


[BUSCA](#)
[CORREIO](#)
[DADOS ECONÔMICOS](#)
[DOWNLOAD](#)
[e&e ANTERIORES](#)

e&e No 20

Carvão Vegetal e

Efeito Estufa:

* na Produção

* na Siderurgia

Combustível Binário

Álcool - Diesel

Vínculos e&e

Acompanhamento

Econômico:

Reservas

Dívida Pública

Energia:

Equivalências

Glossário

Dados históricos

Para Download

Balanco Energético

1999

A **e&e** está realizando alguns estudos sobre as emissões de gases geradores do efeito estufa como contribuição à Comunicação Nacional do Brasil à Convenção sobre o Clima. O carvão vegetal, principalmente usado na siderurgia, representam uma alternativa proveniente da biomassa para combustíveis cujo consumo contribuem para o efeito estufa. Apresentamos dois estudos coordenados por Omar Campos Ferreira.

• EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO E NO USO DO CARVÃO VEGETAL

• EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO E NO USO DO CARVÃO VEGETAL NA SIDERURGIA

A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NO DESENVOLVIMENTO DE UM COMBUSTÍVEL BINÁRIO ÁLCOOL-DIESEL

Avalia-se a situação atual do etanol adicionado ao diesel. Traça-se o perfil histórico das tentativas de implantação deste combustível binário, bem como a política de redução do consumo de combustíveis fósseis.

<http://ecen.com>

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK

Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:

Thursday, 19 February 2004

Números anteriores

Ano IV - No 19 - Março/Abril 2000

O Modelo Macroeconômico Simplificado e&e Projetar - Aplicação para as Duas Próximas Décadas

Adição de Compostos Oxigenados na Gasolina e a Experiência do PROÁLCOOL

Setor Energético - Destaques 1999

<p>NAno IV - No 18 - Janeiro/Fevereiro 2000 Página Principal Energia Equivalente Saúde - Rede Sarah Energia: Nova Era</p>	<p>Ano III - No 17 - Novembro/Dezembro 1999 Página Principal Petróleo e Gás Natural no E.S. Emissões de Gases do Efeito Estufa por Termelétricas O consumidor ganhando poder de mercado no setor elétrico? Vínculos e&e</p>
<p>Ano III - No 16 - Setembro-Outubro 1999 Página Principal Energia Equivalente e PIB O Fim da Modernidade? Evolução da Frota de Veículos no Brasil</p>	<p>Ano III - No 15 - Julho-Agosto 1999 Página Principal Política Cambial Brasileira Perspectivas da Indústria Brasileira</p>
<p>Ano III - No 14 - Maio/Junho 1999 Página Principal A Nova Era do Petróleo Setor Energético 1998/1999 Dívida Pública Brasileira Vínculos e&e</p>	<p>Ano III - No 13 - Março/Abril 1999 Página Principal Privatizações na área energética Estrutura da Crise Coefficientes de Equivalência Energética Glossário de Termos Energéticos</p>
<p>Ano III - No 12 Março/Abril 1999 Página Principal Matriz Energética e&e Otimismo em Tempos de Crise Análise Exergética da Agricultura</p>	<p>Ano II - No 11 Novembro/Dezembro 1998 Página Principal O Estado Regulador no ES Eletricidade no BEN A Organização Não Governamental - e&e Concordata e Dívida Pública</p>
<p>Ano II - No 10 Setembro/Outubro 1998 Página Principal Gasoduto Bolívia – Brasil Balanco Energia Útil Termelétrica do Norte do ES A crise Brasileira Vínculos e&e</p>	<p>Ano II - No 9 Julho/Agosto/1998 Página Principal Economia e Termodinâmica Acumulação de Capital na Economia Brasileira Crescimento Econômico 1997 a 2010 Vínculos e&e BEN98</p>
<p>Ano II - No 8 Maio/Junho/1998 Página Principal Setor Energético - Organização Institucional O Brasil em Kyoto O Dr. Camilo Penna Por dentro de um Brasil real Carta da Câmara de Energia do ES Consultas a e&e</p>	<p>Ano II - No 7 Mar/Abr/1998 Página Principal Eficiência do Motor de Combustão Interna Vendas e Frota de Veículos Otto no Brasil Setor Energético Destaques em 1997 Como Aumentar a Produtividade de Capital</p>

Ano II - No 6 Jan/Fev/1998

Página Principal
Projeto Energético do ES
Reservas Internacionais II
Demanda do Ciclo Otto
Dívida Pública Brasileira
Equipe e&e
Vínculos (links)

Ano I - No 5 Nov/Dez 1997

Página Principal
Biomassa e Geração Elétrica
Energia e Organização Sócio-Econômica
Reservas Internacionais
Equipe e&e
Vínculos (links)

Ano I - No 4 Set/Out 1997

Página Principal
Depleção de Petróleo
A Dívida Brasileira
Neointervencionismo
Cogeração no ES
Equipe e&e
Vínculos

Ano1-No3 Jun/Jul 1997

Página principal
Alquimia Econômica
Destaques do Setor Energético
Proposta para Kyoto
BEN 1997
Equipe e&e

Ano1-No2 Abr/Mai 1997

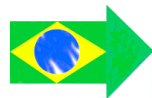
Entropia e Economia
Energia no ES
Mercosul
Balanco Energético
Equipe e&e

Ano 1 - Número um - Fevereiro e Março de 1997

Apresentação
A Produtividade do Capital
O Brasil e a Mudança do Clima
Exaustão do Petróleo
Equilíbrio Instável
O Capital Nacional
Quem Somos

Ano 1 - Número zero - Dezembro 1996

Apresentação
Futurologia
Déficit Público
Os Limites da Competência
Quem Somos



SEARCH

MAIL

DATA

DOWNLOAD

Other e&e Issues

e&e No 20

Emission of Greenhouse Effect Gases:



in Vegetal Coal Production



in the Production and Use of Charcoal in Metallurgy

Vegetal Coal and
Greenhouse Effect:

*in Production

*in Metallurgy

Alcohol-Diesel Binary

Fuel

e&e links

The Brazilian Experience on Developing a Alcohol-Diesel Binary Fuel



Evaluating the present situation of ethanol oxygenated compounds added to diesel: historical attempts of its introduction and policies for reducing fossil fuels consumption.

<http://ecen.com>

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK

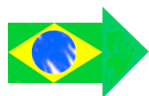
Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:

Thursday, 19 February 2004

**Economy & Energy**

No 20 - Maio - Junho 2000

No 20 Em
Português

Support:

FAPEMIG**BUSCA****CORREIO****DADOS ECONÔMICOS****DOWNLOAD****Other e&e Issues****e&e No 20****SUPPORT:**Vegetal Coal and
Greenhouse
Effect:

*in Production

*in Metallurgy

Alcohol-Diesel

Binary Fuel

e&e links

**<http://ecen.com>****MCT** Ministério da Ciência e Tecnologia

EMISSION OF GREENHOUSE EFFECT GASES IN VEGETAL COAL PRODUCTION

Omar Campos Ferreira

omar@ecen.com

English Version:

Frida Eidelman

frida@ecen.com

The use of charcoal in metallurgy is intimately linked to the Brazilian industrialization process. At the time when the transportation structure did not allow for the use of mineral coal, imported or produced in Brazil, charcoal, which is easy to produce and has low cost, made possible the creation of plants with small capacity production, compatible with the incipient steel industry. After some attempts, frustrated by the national inexperience in the field and by the difficulties encountered by the European technicians to adapt their experience to the Brazilian reality, it was established in the twenties in Minas Gerais a set of charcoal-fired plants producing about 4 thousand tons of steel annually. Already in 1946, the Belgo Mineira Plant in João Monlevade produced 342 thousand tons/year of steel, corresponding to 70% of the internal demand. In the fifties, with the installation of the Volta Redonda Plant, consuming imported mineral coke, it was started a period of competition between the two fuel-reducing agent, while it is verified the accentuated decrease of charcoal utilization.

The importance of biomass fuel for abating the carbon released to the atmosphere as CO₂, CO and CH₄ is acknowledged by nations that participate in international climate meetings. Proposals regarding ways to motivate the use of biomass in developing countries with compensations from the industrialized countries have been presented but there has been no consensus about the matter, in spite of the greenhouse effect worsening. The decrease in petroleum prices from the mid-eighties on, favoring the international transport of goods, has strongly contributed

to increasing the emission of greenhouse effect gases in all sectors of productive activities, both by transportation vehicles and by industrial consumption of fossil fuels. Nevertheless, one cannot be sure that petroleum prices will be kept low in the near future, therefore it is predictable the return to the use of biomass as fuel source, particularly in Brazil.

Charcoal can be considered as an energy source vector of ample use, so much so that after the first petroleum price shock (1973), the Federal Government stimulated the substitution of fuel oil by coal in several sectors of the industrial production and charcoal had an expressive participation in this effort. However, metallurgy is the best market niche because it favors the production of pig iron practically without sulfur, phosphor or other undesirable elements. The present work will consider as priority its use in metallurgy.

CHARCOAL PRODUCTION

Pyrolysis or distillations of dry wood or other vegetal biomass in controlled atmosphere and convenient temperature produces charcoal and volatile, partially condensable material.

From condensation results the pyroligneous liquid containing pyroligneous acid and insoluble tar. The pyroligneous liquid is composed of pyroligneous acid, an aqueous solution of acetic and formic acids, methanol and soluble tar and minor constituents. The non-condensable volatile matter consists of gaseous carbon compounds (CO_2 , CO , C_nH_m) and nitrogen. Analysis of charcoal and of the volatile matter shows that its composition depends strongly on the carbonization temperature of the vegetal species that supplies the wood and on the age of the tree. Therefore, charcoal produced from native species shows a certain fluctuation of the physic-chemical and mechanical properties, undesirable in the production of pig iron. The evolution of metallurgical technology lead naturally to the necessity of standardizing the wood through the planting of selected species aiming at improving the charcoal yield and its carbon content (fixed carbon), density and other mechanical properties required for its use in furnaces.

The carbonization process can be delineated in 4 phases:

- Wood drying, with vaporization of the hygroscopically absorbed water, of the water absorbed through the cell walls, and of the chemically bonded or constituent water. The drying temperature range varies from 100 to 200 °C. The heat necessary to maintain the adequate temperature comes from burning part of the wood in the carbonization chamber itself, in the most rudimentary furnaces, (1) or in appropriate combustion chambers, in the advanced furnaces.

- **Pre-carbonization**, that happens in the interval between 180-200° C and 250-300° C, an endothermic phase where a fraction of the pyroligneous liquid and a small quantity of non-condensable gases are obtained.
- **Carbonization**, fast and exogenous reaction, initiated between 250 and 300° C, in which part of the wood is carbonized and most of the soluble tar and pyroligneous acid are liberated.
- **Final carbonization**, at temperatures above 300° C, when most of the charcoal is produced.

The physical, chemical and mechanical properties of carbon (composition, reactivity to CO₂, density, compression resistance, etc.) depend on the wood composition and structure, on the humidity, on the log dimensions, on the carbonization temperature, on the load heating rate in the furnace and other less relevant variables. The furnace operation mode to obtain good quality charcoal is still an empiric technique due to the many factors to be taken into consideration and the means of process monitoring compatible with the production structure. Actually, the necessity of producing charcoal at prices competitive with those of coke, in the present economical conjuncture, imposes certain rusticity on the furnaces and on the manipulation of raw material and products. The state of the art in the seventies, when the importance of biomass fuels became evident, was not much different of that existing in the forties, when the Belgo-Mineira Plant was installed in Monlevade. Considerable improvement efforts were made in the eighties and the companies that persisted in those efforts, motivated by the excellent quality of the charcoal for producing pig iron and ferroalloy, show today a marked progress both in forestry practices and the carbonization process.

CARBONIZATION FURNACES

The most simple furnace model is a masonry construction in the shape of a beehive with holes for air intake. Loading is made in batches, wood is cut in logs 1.0 and 2.0 meters long. The wood diameter is a function of the age of the tree and of planting interval and it is desirable to have small diameters in order to assure the low friability of the charcoal produced (information used in the present work mention diameters between 10 and 3 cm). The wood is pre-dried in open air until it reaches 25-30% humidity.

Closing progressively the holes for air intake makes the air control. Figure 1 shows the most simple, low-cost masonry furnace used mainly for charcoal production from native wood, where the holes for controlling air intake can be seen.

In masonry furnaces the progress of the carbonization process is evaluated by the smoke color that escapes from the holes. The complete carbonization process, from

loading the batch until its removal lasts about 8 days.

Figures 2 and 3 show schematically larger furnaces and the one with 4 m diameter is used as slope furnace in uneven areas (closing is partly carried out through the steep side). The 5-meter-diameter furnace, with a better control of air intake and longer useful life, is used by the metallurgy industries with own production in batteries with 36 to 108 furnaces.

CARBONIZATION PRODUCTS AND ENERGY EFFICIENCY

In laboratory experiments, carbonization of *Eucalyptus Grandis* (the species adopted in most of plantations in the seventies and eighties) produces (% in mass, dry base) (1):

- Charcoal with 86% of fixed carbon (FC)	33,0 %
-- Pyroligneous liquid	35,5 %
-- Insoluble tar	6,5 %
- Non-condensable gases	25,0 %

Pyroligneous acid is composed of acids (acetic and formic), soluble tar, a small proportion of methanol (about 1%) and water. The total proportion of tar (soluble + non-soluble) is 12%.

The main constituents of the non-condensable gases (in mass %) are (2):

- Hydrogen	0,63	- Methane	2,43
- CO	34,0	- Ethane	0,13
- CO ₂	62,0		

Energy balance for the above production profile, referred to 100 g of humid wood is the following:

Enthalpy of 80 g of wood	= 80 x 4,200 cal/g	= (336.000 cal)	
Enthalpy of 26.4 g of charcoal with 86% of FC	= 26,4 x 0,86 x 7.100	= 161.200 cal	
Enthalpy of 9.6 g of tar (total)	= 9,6 x 6.000	= 57.600 "	
Enthalpy of 20,0 g of GNC	= 20,0 x 1.490	= 29.730 "	
			248.500 cal.

