRASILEIRO

Viçosa, Minas Gerais

Março de 2018

Contatos

gerencia.florestas@gmail.com; antonionacif@gmail.com

www.ciflorestas.com.br

AÇO VERDE BRASILEIRO

Autores: Nathália Lima Lopes (MS. Eng. Florestal), Antônio de Pádua Nacif (DS. Eng. Agrônomo), Angélica de Cássia Oliveira Carneiro (DS. Eng. Florestal), José Batuira de Assis (MS. Eng. Florestal), Aylson Costa Oliveira (DS. Eng. Florestal).

1.Introdução

No Brasil, a indústria do ferro teve início em São Paulo no ano de 1587, quando os primeiros estabelecimentos siderúrgicos foram implantados para a produção de aço. Vários desses estabelecimentos foram instalados em São Paulo e Minas Gerais no fim do século XVI e durante todo o século XVII (MATARELLI et al., 2001). Nesse tempo, todos eles funcionavam com carvão vegetal.

Com o crescimento da siderurgia a carvão vegetal as empresas perceberam que a demanda de madeira para sua conversão em carvão só poderia ser suprida a partir de plantios florestais. O primeiro plantio de eucalipto para essa finalidade foi conduzido pela Cia Siderúrgica Belgo-Mineira, em 1949, no Município de Sabará. O coque só passou a ser usado no Brasil em 1941, com a implantação da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), em Volta Redonda-RJ (MATARELLI et al., 2001).

A partir de 1970 muitos mini altos-fornos a carvão vegetal foram construídos em Minas Gerais, e com a crise mundial de energia em 1973 atingindo, em cheio, os combustíveis fósseis (petróleo e carvão mineral), o carvão vegetal ganhou nova dimensão como agente redutor de fonte renovável e as exportações do ferro-gusa se tornaram crescentes, alcançando seu ápice em 1989 (MATARELLI et al., 2001).

Embora o Brasil não esteja entre os cinco maiores produtores mundiais de aço, o país possui uma das maiores reservas mundiais de minério de ferro. No entanto, ocupa a primeira posição na América Latina em produção de aço bruto, onde contribuiu com 53,48% da produção siderúrgica no ano de 2017, sendo que a produção do aço bruto no país foi de 34,4 milhões de toneladas (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2018), representando crescimento de 9,9% quando comparada com o realizado em 2016.

Minas Gerais é o estado que atualmente detém a maior área de florestas plantadas do Brasil. Essa situação decorre basicamente da existência de um grande parque metal-siderúrgico formado pelas indústrias de ferro-gusa, aço e ferro-ligas e, mais recentemente, pelas indústrias de celulose,

chapas de fibra de madeira e lápis (AMS, 2011), que são de suma importância para o desenvolvimento da economia regional. O Estado é privilegiado por possuir uma grande diversidade mineral e condições edafoclimáticas que favorecem o desenvolvimento de florestas de significativo crescimento e produção. Essa conjugação de fatores favoráveis transforma o Estado no mais vigoroso parque metal-siderúrgico a carvão vegetal do mundo.

Nesse contexto, a evolução do mercado de carvão vegetal em Minas Gerais deve ser analisada sob o prisma de um novo ambiente de negócios. Apesar dos desafios que as economias do Brasil e de outros países importantes no cenário econômico mundial têm enfrentado, esforços do setor empresarial e algumas reações positivas de setores da economia mundial têm permitido ao setor florestal se manter com um desempenho e perspectiva levemente positiva ao longo destes dez anos. Portanto, este artigo procura salienta a importância da siderurgia a carvão vegetal para a economia brasileira e as condições fundamentais para o consumo de matéria prima florestal na **produção de aço verde**, contribuindo para o estabelecimento de uma gestão sustentável para o setor.

2. O carvão vegetal no Brasil

O carvão vegetal é o produto resultante da pirólise lenta da madeira. O processo de carbonização ou pirólise lenta da madeira consiste no seu aquecimento a temperaturas acima de 200°C e inferiores a 400°C, o que promove modificações dos seus componentes químicos, cujo objetivo é concentrar o teor de carbono na massa resultante do processo. A ocorrência desse processo está intimamente relacionada à composição química dos três principais componentes da madeira: a celulose, as hemiceluloses e a lignina, além de sofrer influência dos extrativos e das suas características físicas e anatômicas. Compreendendo a degradação térmica desses componentes é possível compreender como se dá o processo de carbonização (CARNEIRO et al., 2011).

