

# GUSA VERDE - A IMPORTÂNCIA DA CARBONIZAÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA: FLORESTAS PLANTADAS, CENTRAIS DE CARBONIZAÇÃO, USINA DE GUSA<sup>1</sup>

Sergio W. Garcia Scherer<sup>2</sup>

## RESUMO

A produção de ferro gusa a carvão vegetal tem uma participação expressiva na produção de gusa nacional, da ordem de 30%. O conceito de GUSA VERDE como exemplo de desenvolvimento auto sustentável exige em toda a sua cadeia produtiva, Tecnologia Atualizada, Competitividade Econômica e Cumprimento da Legislação Ambiental. No que se refere às Florestas Plantadas as condições estão atendidas. No que se refere aos Mini Altos-Fornos a tendência também é pelo atendimento. Mas no que se refere ao elo fundamental da cadeia produtiva – a CARBONIZAÇÃO – há ainda um bom caminho a percorrer. O investimento nas condições de GUSA VERDE é muito superior ao do processo tradicional. No entanto o resultado econômico via GUSA VERDE é superior pelos rendimentos superiores que proporciona em todas as etapas. Também apresentado o potencial brasileiro na produção de GUSA VERDE. Para atingir o GUSA VERDE, em sua plenitude, que é um modelo intensivo em capital, duas condições básicas são necessárias: a criação ou ampliação de linhas de apoio e de crédito condizentes, em prazo e condições, com as necessidades dos Produtores Independentes.

**Palavras chaves** – Produção de Carvão Vegetal; florestas plantadas; uso de carvão vegetal em alto forno.

<sup>1</sup> III Painel sobre a Indústria do Gusa – Produtores Independentes – a ser apresentado na manhã do dia 23 de Novembro de 2009, em Ouro Preto – MG – como parte dos seguintes eventos da ABM: 39o. Seminário sobre Redução de Minério de Ferro e Matérias Primas e 10o. Simpósio sobre Minério de Ferro

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico e Metalúrgico – Membro da Divisão Técnica de Redução de Matérias Primas Siderúrgicas – Consultor da MINITEC – [scherer@minitecologias.com.br](mailto:scherer@minitecologias.com.br)

# GREEN PIG IRON - THE IMPORTANCE OF THE CARBONIZATION IN THE PRODUCTIVE CHAIN: PLANTED FORESTS, CHARCOALMAKING PLANTS, PIG IRON PLANTS<sup>1</sup>

Sergio W. Garcia Scherer<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The charcoal pig iron production has an expressive participation in the national pig iron production of 30%. The concept of GREEN PIG IRON as example of development auto sustainable requires in all its productive chain: Technology Updated, Economic Competitiveness and Fulfillment of the Environment Legislation. As for the Planted Forests the conditions are taken care of. Referring to Mini Blast Furnaces the tendency also is the attending but when refers to the fundamental link of productive chain – the CARBONIZATION – still a long way to go through. The investment on the conditions of GREEN PIG IRON – is superior to the traditional process. However the economic result via GREEN PIG IRON is superior because of the superior yield provided in all stages. Presenting also the Brazilian potential on the GREEN PIG IRON production. To reach the GREEN PIG IRON in its plenitude that is an intensive model in capital, two basic conditions are necessary: the creation or amplifying the support lines and suitable credits in time and conditions with the necessities of Independents Producers.

**Key words:** charcoalmaking, planted forest, charcoal use in blast furnace.

## I – INTRODUÇÃO

A produção de GUSA VERDE, como exemplo de desenvolvimento auto sustentável exige que em toda a sua cadeia produtiva: Florestas Plantadas – Centrais de Carbonização – Uso do Carvão Vegetal nos Mini Altos-Fornos, apresente Tecnologia Atualizada, Competitividade Econômica e Cumprimento da Legislação Ambiental.

A produção de ferro gusa a carvão vegetal é significativa no Brasil, entre 30 e 34% do total de ferro gusa produzido. Uma parte do ferro gusa a carvão vegetal é produzida em mini usinas siderúrgicas integradas, mas a maior parte é em Produtores Independentes que abastecem integralmente o mercado nacional e exportam a maior parte da produção.

Na cadeia produtiva as Florestas Plantadas já atingem as condições exigidas pelo GUSA VERDE. Parte dos Mini Altos-Fornos a Carvão Vegetal já atingem as condições e a tendência é que, em breve, todos os Produtores Independentes as atinjam.