Theoretical efficiency $\eta_{\text{theoretical}} = \text{enthalpy of products} / \text{enthalpy of input}$

$$\eta_{\text{theoretical}} = 248.500 / 336.000 = 0,74$$

Real efficiency is much lower than the theoretical one mainly because neither tar nor non-condensable gases are recovered in most of the installations. For a realistic efficiency evaluation we use the calorific power of the commercialized charcoal, recorded in the National Energy Balance (BEN) and we assume for a typical installation the production of 25 g of charcoal for 100 g of pre-dried wood (1).

$$\eta = (25 \times 6.800) / 336.000 = 0,51$$

It should be mentioned that the calorific power obtained from BEN is the result of experiments carried out by Belgo-Mineira, Acesita and INT and is higher than that calculated based on the composition obtained in laboratory.

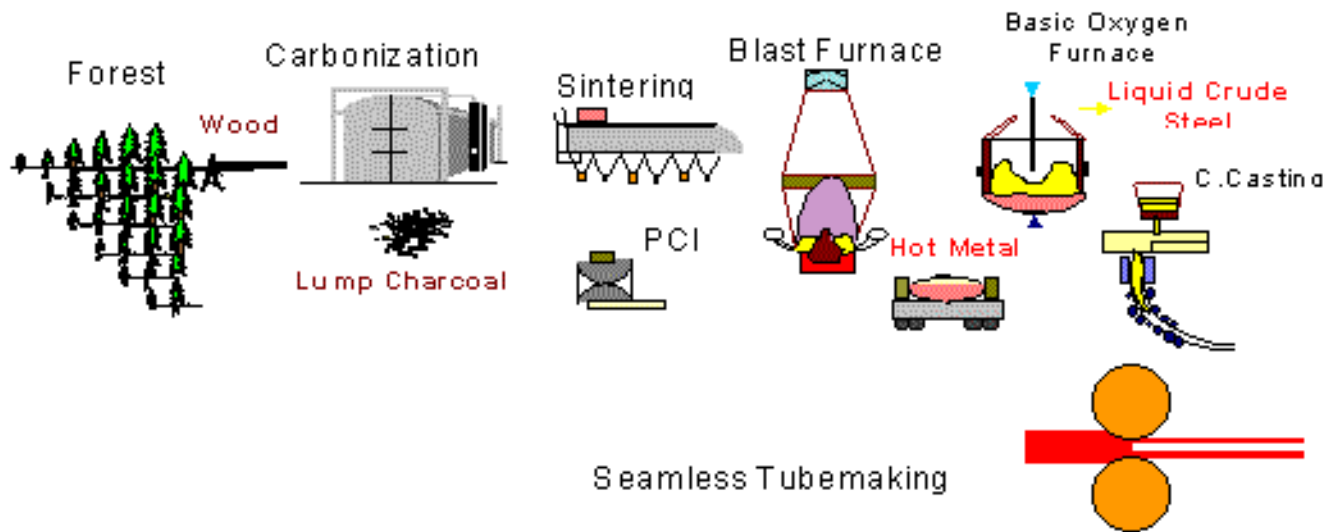
In the present state of the art, insoluble tar and pyroligneous acid are recovered in the proportion of 140 kg / t of charcoal or 4% of mass of carbonized wood (MCW). Pyroligneous acid is used for other industrial ends. Tar, that can substitute fuel oil, is destined for other industrial uses due to the low price of fuel oil. Calculating only the recovered tar, efficiency would be:

$$\eta = (25 \times 6.800 + 3,2 \times 6.000) / 336.000 = 0,56$$

It is verified that charcoal production can be an efficient way of substituting fuel oil in conjunctures of petroleum shortage as in the mentioned seventies crisis, by deploying the technology already dominated by the large producers. For comparison purposes we mention methanol production from natural gas, a capital-intensive process, whose energy efficiency is 65%.

The complete analysis of the production, distribution and use of charcoal, taking into consideration the economical (capital cost, distribution cost, etc.) and social (income distribution) aspects and using the more appropriate methodology of **exergetic** analysis instead of the **energy** analysis based simply on the Energy Conservation Principle - which includes only the energy aspect - was not carried out yet. Considering simply the energy efficiency leads in general to partial conclusions, in general not favorable to biomass industrialization processes.

The following figure shows schematically the integrated process, from the forest to the end product, used by Mannesmann S. A in the production of seamless tubes.



CHARCOAL SUPPLY

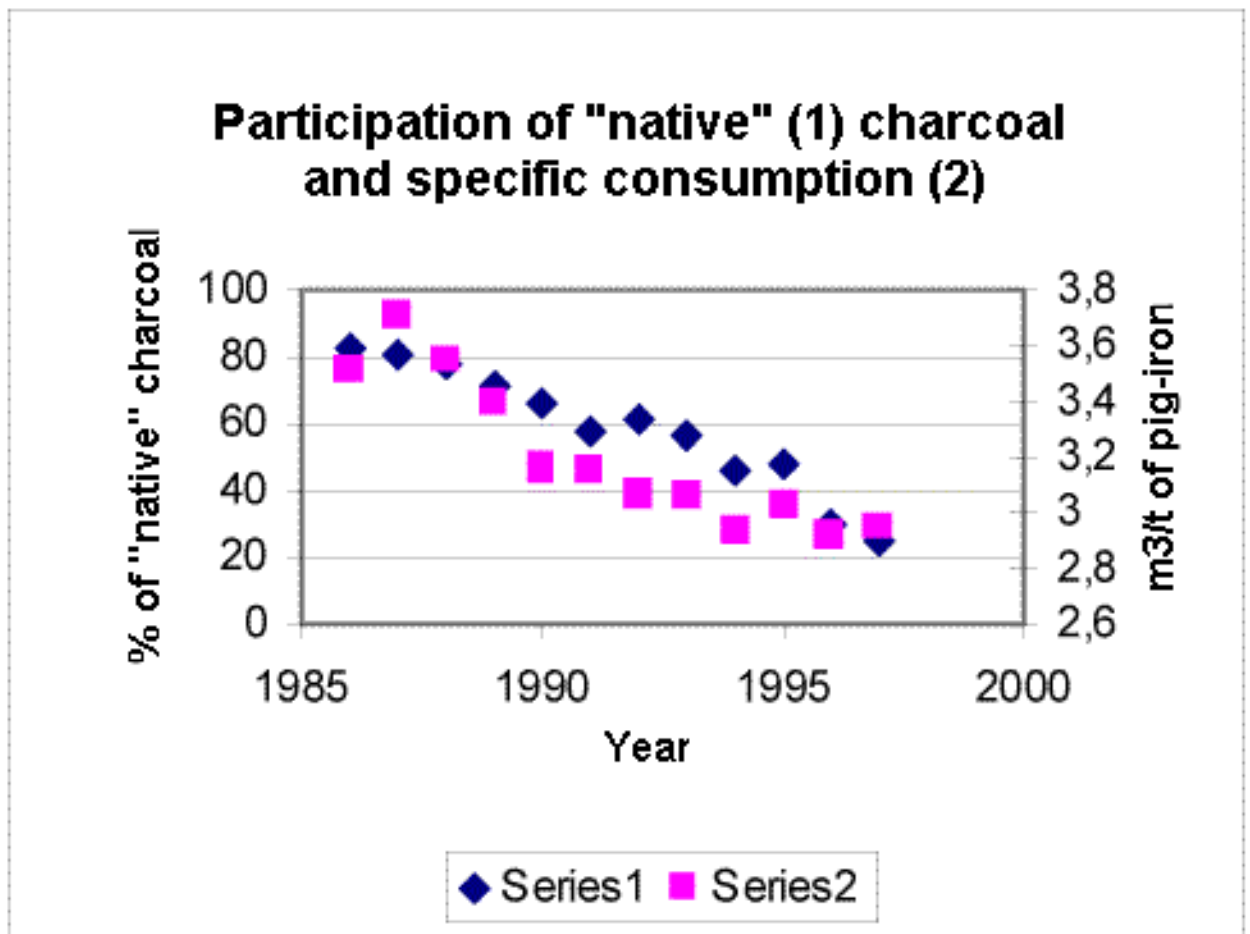
The wood used in charcoal production at the start of the metallurgical industry came exclusively from native forests. Noble wood such as *jacarandá* and *angico* were carbonized according to the technology of that time, with low charcoal yield. However, since the establishment of the Real Fábrica de Ferro in Ipanema - SP in 1818, Frederico Varnhagen, in a document to the Regent Prince, manifested his preoccupation about forest conservation (3) as industry's economical measure. Carbonization was carried out in rustic furnaces and it consisted on the ignition of stacks of wood that were covered with earth as soon as the combustion mass was sufficient for completing the carbonization. Since there was no air control, carbonization was irregular and charcoal got mixed with semi-burnt wood.

In the forties, eucalyptus planting practices started in Minas Gerais with the objective of supplying charcoal to the metallurgical plants in the state that already produced half a million tons of steel per year. Charcoal production technology from planted forests has developed *pari passu* with the steel production technology, encouraged by the Federal Government via income taxes in the sixties. The incentive method had several weaknesses and the most serious was that of not connecting the forest planting activity with the end use of the wood. Since any enterprise could benefit from the incentive, even if it did not consume the raw material produced, the country formed a considerable forest mass for industrial purposes, estimated in 4 million hectares of different Eucalyptus and Pinus species. A new push concerning forestall activity occurred in the seventies soon after the two petroleum price shocks when the industrial use of firewood and charcoal as substitutes for imported fuel oil and metallurgical coal was stimulated. The graphic that follows shows the increasing path of charcoal consumption in the eighties and its fall in the nineties. It is inferred that its use in metallurgy determined the evolution of this process.

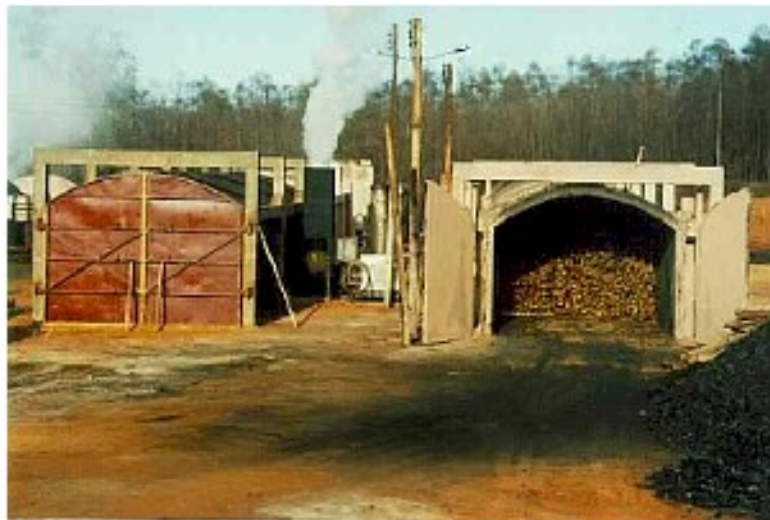
The burst of demand growth started in the seventies, induced by the establishment of the Minas Gerais Government Charcoal Program , including the development of forestall techniques, production and charcoal characterization methods and introduction of innovations in the carbonization process.

It was then established the cooperation practice among metallurgical enterprises (Acesita, Belgo-Mineira and others), governmental agencies (State Forest Institute, CETEC), University (UFMG, UFV) and equipment manufacturers, that resulted in the introduction of several innovations from soil preparation to recovery of charcoal by-products. Evaluation of gains from this effort in Acesita can be represented by the following scheme:

- **Forestall practices (soil preparation, fertilization, improvement of seedling production, adequate spacing between trees, cut down age, etc.): it was verified a productivity increase from 25 to 60 stere/ha.year in experimental planting.**
- **Carbonization process (furnaces): the beehive type furnace, still used by small charcoal producers, uses about 2.2 m³ of wood (about 1.1 t) to produce 1m³ of charcoal (0.25 t) (4). The modern furnace that has chimneys, besides permitting the production of a better-quality charcoal, can consume up to 1.8 m³ for each cubic meter produced, therefore the potential gain in the process is higher than 20%.**
- **Pig iron production: the better-quality eucalyptus charcoal and the adoption of conservation practices (for example, powder injection in the furnace air intake result in lower charcoal consumption in the production of pig iron. The graphic below shows harmonization between the curves describing the decrease of the participation of charcoal supply from native forests and the decrease of the specific consumption of charcoal. It is difficult to establish the direct causal relationship between the two curves since both can signify effects of the same cause, for example, the growing capitalization of the sector that imposes the need of guaranteeing investment returns. In the same way, it is difficult to estimate the effects of different measures that resulted in specific consumption decrease, since some of them were introduced simultaneously. Specialists on the metallurgical sector estimate that it is possible to reach consumption of 2.6 (cubic meter) m³/t, equivalent to about 0.65 t of charcoal /tone of pig iron.**