Para a conversão da madeira em carvão vegetal destaca-se que no Brasil há, atualmente, diversos tipos de fornos, que vão desde os fornos circulares utilizados pelos pequenos e médios produtores até os fornos retangulares e/ou retortas verticais contínuas utilizadas pela indústria. Cabe salientar, ainda, que a indústria produtora de carvão vegetal vem desenvolvendo diversas tecnologias, tais como os queimadores de gases acoplados aos fornos para redução das emissões atmosféricas, sistemas supervisórios, resfriadores e secadores para aumento da produtividade e do rendimento gravimétrico do carvão. Quanto às emissões atmosféricas, salienta-se que as empresas vêm desenvolvendo alternativas para o aproveitamento dos gases gerados. No entanto, ainda existem barreiras tecnológicas que requerem pesquisas para suas validações técnica e econômica.

Na década de 70, Minas Gerais tornou-se o maior polo siderúrgico a carvão vegetal do mundo (DIAS et al., 2002). Em 2013, o carvão vegetal ocupou posição de destaque na economia mineira, e foi responsável pelo consumo de 2/3 de todo o carvão vegetal utilizado no país para a produção de ferro-gusa e mais da metade da produção de ferroligas (AMS, 2013).

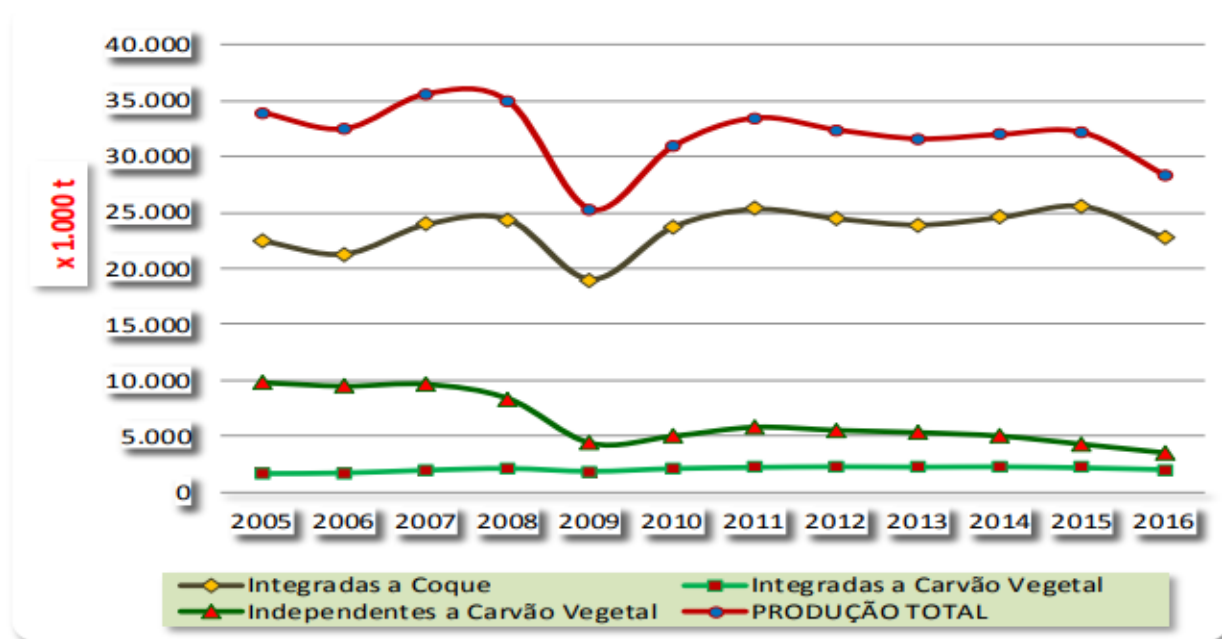
As principais plantas industriais, consumidoras de carvão vegetal em Minas Gerais, estão localizadas em Sete Lagoas, Divinópolis, Betim, Pará de Minas, Itaúna, Timóteo, Juiz de Fora e Pirapora. Essa localização se relaciona a vários fatores como fonte dos recursos naturais (minério de ferro), eficiência energética, escoamento da produção e mercado (REZENDE et al., 2005).

Entre os anos de 2001 a 2014, o Estado foi responsável por 85,3% do carvão vegetal consumido no país (AMS, 2015).

Ainda, segundo a AMS, 78% do carvão vegetal consumido em Minas Gerais no ano de 2001 era originário de florestas plantadas. Já em 2014, o consumo de carvão vegetal oriundo de florestas plantadas já havia alcançado 93,4%, restando apenas 6,6% para o carvão vegetal originário de florestas nativas. Neste mesmo ano, no Brasil consumiu-se 30,3% de carvão vegetal originário de florestas nativas e 69,7% de florestas plantadas. Segundo a SEMAD, o carvão vegetal de origem nativa representou apenas 0,2% do consumo de Minas Gerais em 2017.

A produção de ferro-gusa no Brasil em 2016 foi de 22,6 milhões de toneladas oriunda de siderurgia a coque e 5,7 milhões de toneladas a carvão vegetal (SINDIFER, 2017). Tais valores evidenciam o quanto o carvão vegetal ainda precisa ser impulsionado no Brasil (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Evolução da produção total de ferro-gusa no Brasil.