Mas é nas Centrais de Carbonização que um grande trabalho terá de ser realizado. Uma grande parcela do carvão vegetal é produzida em fornos antigos, que lançam a sua fumaça poluente diretamente na atmosfera...

Já há, nos Produtores Independentes, processos em operação que não mais utilizam parte da madeira enfiada para fornecer energia ao processo, mas pela queima dos elementos combustíveis das fumaças, obtém a energia para o processo, bem como para secar a madeira a ser enfiada. Assim é encurtado o tempo entre o corte da madeira e o seu enfiamento, bem como o rendimento carvão vegetal/madeira enfiada é superior. O carvão vegetal obtido é também mais homogêneo influenciando positivamente nos rendimentos dos Mini Altos-Fornos.

A soma das vantagens faz com que a área plantada seja menor e o processo todo seja economicamente competitivo.

Trabalho publicado pela Mannesmann em 1998, comprovava que o carvão vegetal é viável e demonstrava, pelas melhorias ocorridas na cadeia produtiva que a necessidade de área plantada, para produzir 600.000 t/ano de gusa, era em 1980 de 775.00 ha, que foi reduzida em 1996 para 120.000 ha, com previsão para 75.000 ha em 2000.

O GUSA VERDE é um modelo de desenvolvimento auto sustentável que utiliza integralmente recursos nacionais, seja na Tecnologia de toda a cadeia produtiva, na Engenharia, na Fabricação, nas Matérias Primas e demais Insumos, bem como em Recursos Humano intensivos.

O Brasil deve atender plenamente a sua demanda, como também e principalmente ampliar cada vez mais a sua participação no mercado internacional, com um produto diferenciado - O GUSA VERDE.

A cadeia produtiva do GUSA VERDE é intensiva em capital, pelo que devem ser criadas ou ampliadas linhas de crédito condizentes com as necessidades dos Produtores Independentes.

## 2 – A PRODUÇÃO DE FERRO GUSA NO BRASIL

A produção de ferro gusa a carvão vegetal tem expressiva participação na produção total brasileira.

### 2.1 – A Produção Total de Gusa no Brasil de 1996 a 2008 (10.1)

Tabela 2.1 – PRODUÇÃO DE FERRO GUSA NO BRASIL									Unid. 1.000t	
Anos	Siderurgia a coque		Siderurgia a Carvão Vegetal						Total Coque+Carvão Vegetal	
			Usinas Integradas		Produtores Independentes		Total Carvão Vegetal			
Ano	x1.000t	%	x1.000t	%	x1.000t	%	x1.000t	%	x1.000t	%
1996	17.951	74,86	1.668	6,96	4.359	18,18	6.027	25,14	23.978	100
1997	18.832	75,29	1.418	5,67	4.763	19,04	6.181	24,71	25.013	100
1998	18.683	74,40	1.469	5,85	4.960	19,75	6.528	25,60	25.111	100
1999	17.739	72,26	1.408	5,74	5.401	22,00	6.810	27,74	24.549	100
2000	20.323	73,31	1.254	4,52	6.145	22,17	7.399	26,69	27.723	100
2001	19.578	71,48	1.303	4,76	6.510	23,77	7.813	28,52	27.391	100
2002	21.596	72,84	1.294	4,36	6.560	22,80	8.054	27,16	29.650	100
2003	22.546	70,48	1.347	4,21	8.104	25,31	9.451	29,52	32.015	100
2004	23.226	66,82	1.450	4,17	10.850	29,01	11.535	33,18	34.761	100
2005	22.461	66,29	1.650	4,87	9.773	28,84	11.423	33,71	33.884	100
2006	21.276	65,56	1.709	5,27	9.647	29,17	11.176	34,44	32.452	100
2007	24.224	68,10	1.719	4,83	9.628	27,07	11.347	31,90	35.571	100
2008	24.628	70,20	1.901	5,42	8.552	24,38	10.453	29,80	35.081	100

Fonte: SINDIFER/IBS/AMS

Observações:

- A produção de gusa no período considerado aumentou a um ritmo de 3,22% ao ano, sendo que a um ritmo de 2,67% ao ano nas siderúrgicas integradas a coque, 1,1 % ao ano nas siderúrgicas integradas a carvão vegetal e de 5,78% ao ano nos produtores independentes.