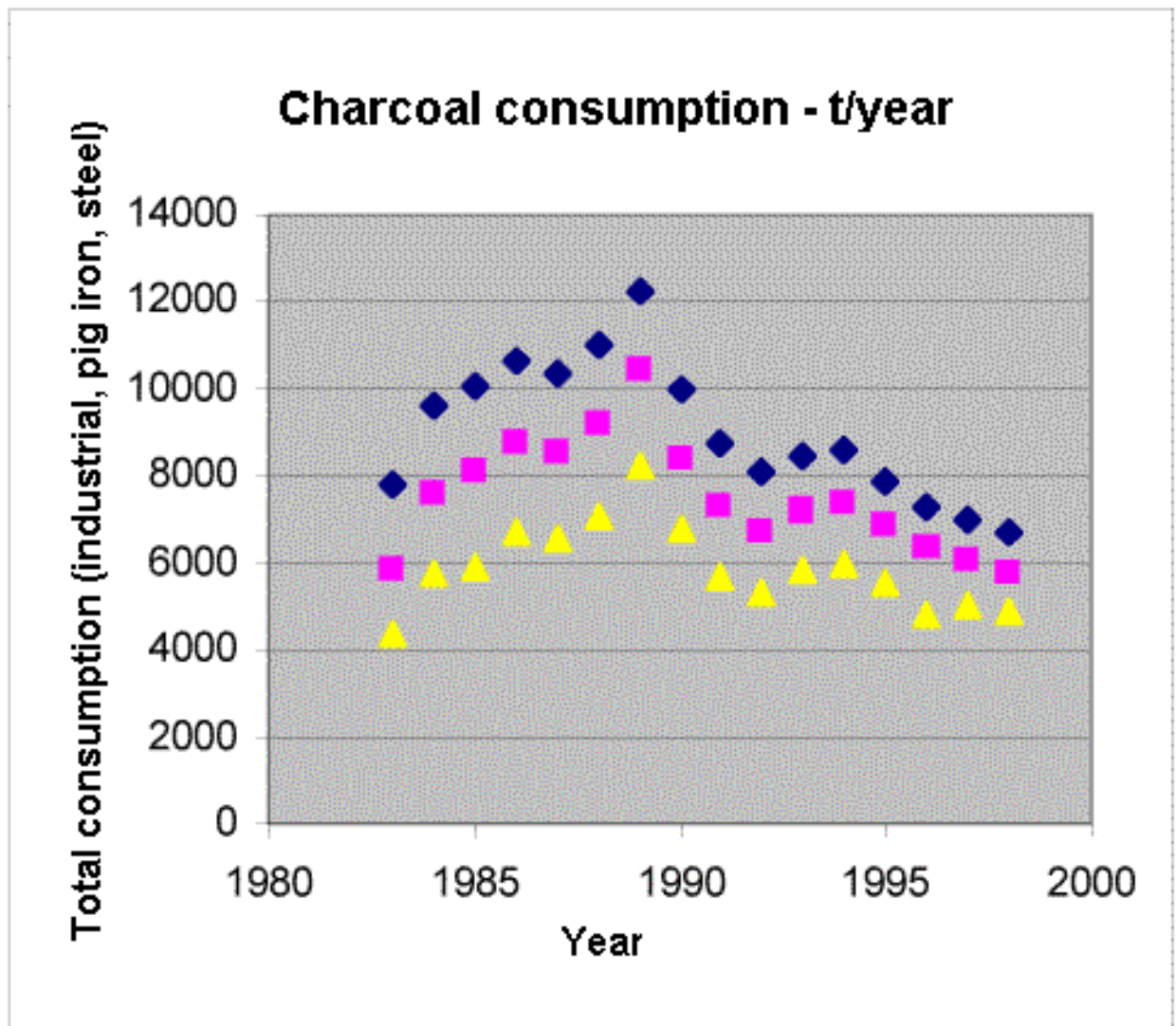


The following photo shows a modern carbonization installation of Mannesmann S A, where "Missouri" type furnaces equipped with porticos for wood unloading can be seen. About 50% of these furnaces have tar recovery systems.





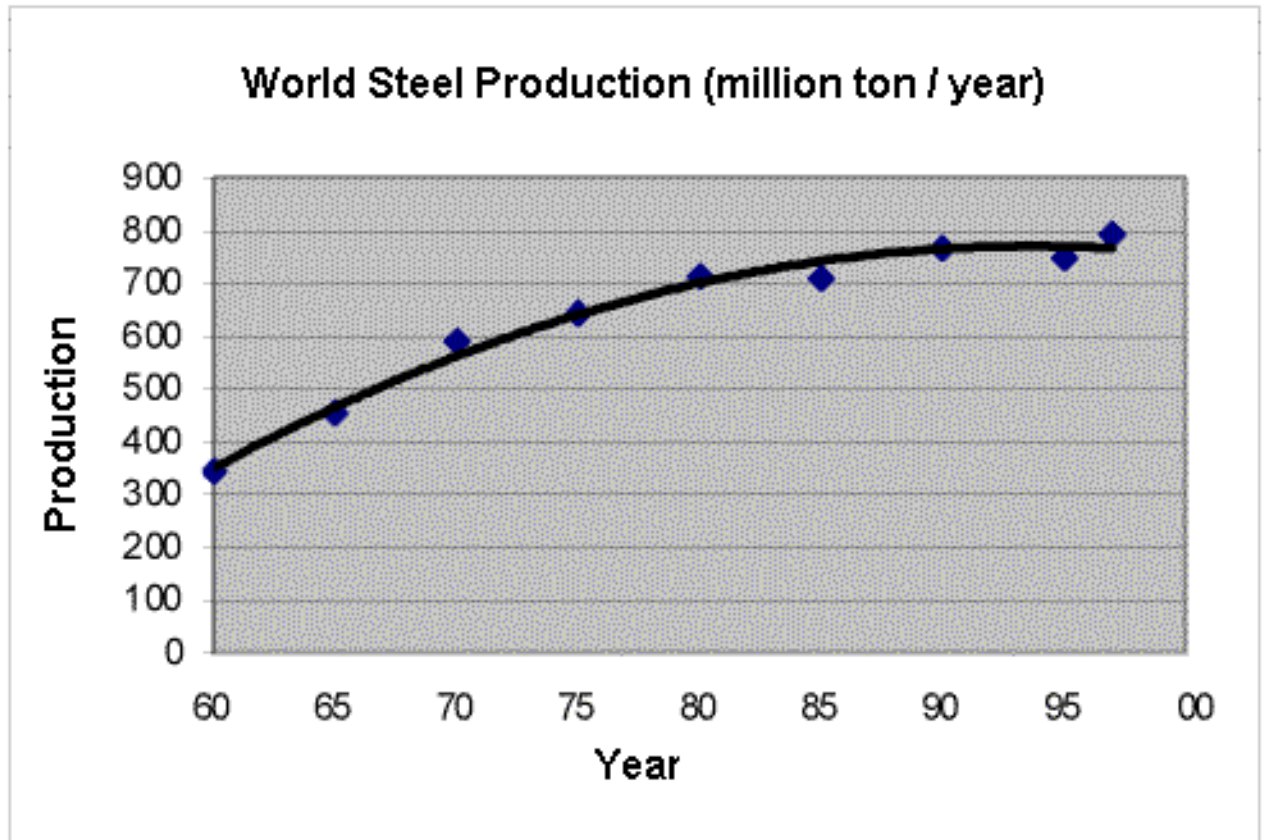
THE CHARCOAL INDUSTRY PERSPECTIVES



The metallurgical sector is the main charcoal consumer, as shown in the following graphic (total consumption, industrial and metallurgical). Therefore, the

perspectives of the charcoal industry are in some way linked to the perspectives of the world steel market, since Brazil exports 40% of its gross steel production.

The following graphic made using data from Iron & Steel Statistic Bureau shows the evolution of the world steel production from 1960 on. It can be verified that production developed according to the logistic law and has taken more than 90 % of its own niche.



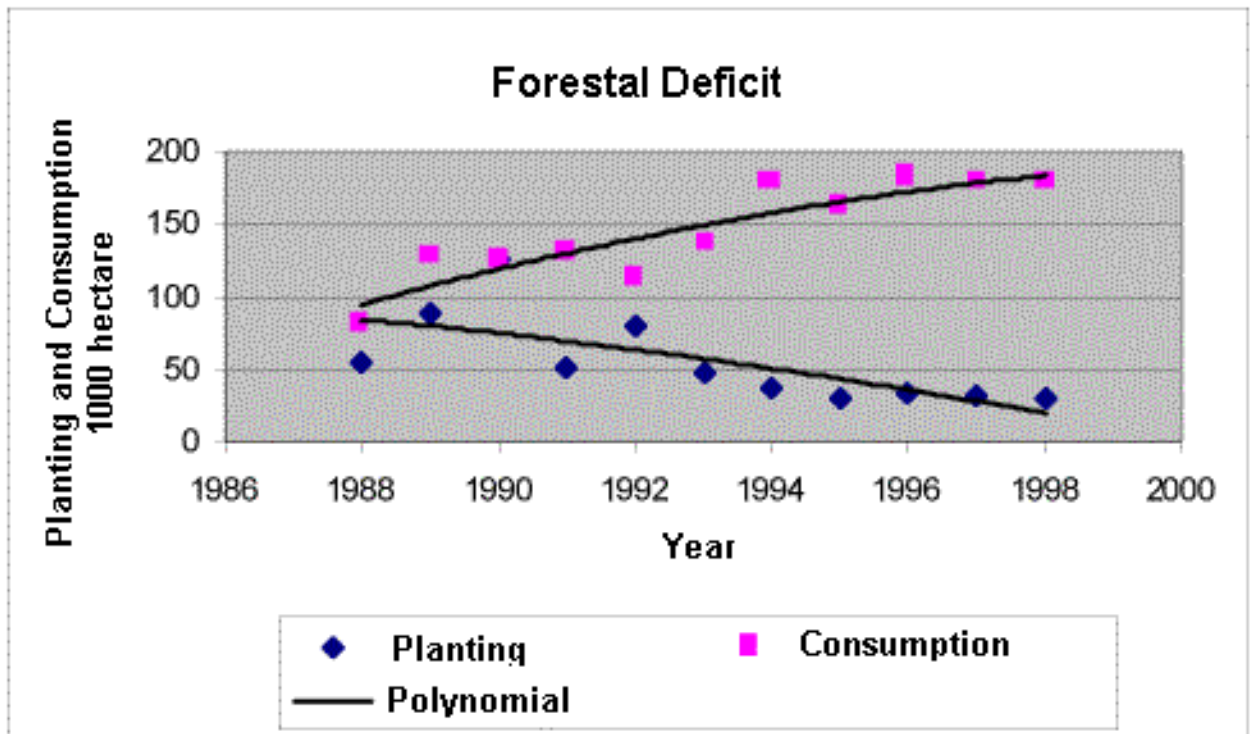
The saturation of the world steel market, suggested by the graphic, coincides on time with the peak of petroleum extraction (J.C. Campbell, "The coming oil crisis", Multiscience Publishing Company, 1997), an auspicious fact for the environmentalists and a bad omen for the economists. The coincident facts could be forecasted with reasonable safety by acknowledging the respective inflection points of the curves, both logistic ones, that describe the integrated steel demand and the integrated petroleum reserves discoveries that can be exploited using the available technology and with current costs ("conventional" oil). This forecast reflects an economical conjuncture subject to physical restrictions (finite reserve of petroleum) and can be considered as safe due to the conjuncture. Reversion of expectancies depends on technological changes concerning energy conversion or the introduction of a new source since conservation, if isolated considered and in the necessary scale, would have negative effects on the world economy, or still changes on the steel production technology. Some of these transformations are already under way (fuel cell, electricity co-generation, combined thermodynamic cycles, information

technology and others).

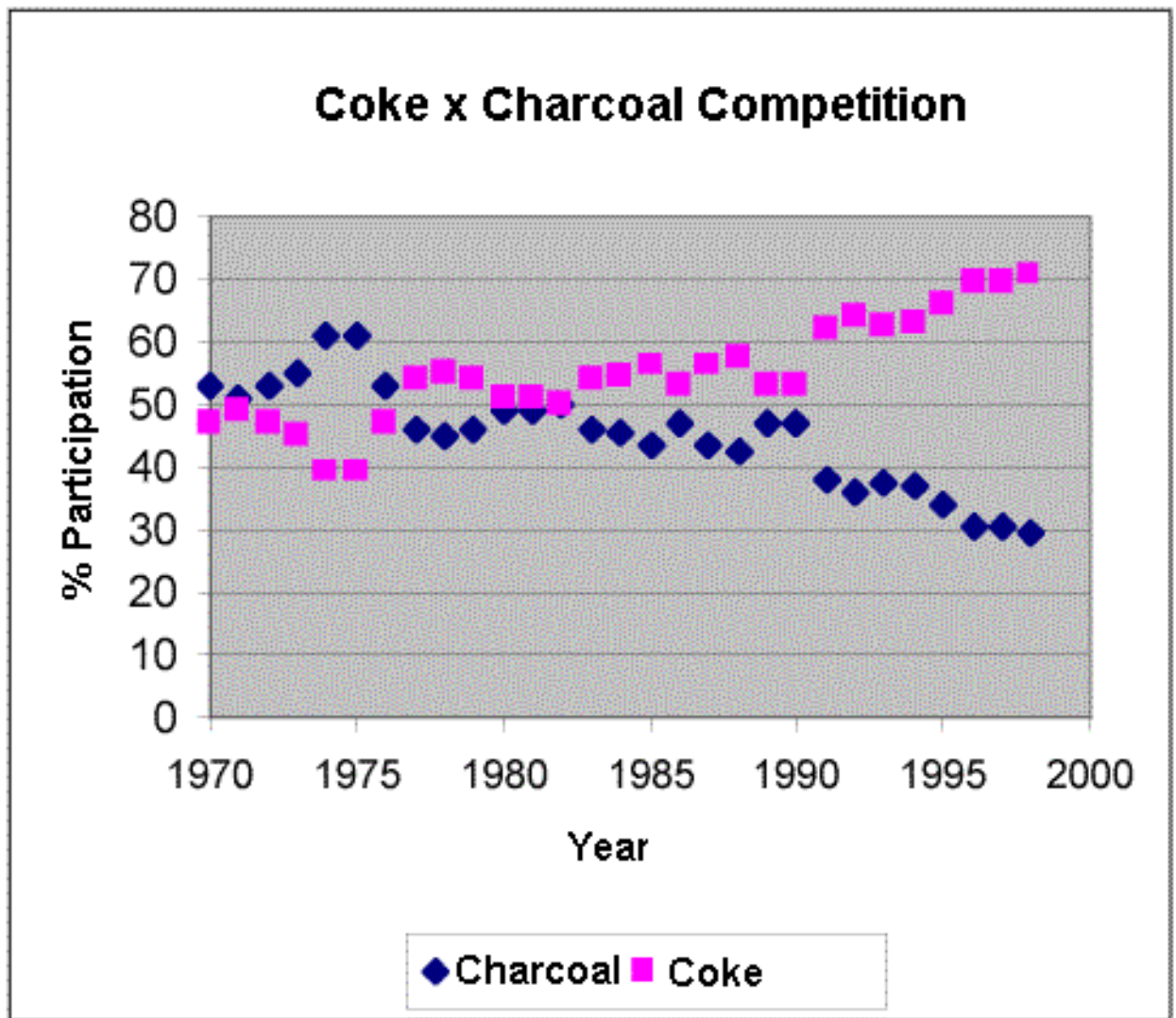
In the metallurgical sector, besides improvements in the coal coking process and iron ore reduction, it is under development steel recycling in electrical arc furnaces using scrap steel and an additional load of up to 40 % of virgin metal. Virgin metal sources will be pig iron and the pre-reduced material produced by direct reduction using natural gas or steam coal. It is estimated that CO₂ emission in the electrical furnace recycling 40% of scrap corresponds to 25 % of the emission verified in the traditional production (blast furnace and oxygen basic furnace). Specialists on the metallurgical sector have identified opportunities for pig iron produced in charcoal furnaces whose properties are superior to those of the competitive primary metal sources. Analysis made from the energy balance indicates that primary metal could reach 63 million tons in 2010.