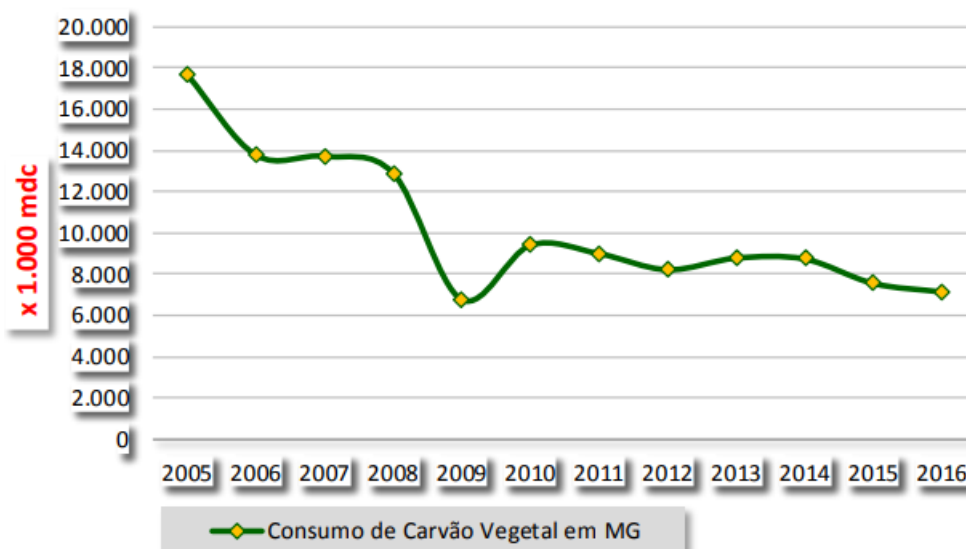


Fonte: SINDIFER (Anuário 2017).

Em 2014, os segmentos de siderúrgicas integradas, ferro-gusa e ferroligas foram os que mais consumiram o carvão vegetal de Minas Gerais, com 7.122,54; 8.732,92 e 4.357,24 (1.000 mdc), respectivamente (AMS, 2014).

O Gráfico 2 evidencia a diminuição do consumo de carvão vegetal pela indústria de ferro-gusa em Minas Gerais.

Gráfico 2 – Consumo de carvão vegetal pela indústria de ferro-gusa em Minas Gerais, no período de 2005 a 2016.



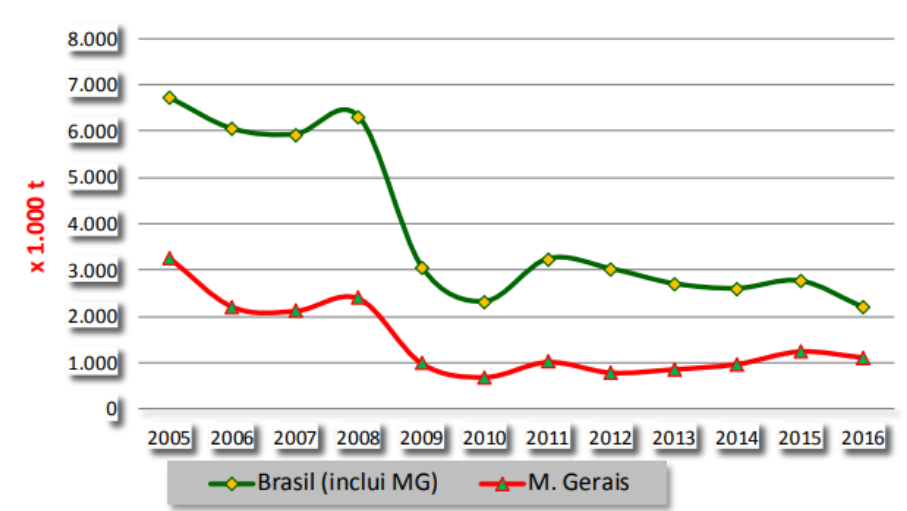
Fonte: SINFIDER (Anuário 2016).

Com a crise econômica que se instaurou a partir de 2008 e a diminuição do consumo industrial pela matéria-prima florestal os preços do carvão vegetal, que já vinham em declínio desde 2004, caíram ainda mais a partir de 2008. Segundo a AMS (2009), no auge da crise de 2008, o preço médio da tonelada em Minas Gerais era em torno de R\$380,00.

O carvão, que iniciou o ano de 2015 com preços médios em torno de R\$575,00 a tonelada, em Minas Gerais, chegou, em outubro, com preços em torno de R\$441,00 a tonelada, indicando uma queda de 23,3% (CIFLORESTAS, 2015). Atualmente, fevereiro de 2018, o preço médio da tonelada de carvão vegetal, na região de Sete Lagoas está girando em torno de R\$ 140,00/MDC, ou R\$ 635,00 a tonelada.