- A produção de gusa a carvão vegetal, nos últimos anos situa-se entre 30 e 34% do total de gusa produzindo no Brasil, ficando os Produtores Independentes, todos a carvão vegetal, entre 25 e 29% do total.

## 2.2 – O Consumo de Carvão Vegetal no Brasil de 1997 a 2008 (10.1)

Tabela 2.2 – CONSUMO DE CARVÃO VEGETAL NO BRASIL							1.000 mdc		
Anos	Carvão Vegetal de Origem Nativa			Carvão Vegetal Originário de Florestas Plantadas			TOTALS		
	Consumo	%	Índice	Consumo	%	Índice	Consumo	%	Índice
1997	5.800,0	24,6	100	17.800,0	75,4	100	23.600,0	100,0	100
1998	8.600,0	32,6	148	17.800,0	67,4	100	26.400,0	100,0	112
1999	8.070,0	30,0	139	18.830,0	70,0	106	26.900,0	100,0	114
2000	7.500,0	29,5	129	17.900,0	70,5	100,5	25.400,0	100,0	108
2001	9.115,0	34,8	157	17.105,0	65,2	96	26.220,0	100,0	111
2002	9.793,0	36,5	169	17.027,0	63,5	95,5	26.820,0	100,0	114
2003	12.216,0	41,8	210	16.986,0	58,2	95	29.202,0	100,0	124
2004	19.490,0	52,2	336	17.430,0	47,8	98	36.920,0	100,0	156
2005	18.862,3	49,6	325	19.188,8	50,4	108	38.051,1	100,0	161
2006	17.189,0	49,0	296	17.936,0	51,0	101	35.125,0	100,0	149
2007	17.653,0	48,0	304	19.125,0	52,0	107	36.778,0	100,0	156
2008	15.630,1	47,4	270	17.339,1	52,6	98	33.437,2	110,0	142

Fonte: AMS

- O Quadro acima mostra que o carvão vegetal originário de Florestas Plantadas, em 1997, era 75,4% do total, tendo caído em 2008 para 52,6%, o que indica uma defasagem entre o Reflorestamento e o consumo de madeira.

## 2.3 – A Produção de Gusa a Carvão Vegetal e o Consumo do Mesmo, entre 1996 e 2008, foi a seguinte (10.1):

Tabela 2.3 – PRODUÇÃO DE FERRO GUSA A CARVÃO VEGETAL E CONSUMO DO MESMO									
Anos	Siderúrgicas Integradas			Produtores Independentes			Total		
	1.000t	1.000mdc	mdc/t	1.000t	1.000mdc	mdc/t	1.000t	1.000mdc	mdc/t
1996	1.668	5.200	3,12	4.359	13.000	2,98	6.027	18.200	3,02
1997	1.418	4.500	3,17	4.763	14.288	3,00	6.181	18.788	3,04
1998	1.468	4.407	3,00	4.960	17.800	3,59	6.428	22.207	3,45
1999	1.408	3.225	3,00	5.401	18.300	3,39	6.809	22.525	3,31
2000	1.254	3.750	2,99	6.145	16.400	2,67	7.399	20.150	2,72
2001	1.303	3.900	2,99	6.510	17.580	2,70	7.813	21.480	2,75
2002	1.294	3.681	2,84	6.760	18.030	2,67	8.054	21.711	2,70
2003	1.348	3.383	2,51	8.104	20.220	2,50	9.452	23.603	2,50
2004	1.450	3.984	2,75	10.085	27.590	2,74	11.535	31.574	2,74
2005	1.650	4.999	3,03	9.773	27.817	2,85	11.423	32.316	2,83
2006	1.709	4.579	2,68	9.467	25.116	2,65	11.176	29.695	2,66
2007	1.840	5.527	3,00	9.628	25.706	2,67	11.468	31.233	2,72
2008	1.901	5.710	3,00	8.552	23.827	2,79	10.453	29.537	2,83

Fonte: AMS/MINITEC

O Quadro 2.3 informa para o período 1996 a 2008 sobre o aumento da produção de gusa a carvão vegetal no período considerado e o consumo de

Vegetal	Produção de gusa	Consumo de Carvão
	% aumento anual	% aumento anual
Total a Carvão Vegetal	4,70	4,12
Nas siderurgias integradas	1,10	0,78
Nos Produtores Independentes	5,88	5,18

### 3 – O GUSA VERDE

3.1 – GUSA VERDE é o ferro gusa produzido com carvão vegetal, sendo este fabricado em centrais de carbonização que utilizam madeira de florestas plantadas, bem como de manejo de florestas e de resíduos de serrarias.