The possibility that charcoal will continue to be an important CO₂ sink depends obviously on its competitiveness with fossil fuels produced since the economical criterion is a priority in most analyses. Therefore, the ecological and social advantages of charcoal production and use, as the sole CO₂ absorber, among all fuels-reductions used in the metallurgical industry and as employer of less qualified labor, will be explored by the interested enterprises and governments.

Presently, there is a forestall deficit relative to wood consumption as shown in the following graphic, made from the ABRACAVE Annual Bulletin (1999) (not edited yet). The gap between consumption and planting started in the mid eighties and it can be related to the petroleum price decrease and consequent decrease of metallurgical coal export prices that was reduced from 50 to about 32 dollars per ton between 88 and 97. The linking between prices of these two fuels verified in the last years seems to be severed by the arrival of natural gas, including in the metallurgical sector through the direct reduction with CO externally generated in reduction furnaces.



The following graphic reflects the dynamics of charcoal shift relative to mineral coal coke, now delivered to the Minas Gerais plants at 95 dollars per tone. Studies carried out by the Minas Gerais Iron Industry Trade Union - SINDIFER - and the Industry Federation - FIEMG - in 1997 show that the competitive limit price for charcoal would be R\$ 25/m³ and indicate a set of measures necessary for guaranteeing these conditions. Some are internal to the system (quality promotion, reduction of average transport distances, mechanization, reduction of specific consumption, development of correlated industries, use of scrap in blast furnace) and others require support from incentive agencies (financing schemes, with interests close to the international ones, incentive to forestall fomentation, etc.).



A study carried out by SINDIFER, the State Institute of Forest (IEF) and the Metallurgical Plants Association for Forestal Fomentation (ASIFLOR) concerning reforesting 525,000 hectares in Sete Lagoas, Divinópolis and Vale do Jequitinhonha areas of influence, in Minas Gerais, with investments of R\$ 389 million, regards the following objectives:

- Supply wood for metallurgy (pig iron and ferroalloy), for cement, ceramic and furniture industries in the region embraced by the study.
- Produce 175 million m³ of charcoal at a cost lower than R\$ 20/m³ delivered to the metallurgical plant, in order to produce 67 million tons of pig iron.
- Generate on the average 19,200 direct and permanent jobs along the plantation and exploration cycle (the investment for each generated job is about R\$ 20,000 and it corresponds to (half) the average of the Brazilian industry) with the amount of salary paid equivalent to three times de direct investment.

- Absorb about 37.5 million tones of CO₂.
- Allow 19% of capital return, paying interest of 6% per year.

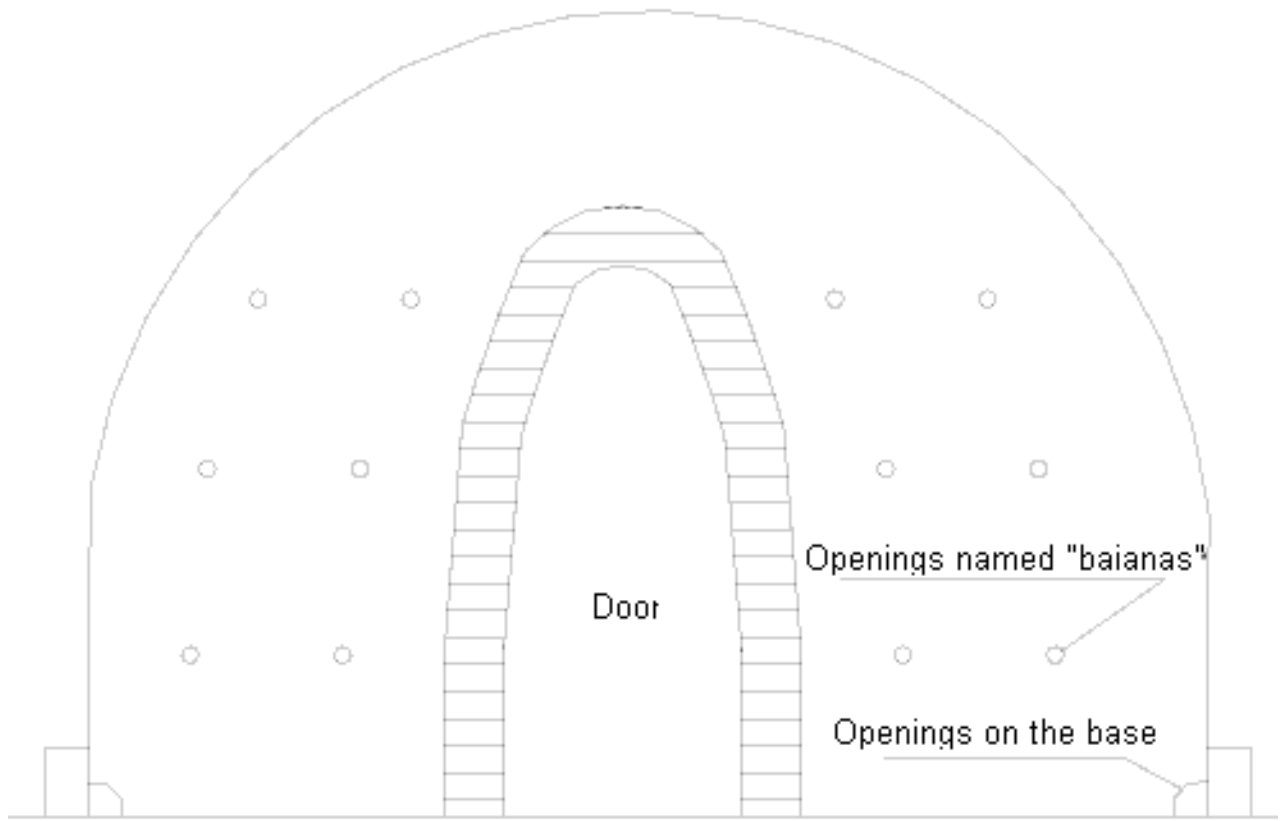
The study considers some ways of plantation financing already tried with promising results. They are the following:

- Planting in land belonging to the interested enterprises.
- Planting in leased land, generally not convenient for agricultural production.
- Programs like "forestall farmer" through partnership between enterprises and farmers.
- Forestall fomentation by financing agencies.

The mentioned study, taken as example, shows that reforestation activity is not grievous and may become attractive again from the economical point of view if the CO₂ absorption bonus system will be implemented or, apart from that, coke price will follow the now ascending petroleum price.

REFERENCES.

- 1 - "State of the Art Report on Charcoal Production in Brazil"
Florestal Acesita S.A - 1982
- 2 - "Produção e Utilização do Carvão Vegetal"
CETEC - Série Publicações Técnicas , 008 - 1982
- 3 - "História da Siderurgia no Brasil" - Prof. Francisco de Assis Magalhães Gomes
Ed. Universidade de São Paulo - 1983
- 4 - Competitividade e Perspectivas da Indústria Mineira de Ferro-Gusa
SINDIFER"
- 5 - A Sustentabilidade da Indústria de Ferro-Gusa" Prof. Hercio Pereira Ladeira e
Eng. João Cancio de Andrade Araújo-1997- SINDIFER/FLORASA/IEF



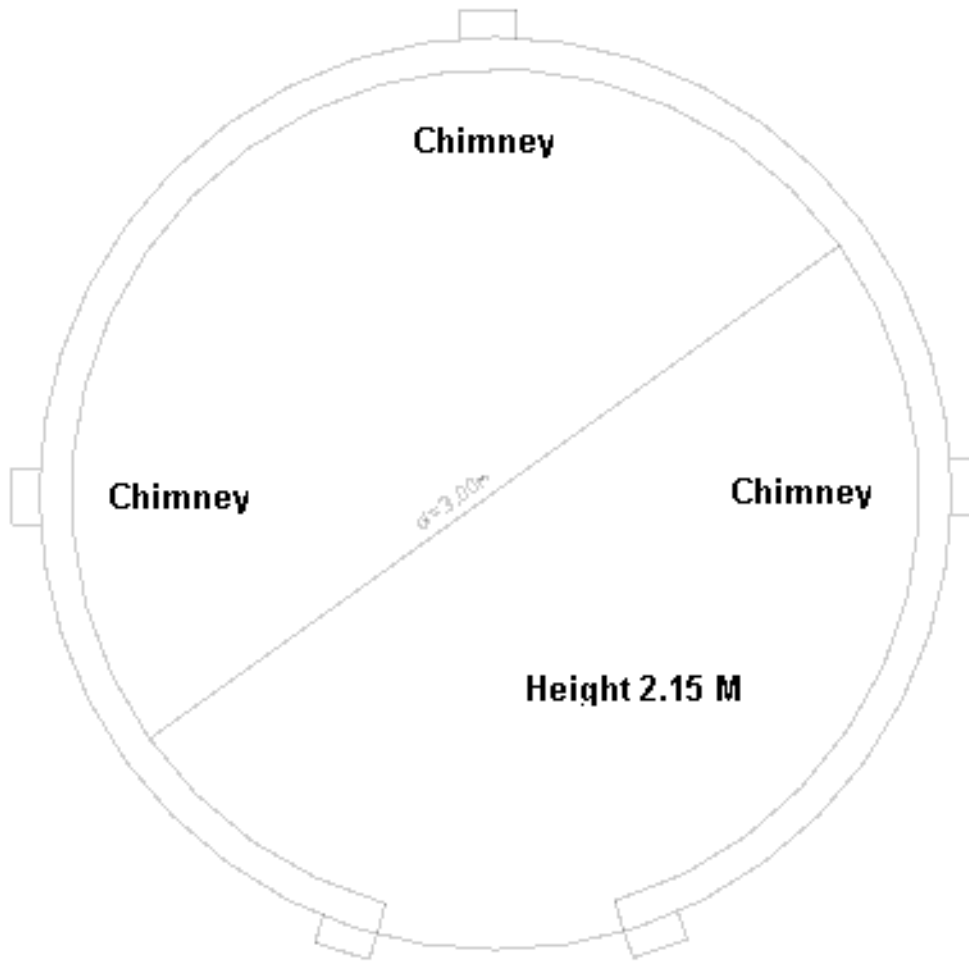
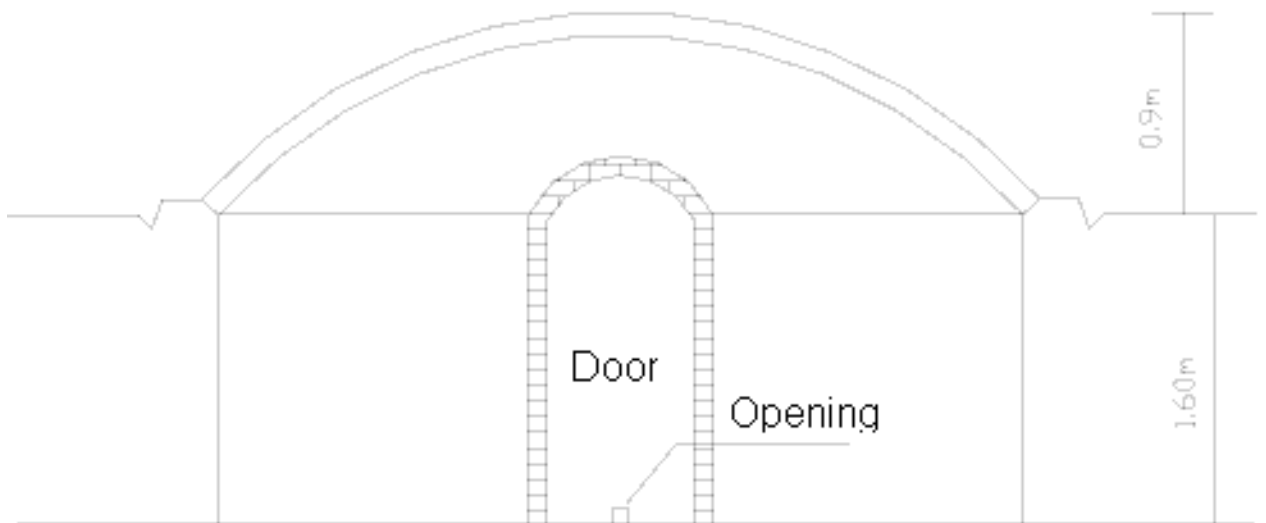


Fig. 1 - Furnaces used by small producers.