Tamanha queda foi decorrente da diminuição da procura por ferro gusa a carvão vegetal, cujo maior mercado consumidor é o de exportação, conforme se vê no gráfico 3.

Gráfico 3 – Exportação de ferro-gusa a carvão vegetal – Brasil e Minas Gerais.



Fonte: SINDIFER (Anuário 2016).

O Estado de Minas Gerais apresenta vantagens competitivas para a produção de eucalipto devido à possibilidade da ocupação de áreas degradadas, ociosas, subutilizadas e/ou de baixa fertilidade. Como se sabe, as avançadas técnicas da silvicultura brasileira alcançam rendimentos competitivos em solos imprestáveis para outras culturas. **Portanto, para fortalecer o mercado do carvão vegetal é necessário o estabelecimento de uma política de preços e de incentivos; financiamentos a juros e prazos compatíveis com o ciclo da silvicultura e também uma redução das excessivas exigências burocráticas, via comando e controle, que o Estado de Minas Gerais impõe sobre as plantações florestais (AMS, 2009 e 2016).** Conseqüentemente, a utilização do carvão vegetal para a produção do Aço Verde será natural e vantajosa, especialmente se capitaneada pelo aumento da procura e por preços compensatórios.

3. Aço verde e balanço de carbono

Os registros históricos indicam a utilização de ligas metálicas pelo homem, no Egito, desde 1.500 a.C. e, ao longo do tempo, as técnicas, equipamentos e utilizações foram sendo modificadas e desenvolvidas. É impossível imaginar a vida moderna sem o aço, imprescindível para a fabricação de máquinas, ferramentas, automóveis, pontes, viadutos e edifícios, que são pilares do desenvolvimento da sociedade, o que coloca a siderurgia como uma indústria essencial para diversas cadeias produtivas de um país.

Atualmente, na produção mundial de aço predomina a rota a carvão mineral/coque para fornecimento de calor para fusão e de carbono para a redução dos minérios. Desse processo, resultam ferro-gusa, aço e diversas ligas metálicas. Contudo, o carvão mineral é um

combustível não renovável e alto potencial poluidor quando comparado a outros combustíveis fósseis, como o petróleo e gás natural.

Como alternativa ao coque de carvão mineral na produção de aço, pode-se utilizar o carvão vegetal, considerado um coque renovável, capaz de auxiliar na mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Ressalta-se que o uso do carvão vegetal como termo redutor é uma peculiaridade da siderurgia brasileira, representando hoje cerca de 20,14% da produção total de ferro gusa, matéria prima utilizada para produção do aço bruto (SINDIFER, 2016).

Devido à capacidade de capturar CO₂ e não emitir SO₂ para a atmosfera, o uso do carvão vegetal na siderurgia resulta no denominado “aço verde”, **produto existente somente no Brasil, onde se verifica o uso industrial do carvão vegetal**. Os altos-fornos a carvão vegetal constituem uma tecnologia genuinamente nacional, cuja engenharia é plenamente dominada.

No processo industrial de produção de ferro-gusa há sempre emissão de CO₂ para atmosfera, independentemente de ser o termo redutor carvão vegetal (biomassa) ou coque metalúrgico. Todavia, a produção de gusa com carvão vegetal de florestas plantadas traz uma vantagem ambiental muito significativa que é a absorção de CO₂ pelas florestas em crescimento, o que torna o balanço de emissões bastante favorável, decorrente do sequestro de carbono e liberação de oxigênio – fotossíntese - ocorridos durante o desenvolvimento das florestas de eucalipto, principal espécie fornecedora de madeira para a carbonização.

A Figura 1 apresenta uma comparação das emissões de CO₂ no ciclo de produção de uma tonelada de gusa, a coque e a carvão vegetal.



Figura 1 – Balanço de carbono no ciclo de produção de 1 tonelada de ferro-gusa.

Fonte: PLANTAR (2010).

Observa-se que para a produção de 1 tonelada de ferro gusa via carvão mineral ocorre a emissão de 1,9 toneladas de CO₂ para atmosfera e um consumo de 1,3 toneladas de oxigênio. Já na rota do carvão vegetal são sequestradas cerca de 1,1 toneladas de CO₂ e ainda a geração de 164 kg de oxigênio, tendo, na substituição dos processos, um ganho ambiental de 3 toneladas de CO₂ por tonelada de ferro gusa produzido.

Dessa forma, considerando que em 2015 foram produzidas 32,11 milhões de toneladas de ferro gusa no Brasil, e deste total 6,52 milhões foram produzidas a carvão vegetal, deixou-se de emitir aproximadamente 19,56 milhões de toneladas de CO₂ para o ambiente. Por outro lado, emitiu-se mais de 48,64 milhões de toneladas de CO₂ para o ambiente pela rota a carvão mineral no Brasil.