3.2 – Para tanto toda a cadeia produtiva deve atender as condições: tecnicamente atualizada, economicamente competitiva e atendendo a legislação ambiental, ou seja, com o menor impacto ambiental possível.

3.3 – O primeiro projeto brasileiro de MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi concebido numa parceria entre o Grupo Plantar e o Banco Mundial, com o apóio do Governo de Minas Gerais.

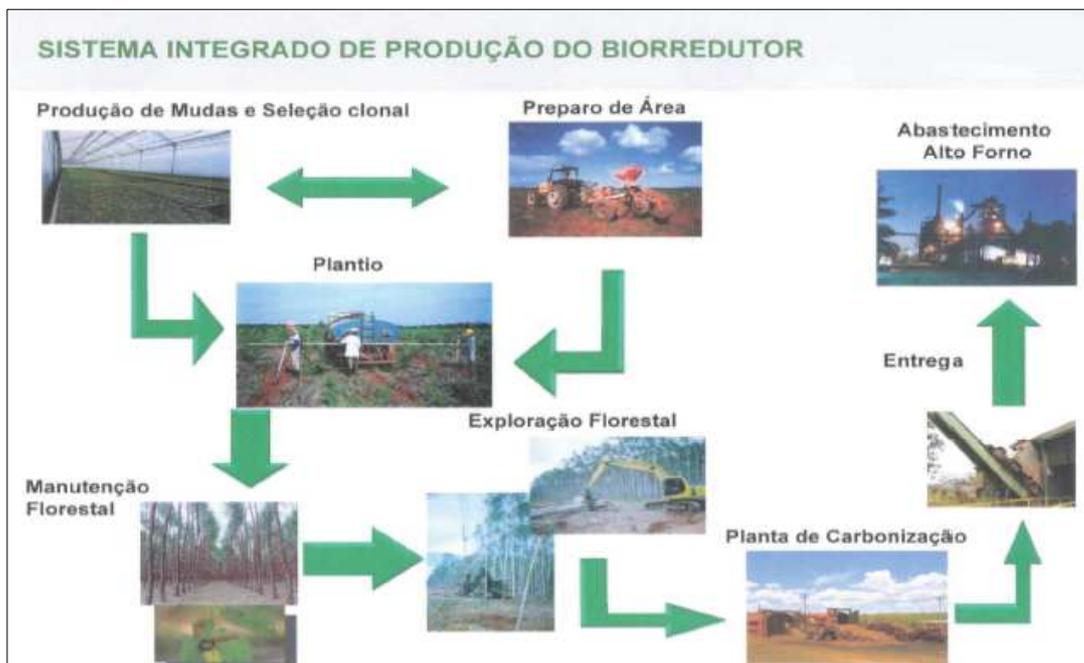
Foram desenvolvidas 3 metodologias pioneiras: Florestas ou manejo da terra – Redução da emissão de metano na carbonização – Uso do carvão vegetal em Siderurgia.

3.4 – É um modelo tecnológico brasileiro, já muito praticado e com enorme potencial de desenvolvimento.

3.4.1 – Todas as tecnologias envolvidas são de pleno conhecimento nacional.

3.5 – Toda a cadeia produtiva pode ser visualizada no Quadro abaixo

Quadro 3.5 – Sistema Integrado de BioRedutor (10.2)



## 4 – As Florestas Plantadas

4.1 – Há um grande e meritório desenvolvimento nas florestas plantadas aqui no Brasil, atingindo ano após ano melhores índices de produtividade e qualidade, inclusive gerando empregos qualificados no campo.

4.2 – A evolução da produtividade a partir de 1985 é apresentada no quadro abaixo

Quadro 4.2 – A Produtividade Florestal no Período de 1980 a 2015 ( previsão ) (10.2)

A PRODUTIVIDADE FLORESTAL NO PERÍODO DE 1980 A 2015

Anos	Produtividade (t mad.sec./ha/ano)
1980	2,2
1990	8,3
1998	9,9
2007	19,8
2015	( previsão ) 27,0

Incremento de 35% em toneladas de madeira/ha para os ano de 2015.