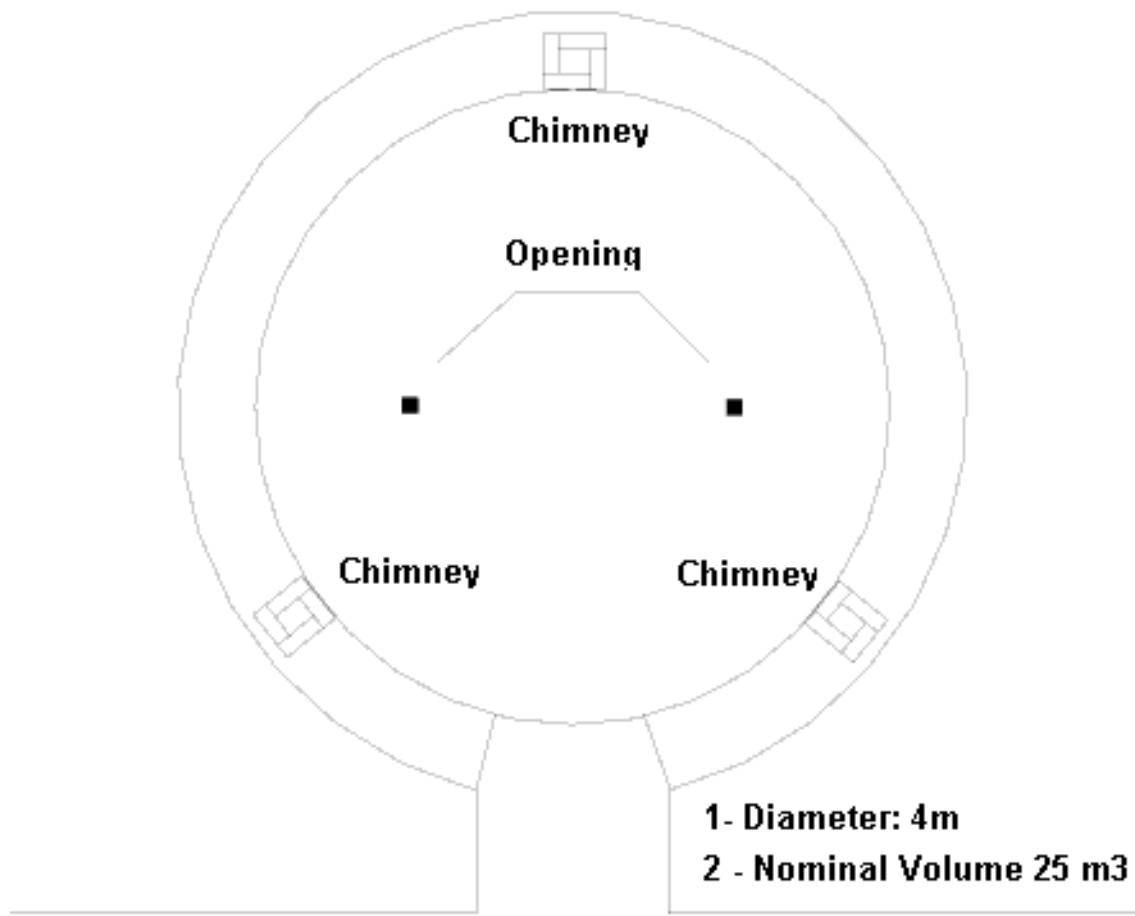
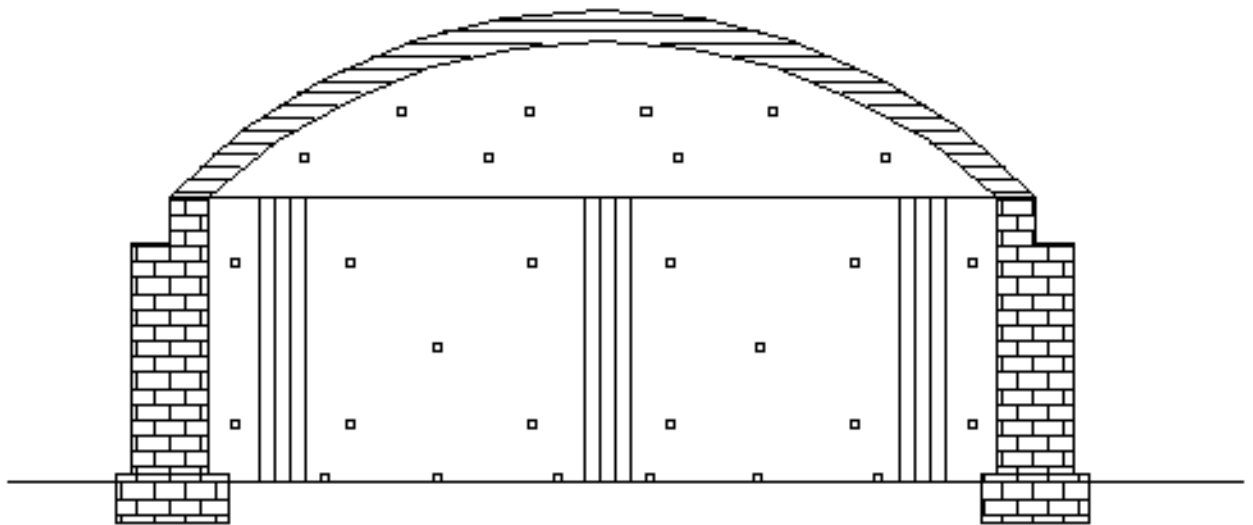


Fig. 2 - Slope furnace



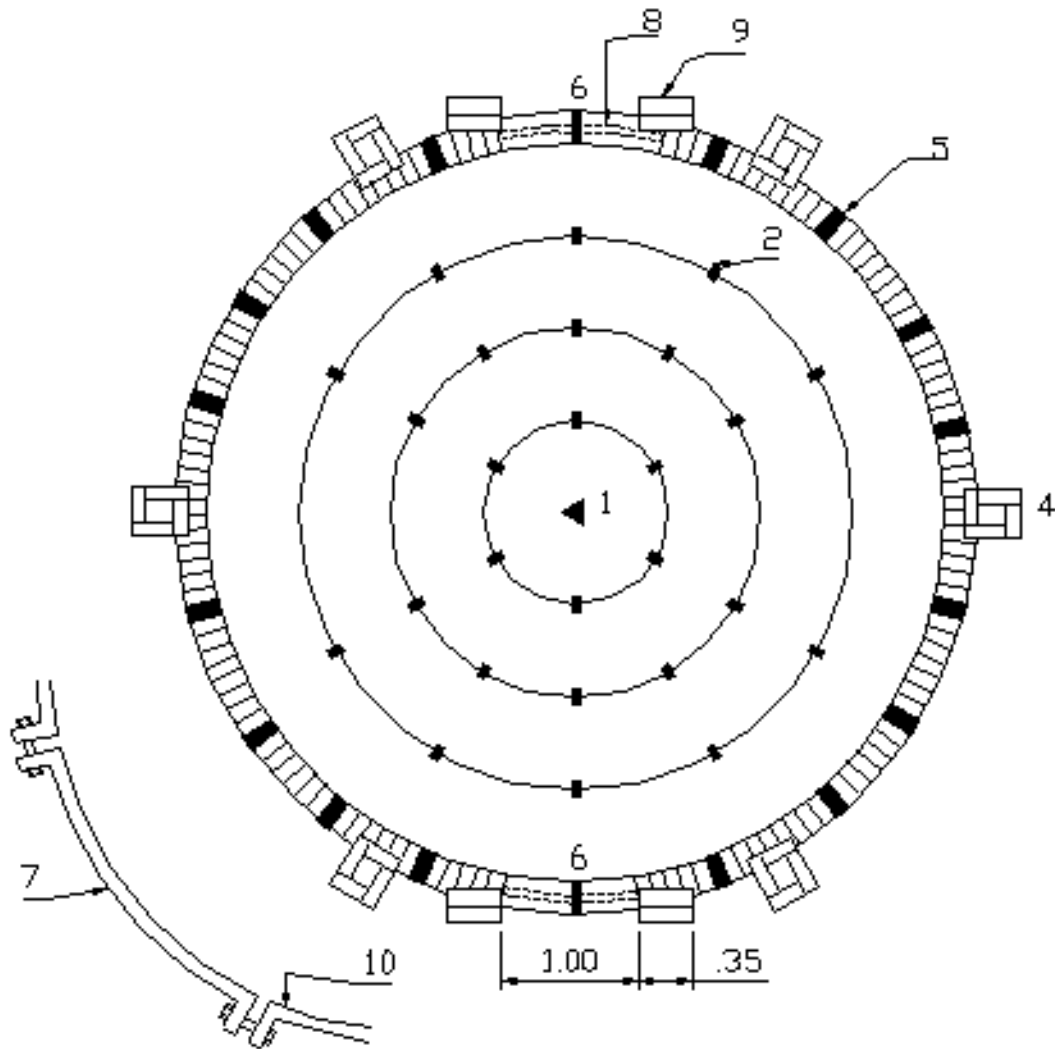


Fig. 3 - Furnace used by integrated metallurgy plants.

- 1 - Opening for load ignition**
 - 2 - Openings for air control**
 - 3 - Openings for air control in the body of the furnace**
 - 4 - Chimney**
 - 5 - Openings at the base of the furnace's cylinder**
 - 6 - Loading and unloading doors**
 - 7 - Steel band**
 - 8 - Doors' steel structure**
 - 9 - Doors' protection columns**
- Furnace diameter = 5,0 m**

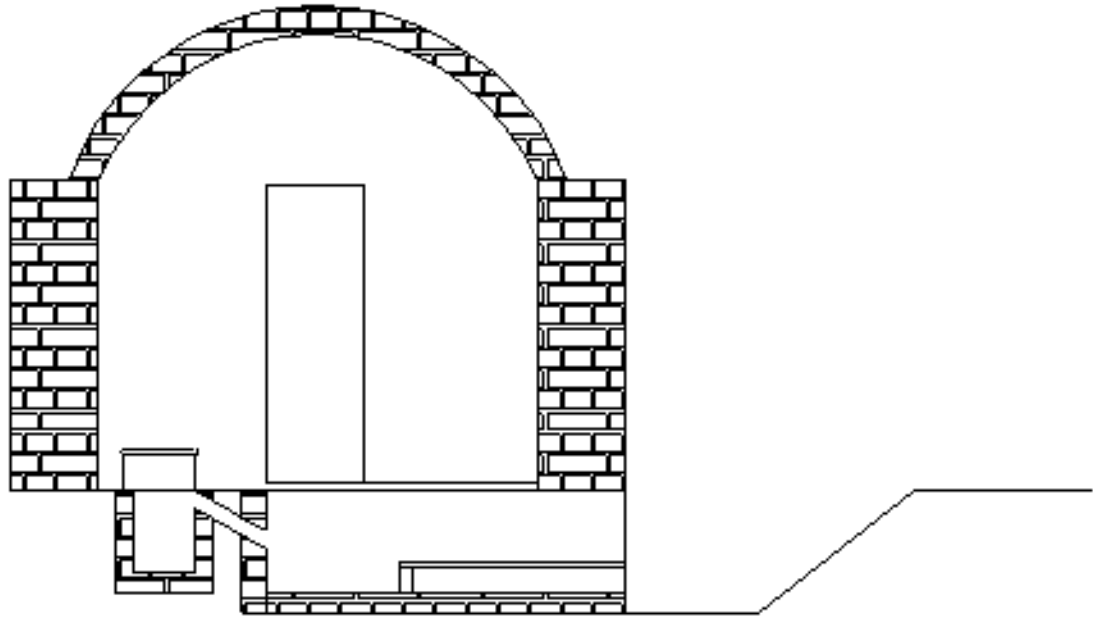


Fig. 4 - Furnace with external combustion chamber

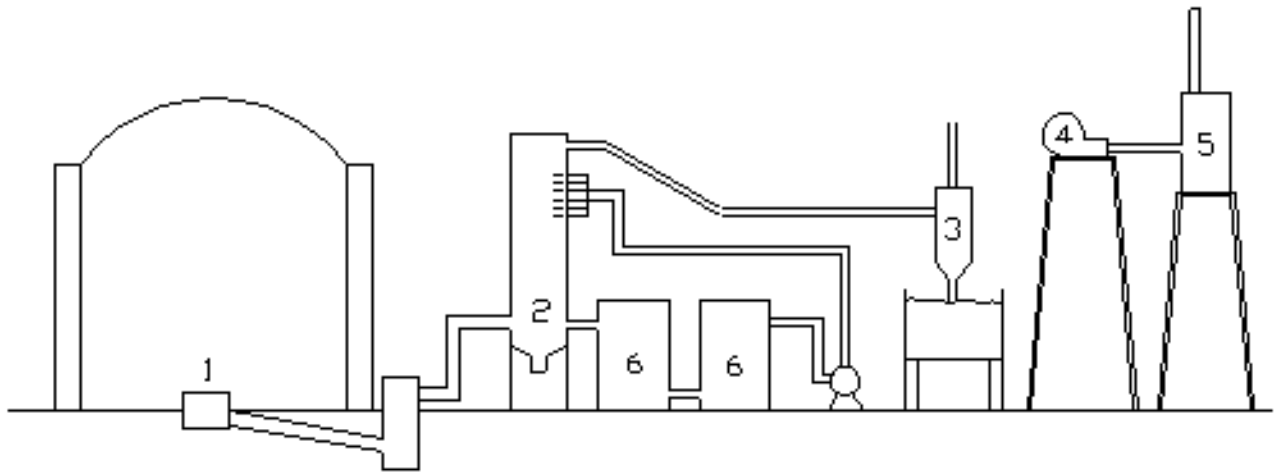
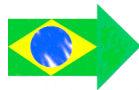


Fig. 5 - Installation for tar recovery

**1 - Furnace 2 - Washing tower 3 - Cyclone
4 - Blower 5 - Filter 6 - Drums for tar collection**

**SEARCH****MAIL****DATA****DOWNLOAD****Other e&e Issues****Main Page**Vegetal Coal and
Greenhouse

Effect:

*in Production

*in Metallurgy

Alcohol-Diesel

Binary Fuel

e&e links

<http://ecen.com>**SUPPORT:****MCT** Ministério da Ciência e Tecnologia

Emission of Greenhouse Effect Gases in the Production and Use of Charcoal in Metallurgy*

Omar Campos Ferreira

omar@ecen.com

English Version:

Frida Eidelman

frida@ecen.com

It was shown in the previous section that charcoal is predominantly used in the production of pig iron and steel. The integrated plants presently show a trend to use mineral coal coke. It is known that the Belgo-Mineira's charcoal plant in Monlevade, Minas Gerais, is deactivating its charcoal blast furnace in favor of only one coke blast furnace. If this trend is confirmed, charcoal will be restricted to the market of independent pig iron producers, to the production of ferroalloy in some regions where still exist reserves of planted forests or exploitable native forests under the handling regime and to scrap complementation in electric arc furnaces.