Em 2014, a emissão total de gases de efeito estufa relacionada à combustão fóssil e processos industriais em geral, no mundo, foi de 35,7 bilhões de toneladas de CO₂eq (gás carbônico equivalente) (OLIVIER, 2015). Nesse contexto, a produção mundial de aço a carvão mineral em 2015 representou 8,23% do total das emissões.

Neste sentido de redução de emissões, cabe salientar, ainda, que vários autores endossam a proposta de estabelecimento de crédito internacional, ou bônus, pelo sequestro de carbono e pela regeneração de oxigênio, a exemplo da empresa Plantar, que por meio de um projeto realizado em parceria com o Fundo Protótipo de Carbono (PCF) e o BioCarbon Fund (BioCF), ambos do Banco Mundial, foi a primeira iniciativa brasileira no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto. Os créditos de carbono relacionados ao Projeto Plantar decorrem do referido ganho ambiental de três toneladas de CO₂ para cada tonelada de ferro-gusa produzida (DE PAULA, 2014).

Salienta-se que o Brasil tem apenas 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas (IBÁ, 2017). Isto, para um país de 8,5 milhões de km² (850 milhões de hectares), e uma vocação inegável para reflorestamento, é muito pouco. Somente no Mato Grosso do Sul existem 8 milhões de hectares de pastagens degradadas. Se somarem todas as áreas degradadas do país é possível imaginar o que se tem de oportunidade no horizonte. O país tem hoje aproximadamente 200 milhões de hectares de pastagens e algo em torno de 70% delas encontram-se degradadas ou em algum estágio de degradação (INAES, 2015).

Em Minas Gerais existem cerca de 18 milhões de hectares de pastagens, dos quais 75% (13,5 milhões) encontra-se em algum estágio de degradação e não se prestam a outra exploração agrícola que não seja a silvicultura sistematizada. Nunca é demais repetir que a maior virtude da silvicultura brasileira é sua capacidade de obter rendimentos competitivos em solos de baixa fertilidade, imprestáveis para outras culturas. Destaque-se também que os persistentes trabalhos de melhoramento genético produziram clones produtivos até para regiões de baixa pluviosidade. Logo, existe terra disponível/suficiente e tecnologia de produção de floresta ao alcance de todos para a produção de madeira suficiente e com qualidade para atendimento à siderurgia a carvão

vegetal, contribuindo para a proteção do solo, para a captura de CO₂ e para redução das emissões atmosféricas.

4. Aspectos socioeconômicos

O efeito multiplicador do ferro-gusa a carvão vegetal na economia brasileira é muito expressivo. Ao contrário, o gusa e o aço a coque (carvão mineral) não trazem os mesmos benefícios, pois a cadeia florestal tem um grande efeito social na retenção da população no campo, com empregos dignos e salários atraentes.

Dessa maneira, as florestas plantadas podem abastecer a indústria de ferro gusa à base de carvão vegetal e tornar-se um grande agronegócio no Brasil. Isso é possível devido ao país ter condições, de produzir 20 milhões de toneladas de gusa e/ou aço à base de carvão vegetal por ano, o que representa um consumo de aproximadamente 15 milhões de toneladas de carvão vegetal por ano. Dessa forma, a área plantada seria em torno de 2 milhões de hectares de eucalipto somente para produção de carvão. Para tal, os investimentos florestais e na indústria do carvão seriam por volta de R\$ 20 bilhões e dezenas de milhares de empregos (FOUNDRY GATE, 2014 a).

Destaque-se que de 2008 a 2016, a indústria de ferro-gusa implantou mais de 300 mil ha de eucaliptos em Minas Gerais (Tabela 1).

Tabela 1 – Florestas plantadas vinculadas à indústria de ferro-gusa em Minas Gerais até 2016, em 3 rotações.

Especificação	1º Rotação	2º Rotação	3º Rotação	TOTAL (Ha)
Florestas próprias em MG	70.874	48.559	12.873	132.306
Plantios fomento em MG	2.036	65	-	2.101
Plantios arrendamento em MG	1.753	138	-	1.891
Associações Fom. Ftal.-IEF	49.920	65.748	-	115.668
Subtotal	124.583	114.510	12.873	251.966
Área adicional	Sem rotação definida			67.200
Área total vinculada à indústria Ferro-Gusa				319.166

Fonte: SINDIFER (Anuário 2016).

Mesmo com a redução das atividades industriais ocorridas a partir de 2009, as áreas plantadas anualmente ainda mantiveram ritmo elevado até 2012. Como era de se esperar, a forte

retração do mercado de ferro-gusa refletiu diretamente na redução das áreas plantadas a partir de 2013. Ainda assim, a média dos plantios anuais dos últimos sete anos foi de 23 mil hectares que correspondem a investimentos em torno de R\$120 milhões por ano (SINDIFER, 2014).