## 5 – Os Mini Altos-Fornos a Carvão Vegetal (10.3)

5.1 – Os antigos e pioneiros mini altos fornos, tem o grande mérito de terem sido os pioneiros, mas hoje estão ultrapassados, pois tem sofrido sensível desenvolvimento no projeto e operação, buscando maior produtividade, menor consumo energético e atendimento a legislação ambiental.

5.2 – Entre as melhorias de projeto e técnicas operacionais merecem ser citadas:

5.2.1 – Emprego de minério granulado com aglomerados seja sinter e/ou pelotas, na carga.

5.2.2 – Injeção de carvão pulverizado pelas ventaneiras.

5.2.3 – Reciclagem dos finos de carvão vegetal e demais resíduo em sinterização.

5.2.4 – Aumento da temperatura de Sopros por:

5.2.4.1 – Glendons mais eficientes

5.2.4.2 – Substituição de glendons por cowpers.

5.2.4.3 - Enriquecimento do sopros de ar por oxigênio

5.2.5 – Metalização da Carga

5.2.6 – Pressão de topo suficiente para que o Sistema de Limpeza de Gases seja eficiente.

5.2.7 – Geração de energia elétrica com o saldo de GAF

5.2.8 – Secagem do minério granulado com o gases quentes que saem dos aquecedores do sopro.

**6 – Centrais da Carbonização ou de Produção de Carvão Vegetal:** Processos focando principalmente os que abastecem os Produtores Independentes.

6.1 - A pirólise ou destilação seca da madeira ou de outra biomassa vegetal, em atmosfera controlada e a temperatura conveniente, produz o carvão vegetal e matéria volátil parcialmente condensável. Da condensação resulta o líquido pirolenhoso contendo o ácido pirolenhoso e o alcatrão insolúvel. O líquido pirolenhoso compõe-se de ácido pirolenhoso, uma solução aquosa de ácidos acético e fórmico, metanol e alcatrão solúvel, e constituinte menores. A matéria volátil não-condensável consiste de compostos gasosos de carbono (CO<sub>2</sub>, CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) e nitrogênio (10.4)

6.2 – A Carbonização é fundamental no ciclo produtivo do GUSA VERDE, pois recebe a madeira e a transforma em carvão vegetal, gerando ainda fumaças que tanto podem poluir o meio ambiente, quando lançadas diretamente na atmosfera, como podem ser aproveitadas como energia ou como matéria prima para produtos carbo químicos.

6.2.1– Um processo eficiente de carbonização necessita de menos madeira para produzir uma determinada quantidade de carvão vegetal, do que um mais tradicional .

6.2.2– Um processo eficiente de carbonização produz um carvão vegetal mais homogêneo com um melhor aproveitamento no mini alto-forno.

6.3 – Assim um processo de carbonização eficiente preenche as condições básicas do GUSA VERDE:

6.3.1 – É tecnicamente atualizado, pois obtém um melhor rendimento carvão vegetal/madeira enforada.

6.3.2 – É competitivo economicamente exatamente pelo melhor rendimento que se traduz em menor área plantada.

6.4.3 – E recomendável sob o ponto de vista ecológico, deixando de lançar na atmosfera as fumaças poluentes, utilizando-as no processo como energia para secar a madeira, e/ou produzir energia elétrica e/ou como matéria prima para produtos carbo químicos.

6.5 – Uma parcela significativa do Carvão Vegetal no Brasil é produzida pelo Processo mais tradicional que popularmente é chamado de “rabo quente”. É um processo pioneiro, mas os fumos são jogados diretamente na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa.

O Quadro 6.5 - Tecnologias para Produção de Carvão Vegetal a seguir mostra uma unidade de carbonização tradicional (10.5)



### 6.6 – A evolução dos Processos de Carbonização

O Quadro 6.6 apresenta os processos de carbonização em uso industrial e/ou experimental no Brasil (10.2)