The study on primary iron previously mentioned shows however that charcoal could support export efforts concerning pig iron to be used in electrical furnaces whose world demand will grow up to 63 million tons in 2010. The following data about the integrated biomass-seamless tubing system were obtained from reference (1).

Wood for charcoal production comes from a 58,000 hectares plantation with several eucalyptus species (*E. Camaldulensis*, *Cloesiana*, *Urophylla* and *Pellita*) selected because they adapt well to the soil and climate of Minas Gerais' northwest region. Modern forestry practices were followed aiming at preserving part of the native savannah and the fauna, producing good quality charcoal and at convenient costs. The following photo shows a Mannesmann Florestal S A' plantation where one can see islands of native forest connected by ecological corridors that facilitate the transit of large animals and preserve birds and insects that have the role of biological weed controllers. The productivity reached in old plantations is 9 tons/hectare.year of dry wood and 14 tons/hectare.year in

the most recent ones that use improved seedlings. It is expected to reach 18 tons/hectare.year by using clones already available commercially (1).

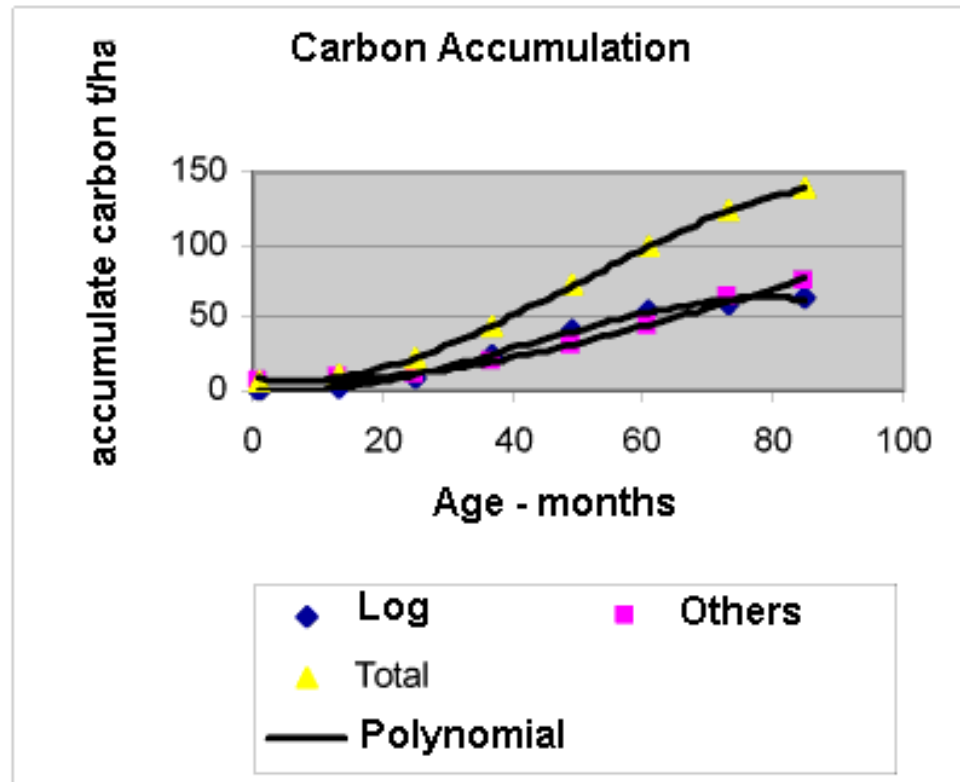


CARBON INVENTORY

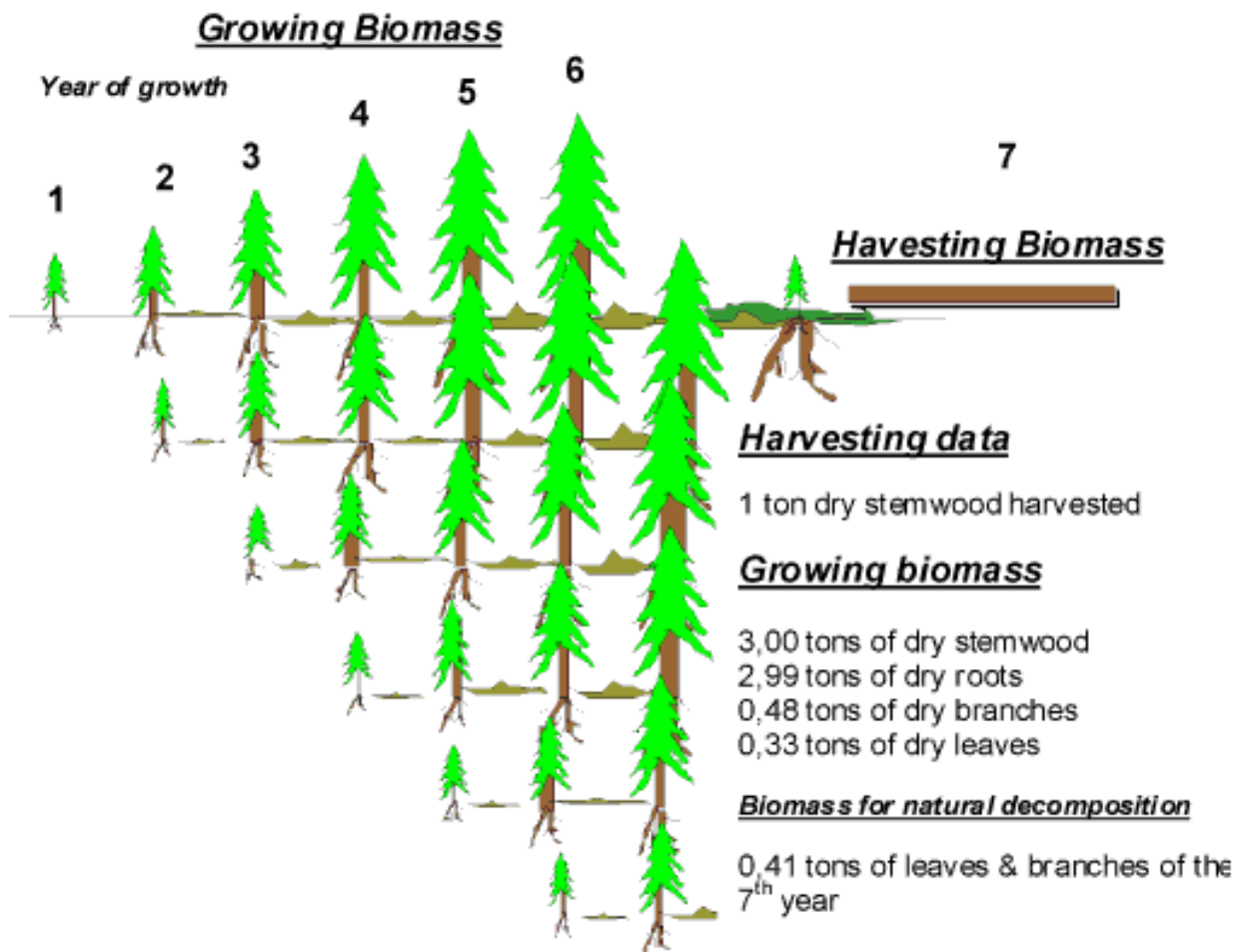
In the present practice, eucalyptus is cut down in the 7⁰, 14⁰ and 21⁰ years without necessity of replanting. Therefore, there is a permanent stock of standing wood while there is metallurgical production, corresponding to 6 years of plant growth. Once the cut down is carried out, the roots, smaller branches and leaves are left in place and constitute an additional carbon stock. Carbon inventory calculations are carried out based on plant development kinetics (1) and on the wood elementary analysis (2).

Wood Elementary Analysis (% of dry mass)

Carbon	Oxygen	Hydrogen	Nitrogen	Ashes	Water
47,0	41,0	5,7	0,3	0,8	20,0



The graphic shows the carbon mass contained in the log at the time of cut down (between 72 and 84 months) is approximately equal to the mass contained in the remaining parts of the tree. The following figure shows schematically the mass balance in the process (1).



Carbon inventory (by ton of cut down log, dry base)

	Biomass	Carbon	CO ₂	O ₂
Cut down log	1,00	0,47	1,73	1,26
Logs accumulated in 6 years	3,00	1,41	5,19	3,77
Roots, 7 ⁰ year	2,99	1,40	5,13	3,73
Accumulated in 6 years	0,48	0,23	0,83	0,60
Accumulated leaves 6 years	0,33	0,17	0,62	0,45
Total stock	6,80	3,21	11,76	8,56

The table above shows that for each ton of carbon put into circulation by the productive process the plantation stores 6.8 tons of carbon in the branches and in the non processed parts.

EMISSION OF GREENHOUSE GASES EFFECT IN CHARCOAL PRODUCTION

The calculation of gas mass emitted is made from elementary analysis of non condensable gases, representing 25% of carbonized dry wood mass, and is given below (2)

Non condensable gases (% of mass)

Hydrogen	0,63	Methane	2,43
CO	34,0	Ethane	0,13
CO ₂	62,0		

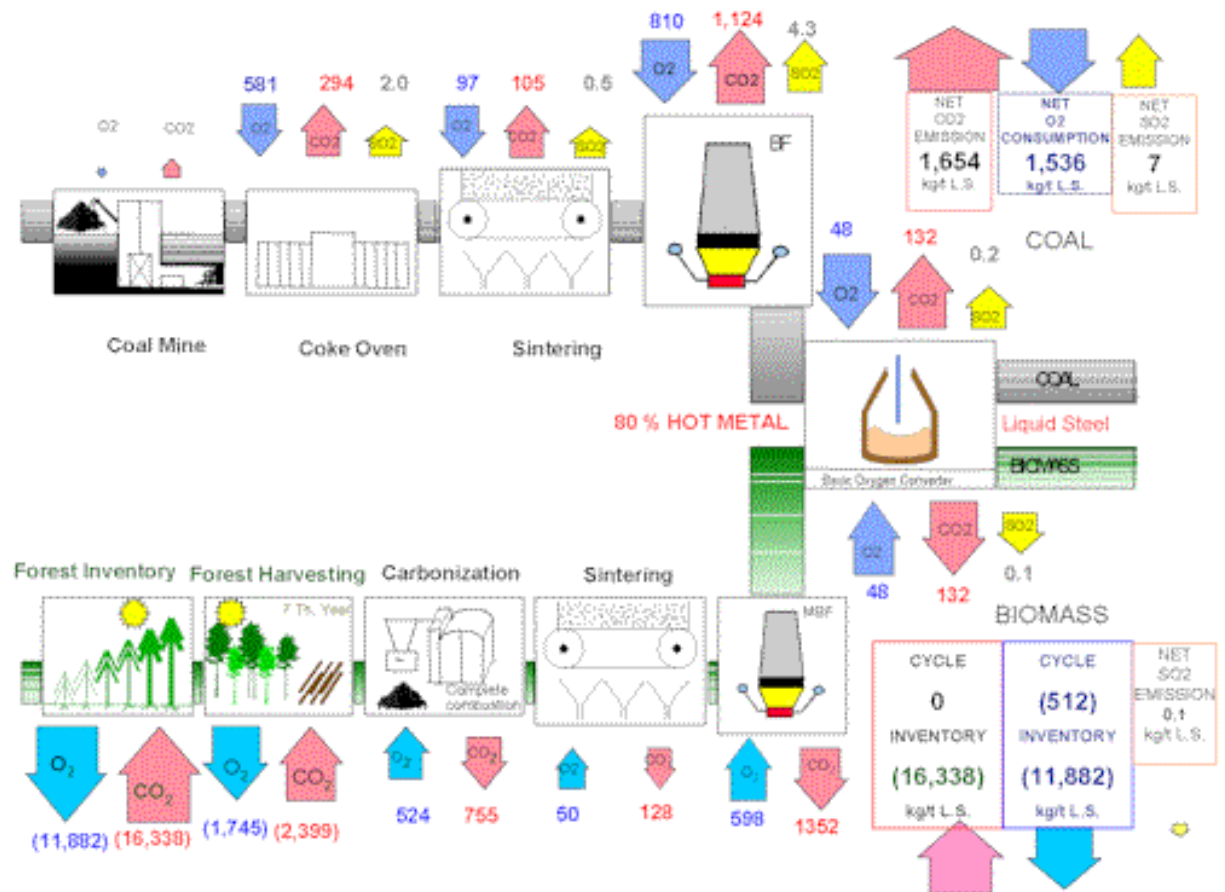
The conversion parameters, already presented in the Partial Report, are the following:

- Apparent density of piled up wood (eucalyptus) = 0.62 t/steres
- Apparent density of retail carbon = 0.25 t/m³
- Carbonization yield (m³ of charcoal /steres) = 0.50 m³/steres
- Charcoal specific consumption in reduction = 2.9 m³ / t of pig iron

In metric unit, 1 ton of pig iron requires 0.725 of charcoal produced from 3.6 tons of wood..