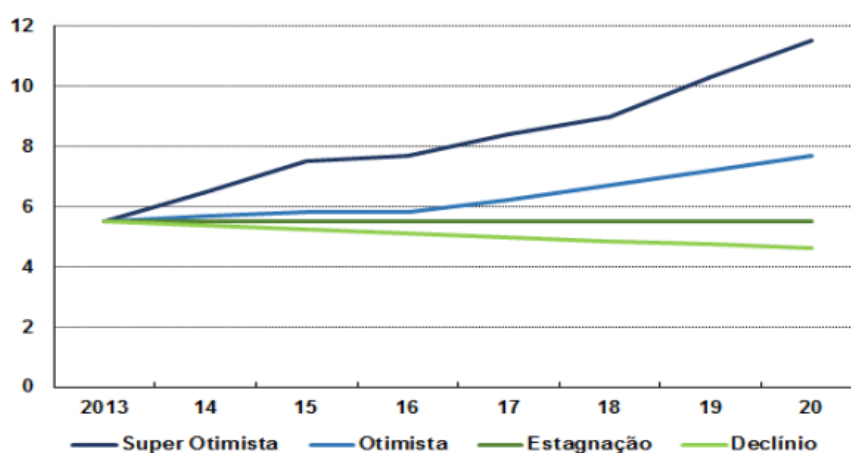
4.1. Balança comercial

No processo de produção de ferro gusa via carvão vegetal, o minério de ferro é misturado ao carvão vegetal perfazendo o valor de US\$ 220,00/tonelada. Transformando essa mistura em ferro-gusa, o valor salta para US\$ 400,00. Já na transformação para o aço, o valor atinge US\$ 650,00 por tonelada. Em 2013, o custo para produzir uma tonelada de aço com carvão vegetal era de US\$ 160,00 enquanto que via carvão mineral esse valor chegava a US\$ 170, tendo ainda pesados custos ambientais (PAINEL FLORESTAL, 2013).

Em uma análise conjuntural do setor florestal realizada pelo CIFLORESTAS, a produção brasileira de aço bruto em outubro de 2015 foi de três milhões de toneladas, queda de 2,3% quando comparada ao mesmo mês em 2014. Em relação aos laminados, a produção de outubro de 2015, de 1,9 milhões de toneladas, apresentou queda de 14,2%, quando comparada com outubro do ano anterior. Com esses resultados, a produção acumulada nos dez primeiros meses de 2015 totalizou 28,2 milhões de toneladas de aço bruto e 19,3 milhões de toneladas de laminados, quedas de 1,3% e de 8,8%, respectivamente, sobre o mesmo período de 2014.

Baseado nos dados do CGEE (2014) é possível vislumbrar um cenário otimista para a produção de gusa a carvão vegetal (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Cenário de demanda de gusa a carvão vegetal entre os anos de 2013 a 2020 (milhões de toneladas).



Fonte: CGEE (2014); DE PAULA (2014).

No entanto, as quantidades projetadas da demanda de gusa a carvão vegetal, da ordem de 12 milhões de toneladas no ano de 2020, referem-se a quantidades potencialmente requeridas pelos mercados interno e externo.

4.2. Geração de empregos

Além das inúmeras vantagens ambientais e econômicas, o fortalecimento do setor florestal através da utilização do carvão vegetal na produção do ferro-gusa acarretaria um grande impulso na geração de empregos diretos e indiretos, pois a cadeia produtiva do carvão vegetal está integrada às demandas sociais e econômicas no que se refere à geração de emprego, renda e pagamentos de impostos nas cidades e estados onde estão localizadas.

Na tabela 2, observa-se número de empregos diretos e indiretos gerados no ano de 2014 a partir da produção do **gusa verde**. A linha destacada em vermelho representa o número total de empregos gerados pelo setor florestal que não existiriam caso a produção tivesse sido à base de coque. É possível destacar também que o número de empregos gerados na base da cadeia, ou seja, pelo setor florestal, é bastante superior ao das usinas. No ano de 2016 a indústria siderúrgica mineira empregou 70.595 trabalhadores dos quais 50.360 (71,33%) são devidos ao setor florestal, o que não existiria com o uso do coque a carvão mineral.

Tabela 2 – Empregos gerados pela indústria do gusa verde em Minas Gerais em 2016.

Segmento/Atividade	Número de Empregos		
	Diretos	Indiretos	TOTAIS
Implantação e Manutenção de Florestas	3.070	9.210	12.280
Produção e Transporte de Carvão Vegetal	9.520	28.560	38.080
Total do Setor Florestal	12.590	37.770	50.360
Empregos nas Usinas	5.810	14.525	20.235
TOTAIS	18.400	52.295	70.595

Fonte: SINDIFER (Anuário 2016).

Por que, então, com todas estas vantagens competitivas, a siderurgia a carvão vegetal ainda não se firmou no Brasil como a principal via na produção do aço?