## **Observações:**

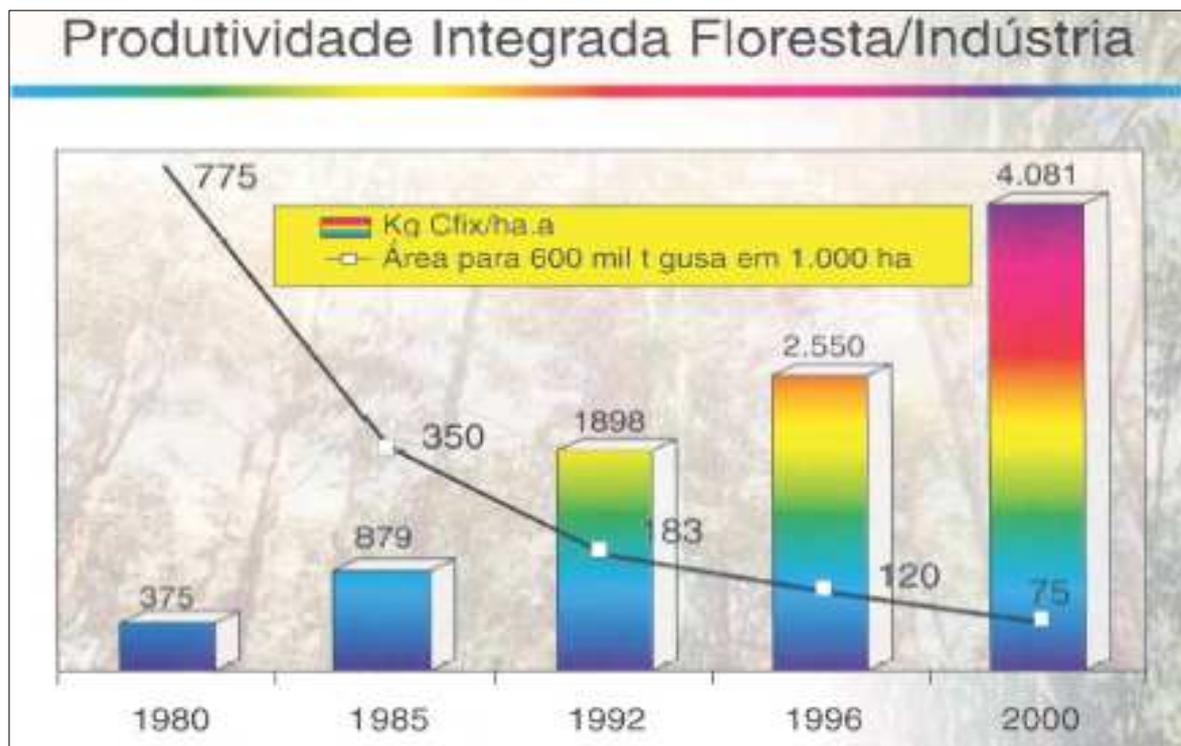
- O sistema tradicional, de baixo investimento, é um problema ambiental, pois as fumaças são lançadas diretamente na atmosfera.
- Os fornos retangulares que são operados, em sua maioria, pelas siderúrgicas integradas, possuem diversos graus de desenvolvimento, como a coleta de alcatrão e o uso dos gases também para secar a lenha.
- O Processo Bricarbrás, em operação no Paraná e em Minas Gerais, e o Processo DPC em operação no Pará (10.6) não queimam parte da madeira no processo de carbonização, mas queimam as fumaças produzindo assim a energia necessária para o processo, bem como, para secar a madeira, encurtando em muito o tempo entre o corte da madeira e seu enforamento. Assim sendo, o seu rendimento carvão vegetal/madeira enforada é superior ao processo tradicional e não polui com as fumaças lançadas diretamente na atmosfera.
- O Processo de Carbonização Contínua, a exemplo dos anteriores, não queima parte da madeira para gerar energia para a carbonização, usando também a queima dos fumos para secar a madeira. Também gera energia elétrica com a sobra de energia da queima dos fumos, bem como, na serragem originada da madeira que é processada em tamanhos da ordem de 25 cm de comprimento.
- Assim os processos atualizados tecnicamente lançam na atmosfera apenas os produtos de combustão que serão reciclados nas Florestas Plantadas. Além disso, há a possibilidade de parte dos fumos serem utilizados na produção de carboquímicos.

## **6.7 – O Investimento na Carbonização tecnicamente atualizado**

- A exemplo das Florestas Plantadas e das Usinas de Gusa, a Carbonização é capital intensivo, sendo que o investimento em uma carbonização tecnicamente atualizada pode ser dezenas de vezes superior à tradicional.
- No entanto, um Estudo Técnico Econômico de Florestas Plantadas – Carbonização – Altos Fornos modernos, demonstra que esta alternativa é economicamente mais favorável, do que a que utilize a linha tradicional, por melhor rendimento no alto forno, na carbonização o que leva a menor área plantada. Além disso, e principalmente atende à Legislação Ambiental, É bom lembrar que a linha tradicional não atende à legislação ambiental.