In the present practice, 5% of the wood mass put into the furnace is burned to heat the furnace load. The composition of the emitted smoke in this phase is not known. Considering the small mass burned it is supposed the complete conversion of carbon into CO₂ equivalent.

With these data the calculated emission to produce charcoal is shown below:



EMISSION IN CHARCOAL PRODUCTION

INPUT	PRODUCT	EMISSION
0,05 t of wood	heat	CO ₂ 0,086 t
0,95 t of wood	0,19 t of charcoal	CO ₂ 0,147 t
		CO 0,081 t
		CH ₄ 0,006 t
		C ₂ H ₆ < 0,001t

EMISSION IN THE REDUCTION FROM IRON ORE TO PIG IRON

Referring to the emission of 1 t of wood put into the furnace and taking into account the loss of 10% charcoal (4) in handling and transportation, the mass of charcoal that gets into the blast furnace is 0.17 t. The charcoal specific consumption is 2.9 m³ / ton of pig iron (5) or 0.725 t of charcoal / ton of pig iron, therefore the mass of pig iron produced by ton of wood put into the furnace is 0.23 t. The typical carbon content in pig iron is 4.3 % of the mass.

With these data, the carbon balance in reduction is presented below:

CARBON BALANCE IN REDUCTION

Carbon input	0.17 t of charcoal with 86% of fixed carbon	0,146 t
Carbon output	0,23 t of pig iron	0,010 t
	Blast furnace gas (balance)	0,136 t

The gas composition from a charcoal blast furnace and the gaseous emission by ton of wood put into the furnace are presented below.

Gaseous emission in charcoal reduction by ton of wood put into the furnace

Gas	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
% of mass	28.8	20.3	0.3	0.4	50.1
Mass - t	0.039	0.028	0.408 x 10 ⁻³	0.54 x 10 ⁻³	0.068

TOTAL EMISSION IN CHARCOAL PRODUCTION AND IN REDUCTION

In the table below the relevant emissions in charcoal production and in iron ore reduction by ton of wood put into the furnace are consolidated.

Gas	CO ₂	CO	CH ₄
Charcoal production	0.233	0.081	0.006
Reduction	0.039	0.028	< 0.001
Total	0.272	0.109	0.006

It is useful to express emission by ton of iron pig produced and this is shown in the table below:

Gas	CO ₂	CO	CH ₄
Emission /t of pig iron	1.18	0.47	0.026

COMPARED EMISSION IN THE COMPLETE CYCLE OF STEEL PRODUCTION USING CHARCOAL AND MINERAL COAL

Steel production includes ore reduction (blast furnace) and de-carbonization of primary

iron (oxygen basic furnace). The following diagram (R) referring to the production route of MANNESMANN S A presents a comparison of CO₂ emissions in the cycle with coke and with charcoal. Data refer to plants using 80% of ore fines sinter and 20% of granulated ore in the blast furnace and 20% scrap in the oxygen basic furnace.

In order to compare the calculated results shown previously with those from the above work (1), the emissions are expressed in carbon content mass since it does not discriminate the carbon compounds emitted, and the comparison is limited to the carbonization and reduction steps.

Masses of contained carbon:

This report:

CO ₂ contained mas2	= 1,18 t x 12/44 = 0,322 t
CO contained mass	= 0,47 t x 12/28 = 0,202 t
Total mass	= 0,522 t

Work above

Total mass	= 2,11 t x 12/44 = 0,575 t
-------------------	-----------------------------------

The relative difference between the two results is about 10 % and it can be explained by the adoption of different indexes since the dispersion of values mentioned in the consulted works is higher than this difference.

The authors conclude that the compared analysis of the coke and charcoal routes endorses the establishment of an international credit or bonus for carbon abatement and oxygen regeneration. According to the above presented diagram, the coke route liberates 1.65 t of CO₂ and fixes 1.536 t of O₂ by ton of steel produced, while the charcoal route abates 16.336 t of O₂ and regenerates 1.536 t of O₂ by ton of steel produced in the complete cycle, from eucalyptus planting up to steel production. Furthermore, the coke route liberates 7 kg of sulfur dioxide (SO₂) and this emission is practically absent in the charcoal route.

The question under examination would allow for more refined studies, including direct (activation of engines used in charcoal modern industry, for example) and indirect (energy used in extraction and refining or nutrients applied to planted forest help, for example) energy inputs in what concerns charcoal. This type of study was applied to production of alcohol from sugar cane and it showed that the exergetic efficiency of the industrial phase is of the same order of magnitude as that of the best industrial processes, while the agricultural phase efficiency is over 400%. (6), considering the fatality of solar radiation on earth and the hydrological cycle, namely exempting solar energy and rain of exergetic cost.

It should be noticed that electric furnace reduction with mixed load of pig iron and scrap

would reduce emission proportionally to the scrap used. However, this advantage is real only if electricity is from renewable origin (hydroelectric or thermoelectric from biomass) since the best thermodynamic cycles have efficiency of about 50%, i. e., in order to produce 1kWh of electricity it is necessary to use at least 1,900 kcal and that the industrialized countries obtain from converting fossil fuels and the corresponding emission of greenhouse effect gases, as shown in a previous work (e&e).

The considerations above show the singular situation of Brazil in what concerns a movement to establish the bonus system for carbon abatement and the concurrent oxygen regeneration, avoiding the use of nuclear electricity with risks as serious or even worse than those associated with fossil fuels. An economic study using the equivalent energy concept or even better the exergy concept would permit to quantify the bonus value. This is a long study that surpasses the dimension of the present report.

CONCLUSIONS

The conditions for producing and using charcoal in metallurgy examined in this report indicate that the charcoal industry can reach full maturity as a function of the anticipated rise of petroleum price that would pull the prices of the other energy sources. International studies that have been consulted consider as possible the return of energy economy based on mineral coal for producing synthetic liquid fuels. (7).

In the same way as fuel alcohol, charcoal competes with a fossil fuel-reducer with cost necessarily lower and that in its turn competes with another fossil fuel, natural gas, whose use has been growing due to its multiple applications. Therefore, charcoal should be considered for its ecological and social advantages since the sector uses large low-qualified manpower, occupies land of marginal value not suitable for agriculture production, besides generating income in regions where employment alternatives are not particularly favorable to the worker. The potential for carbon abatement and oxygen regeneration together with the better quality of pig iron from charcoal as source of virgin metal for electric arc furnaces, qualifies this fuel as a motivating factor for international negotiations related to global climate.

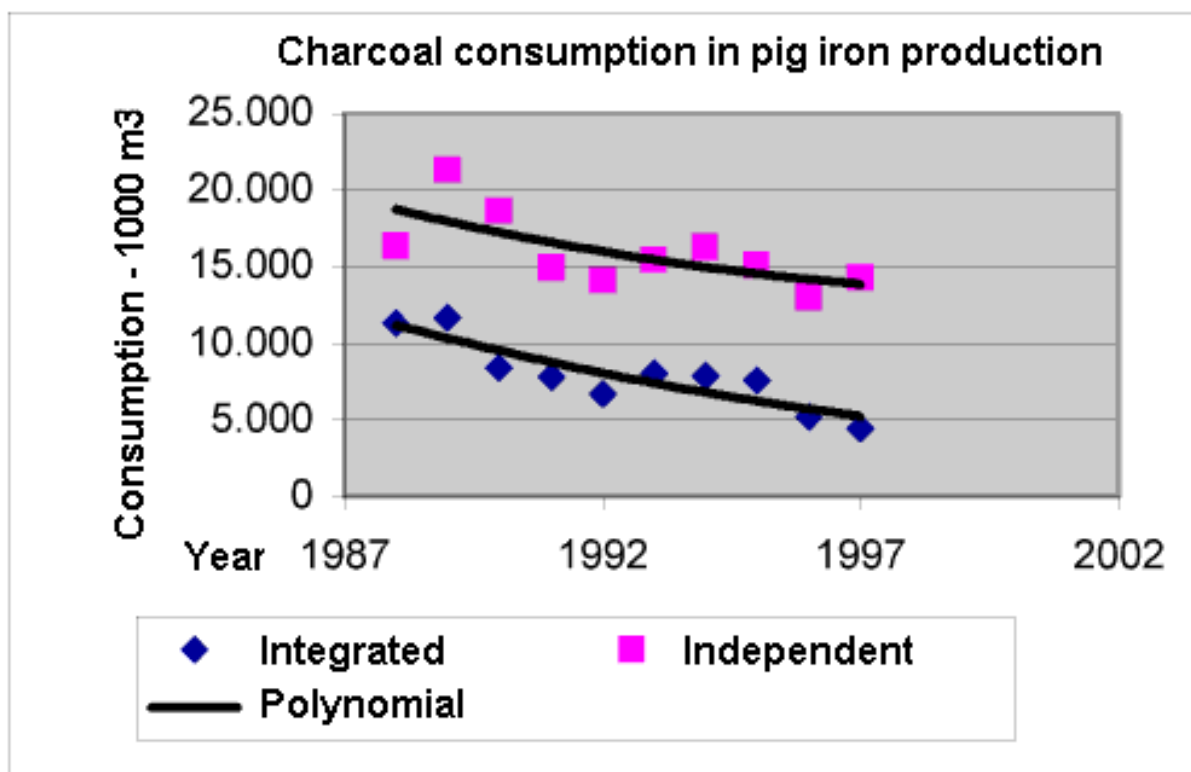
CHARCOAL PROGRAM

In the mid-seventies the João Pinheiro Foundation, an organ connected with the Planning Secretariat of the Minas Gerais Government, defined a study and research program aiming at characterization of charcoal, optimization of the carbonization process and the improvement of furnaces used in the sector. The entity responsible for executing the program was Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais- CETEC - which worked together with the Instituto Estadual de Florestas. (IEF) - has developed the laboratory work (wood and charcoal analysis, friability assays, calorific power determination), economical studies about wood and charcoal production and formulated projects of Technical Standards proposed to the Brazilian Association of Technical Standards. Several technical meetings were promoted by CETEC with the participation of metallurgical enterprises (ACESITA, MANNESMANN, BELGO-MINEIRA, among others) and equipment manufacturers.

A program for personnel formation was established between the MG Federal University (UFMG, Department of Metallurgical Engineering) and ACESITA. It had as result a special approach for charcoal in dissertation works (12 dissertations presented between 1981 and 1998, with larger concentration in the eighties, related with process mathematical modeling, energy diagnosis, thermal treatment, injection of coal fines, sinter production, coke and charcoal mixture, etc.). A collection of these works can be found in the CETEC Technical Publications series (n^o 04 to 08) and it constitutes an important source on the subject.

ACESITA has operated in this period a battery of experimental carbonization furnaces, complementing the resources of CETEC and UFMG. It has carried also experiments with Otto and Diesel engines using coal gas (gazogene) with results considered as satisfactory at the time. It carried out research on the use of charcoal in irrigation pumps and in engine-generator group. Engine emission tests were not carried out because at that time the pertinent legislation was not established yet

With the effects of the petroleum shocks gone, research was gradually abandoned and the Charcoal Program followed the same path as the Alcohol Program. Presently, few integrated metallurgy enterprises still consider this as an alternative to coke, among them MANNESMANN. Charcoal consumption by independent producers of pig iron, shown in the graphic below, also present a decreasing trend.



REFERENCES

1- CO₂, O₂, and SO₂ OVERALL BALANCE FOR THE IRON AND STEEL PRODUCTION THROUGH THE USE OF BIOMASS OR COAL BASED ON INTEGRATED PROCESSES. Ronaldo Santos Sampaio¹ Maria Emilia Antunes Resende

2 - Produção e Utilização de Carvão Vegetal. Publicação Técnica n0 8 - CETEC - 1982

3 - COMPETITIVIDADE E PESRPECTIVAS DA INDUSTRIA MINEIRA DE FERRO-GUSA. SINDIFER /FIEMG - 1997

4 - STATE OF THE ART REPORT ON CHARCOAL PRODUCTION IN BRAZIL. FLORESTAL ACESITA S. A - 1982

5 - ANUÁRIO ABRACAVE (several years)

6 - ANÁLISE EXERGÉTICA DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA DE AÇUCAR

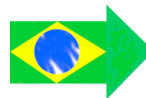
Otávio de Avelar Esteves - MSc. Dissertation - CCTN/UFMG - 1995

7 - ENERGY IN A FINITE WORLD. International Institute for Applied System Analysis - 1981

8 - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Ministry of Mines and Energy - 1999

*(*This work is part of the study on emission of greenhouse effect gases in the period between 1990 and 1997 made for the Brazilian Ministry of Science and Technology and PNUD.*

Back to the top 

**SEARCH****MAIL****DATA****DOWNLOAD****Other e&e Issues****e&e No 20****THE BRAZILIAN EXPERIENCE ON DEVELOPING A
ALCOHOL-DIESEL BINARY FUEL (*)**

Vegetal Coal and

Greenhouse Effect:

*in Production

*in Metallurgy

Alcohol-Diesel Binary Fuel

e&e links

**AUTHORS: ADAILSON DA SILVA SANTOS ^{a,b}****MARIA LETÍCIA MURTA VALLE ^a****ROBERTO GOMES GIANNINI ^a**^a Escola de Química/ UFRJ - Rio de Janeiro.^b adsantos99@hotmail.com,

adailson@mail.eq.ufrj.br

<http://ecen.com>**Summary:**

This work has the objective of evaluating the present situation of ethanol oxygenated compounds added to diesel. For this purpose we have made the historical attempts of its introduction as well policies for reducing fossil fuels consumption.

Ethanol in light automotive engines - PROALCOOL

As a consequence of the petroleum crises, the strategic need of reducing the country's dependency on imported petroleum resulted in turning ethanol the "official" fuel for light vehicles and in 1975 the National Alcohol Program - PROALCOOL - was established.