A resposta mais plausível é que, no plano conceitual, faltam informações adequadas sobre a cadeia produtiva florestal e sobram mitos e preconceitos tanto sobre as plantações florestais, quanto sobre a produção de carvão vegetal. Mais que isto, entretanto, falta protagonismo institucional e um marco regulatório que garanta segurança jurídica, com regras claras e duradouras para a cadeia produtiva da siderurgia a carvão vegetal. Outro fator inibidor do uso da energia renovável da biomassa é o excessivo controle sobre as florestas plantadas. É inconcebível para o agricultor ter que pedir autorização ao governo para cortar uma árvore que ele mesmo plantou. Não é por acaso que muitas empresas de pequeno porte e pelo menos uma de médio porte em Minas Gerais migraram da madeira combustível (lenha) renovável para o gás natural finito e poluente.

Nesse contexto, as usinas termelétricas a lenha poderiam ser também grandes consumidoras da biomassa renovável, pois as florestas plantadas, além de serem ambientalmente amigáveis, iriam ocupar terras ociosas de baixa fertilidade e gerar milhares de empregos no campo, em regiões carentes de oportunidades de trabalho.

O caminho deverá ser pavimentado com Políticas Públicas adequadas e parcerias do tipo público-privado. Temos, obrigatoriamente, que aumentar a sustentabilidade na produção de lenha e carvão vegetal, salientando, sobretudo, tratar-se de produtos renováveis e amigáveis ao meio ambiente.

Adicionalmente, florestas plantadas contribuem para evitar o consumo de madeira proveniente da exploração indiscriminada da vegetação nativa na produção de lenha e carvão vegetal, pelo aumento da oferta de materiais oriundos de florestas.

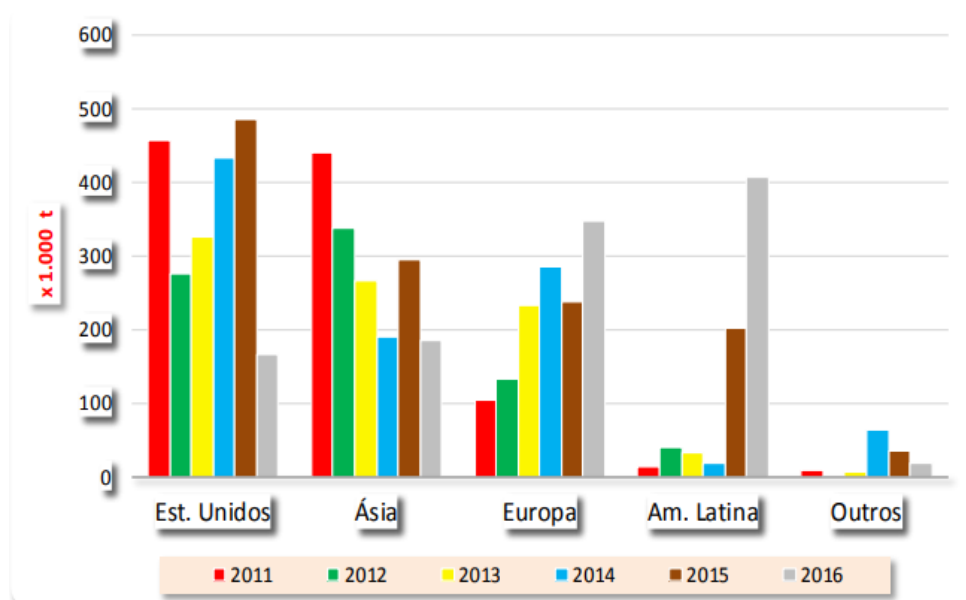
Preferencialmente deveríamos trabalhar com o aço verde, por ser um produto com maior valor ambiental agregado que poderá ser uma bandeira com viés ambiental e sustentável que pode abrir novos mercados para os produtos brasileiros.

Em 2015 aconteceu 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) em Paris, em que o Brasil reafirmou o compromisso de redução de emissões em 37% até 2025, em relação aos níveis de 2005 e apresentou uma projeção de redução de até 43% em 2030. As vendas de crédito de carbono podem representar um grande fundo de investimentos a ser aplicado.

Nesse contexto o que se propõe é que os Governos Estaduais e Federal sejam protagonistas de políticas públicas – legais, tributárias, ambientais, administrativas – que incentivem a produção e o consumo de aço verde e que a iniciativa privada tome também medidas de consumo e de promoção desse produto a nível nacional e internacional.

Na atualidade não existe diferencial de preço entre o aço comum e o aço verde, e grande parte do ferro gusa verde produzido em Minas é exportada a preços de mercado, sendo seu consumo interno muito baixo. Os principais compradores estão no gráfico 5.

Gráfico 5 – Destinos do ferro-gusa exportado por Minas Gerais entre os anos de 2011 e 2016.



Fonte: SINDIFER (Anuário 2016).