## **7 – É O GUSA VERDE VIÁVEL (10.7)**

Sim, e a resposta já foi dada há muitos anos atrás no trabalho “MANNESMANN Comprova que o Carvão Vegetal é Viável”, publicado na Revista da ABM, em Junho de 1997, do qual é reproduzido o Quadro 8.1 – Produtividade Integrada Floresta/Indústria, onde no período entre 1980 e 2000, a necessidade de área plantada para produzir 600.000 t/ano de gusa, baixou de 775.000 ha para 75.000 t/ano.



- Por este trabalho pioneiro é possível concluir uma produtividade 8t gusa/ha-ano
- As condições atuais já permitem obter 10 t/ gusa/ha.

## 8 – Potencial do GUSA VERDE E, CONSEQUENTEMENTE, DO AÇO VERDE. (10.3)

8.1 – As condições favoráveis no Brasil para a produção de GUSA VERDE são as melhores possíveis.

8.2 – Para exemplificar: Se no ano de 2008 **todo** gusa produzido no Brasil tivesse sido a base de carvão vegetal, as seguintes áreas seriam necessários, considerando um consumo de 2,8 mdc/t de gusa, com 250 kg/mdc, e consumo de 2,0 st/mdc. Sendo a produtividade florestas 50st/ha-ano.

Para o cálculo foi considerada a área dos Estados que produz ferro gusa (ES – MA – MG – MS - PA – RJ – SP), o que totaliza 2,88 milhões de km<sup>2</sup>.

As áreas plantadas totalizariam 39.300 km<sup>2</sup> ou o equivalente a 1,36 % da área dos estados considerados e a área total de 65.500 km<sup>2</sup> equivalente a 2,27% da área dos Estados considerados.

## 9 – CONCLUSÕES

9.1 – O GUSA VERDE é um modelo perfeito de desenvolvimento auto sustentável, sendo tecnicamente atualizado, economicamente competitivo e ambientalmente recomendável. É um modelo que utiliza integralmente Recursos Racionais, tais como:

Tecnológicos, Materiais e Humanos, sendo mesmo um exemplo para o mundo.

9.2 - A Produção do GUSA VERDE atende à Legislação Ambiental e todos os gases emitidos que podem contribuir para o efeito estufa, são recirculados via fotossíntese.

9.3 – O Brasil deve incentivar uma produção cada vez maior de GUSA VERDE, não só para o pleno atendimento do mercado doméstico, mas para ampliar cada vez mais a sua participação no mercado externo com um produto diferenciado de primeira qualidade, produzido ecologicamente.

9.3.1 – O GUSA VERDE também significa AÇO VERDE.

9.4 – Por se tratar de um modelo intensivo em capital, devem ser criadas ou ampliadas linhas de apoio e de crédito condizentes, em prazo e condições, com as necessidades dos Produtores Independentes.

## **10 – REFERÊNCIAS**

10.1 - Estatísticas IBS, SINDIFER e AMS.

10.2- Azevedo, Flavio – Siderurgia e os Desafios do Desenvolvimento Sustentável – Evento do IBS – Junho 2008...

10.3 - Scherer, Sergio – Aspectos que Relacionam o Uso e a Produção de Carvão Vegetal, para Redução de Minério de Ferro, com o Reflorestamento – II Paineis sobre a Indústria do Gusa – 38º. Seminário de Redução de Minério de Ferro da ABM -São Luiz do Maranhão – Setembro de 2009.

10.4 – Ferreira, Omar Campos – Emissões de Gases de Efeito Estufa na Produção e Uso de Carvão Vegetal - Economia e Energia No. 20 – Maio/Junho 2000 = MCT & PNUD.

10.5 - Carneiro, Angélica – Qualidade da Madeira e Tecnologias para Produção de Carvão Vegetal – Seminário Florestas Plantadas – Campo Grande MS.

10.6 - Publicações dos Processos Bricarbras e DPC.

10.7 - Mannesman Comprova que Carvão Vegetal é Viável – Revista Metalurgia & Materiais – Junho de 1997 – página 280.