Uma medida que surtiria efeito imediato em favor do aço verde é o governo condicionar a execução de obras públicas ao seu uso e caso a indústria não possa suprir a demanda, de imediato, pode-se estabelecer um percentual de aço verde em relação ao total, a fim de equilibrar a relação demanda/oferta e inibir o aviltamento excessivo dos preços.

Quanto ao ônus financeiro de uma política que valorize o aço verde vale lembrar que o aço corresponde entre 4% a 15% do custo de uma obra e que um acréscimo de – suponhamos – 20% no preço do aço verde não seria nada assustador em vista do benefício social e ambiental da medida. Sem falar no aquecimento da produção da madeira e carvão vegetal que dariam um bom impulso ao setor: empregos e arrecadação de impostos sociais e florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMS - ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Anuário estatístico 2009. Belo Horizonte: AMS, 2009.

AMS - ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Anuário estatístico 2013. Belo Horizonte: AMS, 2013.

AMS - ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Anuário estatístico 2014. Belo Horizonte: AMS, 2014.

AMS - ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Anuário estatístico 2015. Belo Horizonte: AMS, 2015.

AMS - ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Anuário estatístico 2016. Belo Horizonte: AMS, 2016.

AMS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Florestas Plantadas: um caminho para o desenvolvimento sustentável. Belo Horizonte: AMS, 2011. Disponível em: <www.silviminas.com.br>. Acesso em: 10 de jan. 2012.

AMS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. Florestas Plantadas: um caminho para o desenvolvimento sustentável. Belo Horizonte: AMS, 2012. Disponível em: <www.silviminas.com.br>. Acesso em: 02 jan. 2013.

CARNEIRO, A. C. O.; BARCELLOS, D. C.; SANTOS, R. C. Treinamento carvão vegetal: apostila teórica e prática. Viçosa-MG, 2011. 129p.

CIFLORESTAS – Centro de Inteligência em Florestas. Análise Conjuntural 2015. Viçosa – MG. CIFLORESTAS – 2015.

CGEE/MDIC 2013. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. (Produto a). 68 p.

CGEE/MDIC 49/2013. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014. (Produto a). 63 p.

CGEE/MDIC – 2015 - Modernização da produção de carvão vegetal no Brasil: subsídios para revisão do Plano Siderurgia – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015. 150p.

DE PAULA, G. M. (2014). “Economia de baixo carbono: Siderurgia”. Economia de baixo carbono: Avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas. Ribeirão Preto: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FEARP/USP).

DIAS, E. C.; ASSUNÇÃO, A. A.; GUERRA, C. B.; et al. Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. Cad. saúde pública, v. 18, n. 1, p. 269-277, 2002.

FOUNDRY GATE (2014). Disponível em: www.foundrygate.com, acesso em: 10 de setembro de 2016.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Disponível em: www.acobrasil.org.br, acesso em: 18 de agosto de 2016.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Disponível em: www.acobrasil.org.br, acesso em: 19 de fevereiro de 2018.

IBÁ. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Anuário Estatístico 2017, ano base 2016. Brasília, 2017. 100p.

MATARELLI, F. A.; LOPES, L. E. F.; CASTRO, L. F. A. Siderurgia a carvão vegetal. In: MELLO M. G., Biomassa - Energia nos Trópicos em Minas Gerais: Editora UFMG, 2001. p. 145-161.

OLIVIER, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M. Peters, J.H.A.W., Trends in global CO₂ emissions - 2015 report, JRC report 98184 / PBL report 1803, November 2015.

PAINEL FLORESTAL. 2013. Disponível em: <http://www.painelflorestal.com.br/>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

PLANTAR. Documento de Concepção do Projeto de Mitigação de Metano. Março de 2010. Disponível em www.mct.gov.br. Acesso em: 21 mai. 2010.

REZENDE, J. L. P. de, COELHO JUNIOR, L. M.; OLIVEIRA, A. D.; et al. Análise dos preços de carvão vegetal em quatro regiões no estado de Minas Gerais. Revista Cerne, Lavras, v. 11, n. 3, p. 237-252, 2005.

SINDIFER. Anuário estatístico do setor de ferro gusa 2013. Belo Horizonte: Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais (SINDIFER), 2013.

SINDIFER. Anuário estatístico do setor de ferro gusa 2014. Belo Horizonte: Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais (SINDIFER), 2014.

SINDIFER. Anuário estatístico do setor de ferro gusa 2015. Belo Horizonte: Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais (SINDIFER), 2015.

SINDIFER. Anuário estatístico do setor de ferro gusa 2016. Belo Horizonte: Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais (SINDIFER), 2016.

WSA – World Steel Association. Sustainable steel policy and indicators 2013. Disponível em: <https://williams-syndrome.org/>. Acesso em: 10 jun. 2014.

INAES – Estado da Arte das Pastagens em Minas Gerais. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Antônio Ernesto de Salvo – INAES. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2015.