With PROALCOOL, the internal gasoline consumption was drastically reduced but the refining level was not altered since diesel oil consumption in the country was (and continues to be) extremely high, corresponding to 35% of the refined volume (NUNES)

At the end of the seventies it was considered the hypothesis of substituting diesel by alcohol in diesel cycle engines (DIAS). This substitution resulted in some problems concerning adaptation of the system to the new fuel (ECKLUND), such as efficient and economical additives in order to increase the self-ignition power of ethanol due to its low cetane content, engines adjustment - mainly the injection system - and the use of materials more resistant to contact with alcohol.

Research has demonstrated that it is not possible to establish this substitution program in diesel cycle engines.

The strong justification presented to the Federal Government of maintaining employed in the land a large manpower,, together with the reduction of pollution levels, used by part of the alcohol industry resulted in the proposition of adding alcohol to diesel. Studies carried out in 1984 concluded that using a mixture of 93% v/v of diesel oil and 7% v/v of anhydrous alcohol is viable from the technical point of view. It does not result in loss of efficiency or fuel consumption increase and it contributes to reducing the emission of particulate. In 1997 it was proposed a new Law project forcing the addition of 15% v/v ethyl alcohol to diesel oil (FENSTERSEIFER).

The governmental decision to add ethanol to the diesel energy matrix accelerated research and test works necessary for establishing the program. The CIMA (Inter-ministerial Council for Alcohol and Sugar) established then a working group composed of various institutions, including research bodies and representatives of the different interested sectors, sugar cane and fuel producers, car assemblers and car parts suppliers.

Among the works sponsored by the Ministry of Science and Technology appeared the technical alternative of hydrated alcohol - diesel emulsions. This alternative was endorsed by METHANEX, a multinational group and one of the largest methanol producers in the world that commercializes an emulsifier agent named DALCO, fabricated by the Australian APACE (SOSALLA).

In São Paulo it is under test a mixture of hydrated alcohol (90.2% p/p of sulfur), DALCO additive (0.5% to 0.8% v/v) and anti-corrosion additives and cetane rating increasers . These tests, financed also by the Companhia de Transportes Coletivos de São Paulo - CTC-SP - were carried out in laboratory and in field. The assays were made with up to 20% v/v of hydrated alcohol, emulsifiers, with and without anticorrosion and cetana rating increasers. . .

The main critical points found by this group were:

- a) cetane rating in the emulsion decreases 3 points.**
- b) The emulsion has a milky white aspect and its**

stability is estimated to be two years according to the manufacturer.

c) Small modifications in the engine, filters and pump seals are necessary.

d) Due to the increase of vapor pressure generate by alcohol addition to diesel, the tanking system should be re-evaluated.

e) Emulsion production demands special conditions and it is made on line with the help of static mixers in order to keep stability.

f) When using pipelines for different products, the emulsion shall be pumped between diesel seals without alcohol.

g) The price increase for the consumer will be between 15 and 20% (one can consider cost or price increase, but probably all structure will be penalized).

Other problems were detected such as dependence on a sole emulsion supplier, difficulty in the integration with other countries, refusal from car parts manufactures to guarantee the quality of their products, taking into account the wear out due to using ethanol.

Due to serious problems concerning residue deposition in the injection pump, this alternative was abandoned (e&e).

Other possibilities that are being tested by a group sponsored by Alcohol and Sugar Producers Association of Paraná is the anhydrous alcohol - diesel solution that is possible due to the AEP national compound, derived from soy and that is biologically degraded. The proportion given in the table below has been used in some urban buses in Curitiba and also in São Paulo (FENSTERSEIFER).

Table 2 - Mixture used in urban buses in Curitiba:

diesel	86,2 % v/v
--------	------------

anhydrous alcohol	11,2 % v/v
AEP-102 additive	2,6 % v/v

SOURCE: MELCHIORS, 1994.

It has been observed a reduction in smoke emission and fuel consumption, cetane rating increase as well as the occurrence of problems concerning only rotating injection pumps which are minority in the Brazilian fleet (Mercedes Benz, the largest diesel engines manufacturer, uses rotating pumps only in light vehicles) (e&e).

As for price estimate, it has been calculated that the mixture will be 14 % more expensive to the final consumer than diesel. Tests are continuing and one of the critical problems observed is the mixture stability. (FENSTERSEIFER) .

Concerning the large quantity of stored alcohol that is not commercialized yet, the Federal Government has altered the legislation of the sector last November, allowing the addition of 26% of AEC in gasoline engines , besides the addition of 3% v/v alcohol to diesel (PETROBRÁS).

This authorization surprised the trucks, buses and pick-up engines manufacturers. Their main allegation was the corrosion on the different parts involved. This allegation is premature since the tests are still under way and the doubts are numerous, specially in what concerns the corrosion on the parts due to the hygroscopic characteristics of ethanol, cetane rating decrease, injection systems and consumption (MURTA VALLE).

Justifications concerning pollutants emission reduction in order to strengthen the mixture alcohol-diesel and compensate the fact that many technical problems have been solved coincide with PETROBRÁS' ongoing program for improving diesel quality. The company is investing US\$ 1.5 billion to amplify the diesel park (COELHO).

In January 1999 the HDT (diesel hydrating) unit of RPBC (Presidente Bernardes Refinery, SP) started commercial operation. For this purpose US\$ 270 million were invested and its processing capacity is 5 thousand m³/ day. In the second semester of 1999 two HDT units started operation in REPLAN (Planalto Paulista Refinery, SP) (MARTINEZ).

In the first semester of 2000, the modernization works of HDT and HDS (diesel hydro-desulfuring) units at REDUC (Duque de Caxias Refinery, RJ), REPAR (Presidente Getúlio Vargas Refinery, PR), REPAG (Gabriel Passos Refinery, MG) and REFAP (Alberto Pasqualini, RS) will be started.

Besides these ones, other projects will be ended until 2002 with investments estimated in US\$ 600 million. They are (MARTINEZ):

- a. Installation of a hydro-refining unit at REDUC, whose finality is to produce high quality diesel oil.
- b. Installation of a HDT unit (capacity of 3 thousand m³/day) at REPAG
- c. Installation of a HDS unit (capacity of 5 thousand m³/day) whose finality is to remove sulfur from the fuel.

Final Considerations

In spite of tests made with metropolitan buses in Curitiba, Paraná, the announced changes will probably force diesel engines manufacturers to use materials that are more corrosion-resistant (PETROBRÁS).

Knowing its vantages and disadvantages, due to its multiple facets, even after two decades of PROALCOOL, the use of ethanol is far from having a defined policy, because it overloads in one way or another all sectors involved (GIANNINI).

Bibliographic References:

GIANNINI, Roberto Gomes. Taxionomia do setor sucro-alcooleiro do centro-sul do Brasil - uma abordagem estatística. Tese de Mestrado, Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

SILVA SANTOS, Adailson da. Adição de compostos oxigenados a motores do ciclo OTTO e DIESEL. Projeto final de curso. Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

MURTA VALLE, Maria Letícia. Adição de compostos oxigenados na gasolina e no diesel - experiência brasileira. Simposio de Analisis y Diseño de plantas Quimicas, 3 a 4 de novembro

de 1998, Cuba.

DIAS, Danilo de Souza. Estrutura de refino do petróleo e possibilidades de substituição do diesel. In: Seminário "Alternativas para uma política energética", São Paulo: CPFL, p.164-181, 1985.

MARTÍNEZ, Maurício L. A indústria do petróleo, volume I. Revista Análise Setorial/Panorama Setorial/Gazeta Mercantil. April 1999.

ALVES, F. Progresso técnico e modificação na organização e no processo de trabalho na agricultura - o caso da cana-de-açúcar. III Encontro Nacional de Estudos de Trabalho, Anais, vol. 1(1993) 453-477.

ECKLUND, E. E., BECTOLD, R. L., TIMBARIO, T. J., McCALLUM, P. W. State-of-the-Art Report on Use of Alcohols in Diesel Engines. SAE Technical Paper Series 840118, International Congress and Exposition, Detroit, Michigan (1994).

COELHO, Moêma. Especial Refino & Mercado: Os novos investimentos. Revista Brasil Energia, Nº 207, p24-p25, February 1998.

NUNES, Fernanda. Mercado de diesel cresce cada vez mais. Revista Brasil Energia, Nº 218, p50-p53, January 1999.

FENSTERSEIFER, Milton. BIODIESEL - Programa de Energia Renovável. Gazeta Mercantil, São Paulo (01/02/1998).

SOSALLA, U. Cresce a disputa no mercado por novo aditivo. Gazeta Mercantil, São Paulo (03/26/98).

_____. Consumo faz PETROBRAS ampliar refino.
Revista Brasil Energia, Nº 220, p41, March 1999.

_____. Gasolina barata. Revista Brasil Energia, Nº 221, p50, April 1999.

_____. Estudo mostra vantagens do uso de MTBE no RS. Revista Química e Derivados, Nº 350 (1997) 9.

_____. Atas de reunião da diretoria e associadas. SINDICOM, (09,10 e 11/1997).

Home Pages:

Economia e Energia (E&E) - ONG: <http://www.ecen.com>

MICT: <http://www.mict.gov.br/apb>

IPT: [http:// www.ipt.br](http://www.ipt.br)

PETROBRAS: <http://www.petrobras.com.br/>

(*)Part of this article was presented in a Congress in Cuba.

Back to the top 

**Carvão Vegetal e****Efeito Estufa:***** na Produção***** na Siderurgia****Combustível****Binário Álcool -****Diesel****Vínculos e&e****Acompanhamento****Econômico:****Reservas****Dívida Pública****Energia:****Equivalências****Glossário****Dados históricos****Para Download****Balanco****Energético 1999****MCT** Ministério da Ciência e Tecnologia

EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO E NO USO DO CARVÃO VEGETAL

Omar Campos Ferreira

*omar@ecen.com.***<http://ecen.com>**

O uso do carvão vegetal na siderurgia está intimamente relacionado com o processo de industrialização do Brasil. Na época em que a estrutura viária não permitia o emprego do carvão mineral, importado ou produzido no País, o carvão vegetal, de fácil produção e de baixo custo, viabilizou a implantação de usinas de pequena capacidade de produção, compatíveis com o nascente mercado de aço. Após algumas tentativas, frustradas pela inexperiência nacional no ramo e pela dificuldade de técnicos europeus em adaptar sua experiência à realidade brasileira, estava implantado em Minas Gerais, na década de 20, um conjunto de usinas a carvão vegetal, com produção de cerca de 4 mil toneladas de aço por ano. Já em 1946, a produção da Usina da Belgo Mineira, em João Monlevade, atingia a 342 mil toneladas/ano, correspondente a cerca de 70% da demanda interna. Na década de 50, com a instalação da Usina de Volta Redonda, consumindo coque de carvão mineral importado, iniciou-se um período de competição entre os dois combustíveis-redutores, observando-se, nos últimos anos, o declínio acentuado do uso do carvão vegetal.

A importância dos combustíveis da biomassa para o abatimento do carbono lançado na atmosfera como CO₂, CO e CH₄ é reconhecida pelas nações que participam das reuniões internacionais relativas ao clima. Propostas de modalidades de incentivo ao uso da biomassa nos países em desenvolvimento, com compensações a cargo dos países industrializados, têm sido apresentadas, mas ainda não se chegou a consenso sobre a questão, apesar do reconhecimento geral do agravamento do efeito estufa. A queda do preço do petróleo, a partir de meados da década de 80, favorecendo o transporte internacional de mercadorias, contribuiu fortemente para o aumento da emissão dos gases de efeito estufa em todos os setores da atividade produtiva, tanto pela emissão por veículos de transporte quanto pelo consumo de combustíveis fósseis na indústria. Entretanto, não se pode estar certo de que o preço do petróleo se mantenha baixo, no futuro próximo, sendo, portanto, previsível o retorno ao uso da biomassa energética,

particularmente no Brasil.

O carvão vegetal pode ser considerado como vetor energético de uso amplo, tanto que após o primeiro choque de preço do petróleo (1973) foi estimulada, pelo Governo Federal, a substituição do óleo combustível por carvão em vários setores da produção industrial, cabendo ao carvão vegetal uma participação expressiva nesse esforço. Entretanto, é na indústria metalúrgica que ele encontra seu melhor nicho de mercado por favorecer a produção de ferro-gusa praticamente isento de enxofre, fósforo e outros elementos indesejáveis. Este trabalho considerará prioritariamente o uso na metalurgia.

PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL.

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 resultam 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 constituintes menores. A matéria volátil não-condensável consiste de compostos gasosos de carbono (CO_2 , CO , C_nH_m) e nitrogênio. A análise do carvão e da matéria volátil mostra que sua composição depende fortemente: da temperatura de carbonização, da espécie vegetal que fornece a madeira e da idade da árvore. Desta forma, o carvão produzido a partir de espécies nativas apresenta certa flutuação nas propriedades físico-químicas e mecânicas, indesejável no processo de produção do ferro-gusa. A evolução da tecnologia siderúrgica levou naturalmente à necessidade de se padronizar a madeira através da plantação de espécies selecionadas com vistas a melhorar: o rendimento em carvão, o seu teor de carbono (carbono fixo), a densidade e outras propriedades mecânicas requeridas pelo uso em altos-fornos.

O processo de carbonização pode ser esquematizado em 4 fases:

- Secagem da madeira, com a vaporização da água absorvida por higroscopia da madeira, da água absorvida através das paredes das células e a água quimicamente ligada, ou de constituição. A faixa de temperatura na secagem vai de 110 a 200 O C. O calor necessário para manter a temperatura adequada provém da queima de parte da madeira, seja na própria câmara de carbonização, nos fornos de carbonização mais rudimentares, seja em câmara de combustão própria, nos fornos evoluídos.
- Pré-carbonização, que se dá no intervalo entre 180-2000 C e 250-3000 C, fase ainda endotérmica em que se obtém uma fração do líquido pirolenhoso e pequena quantidade de gases não condensáveis.
- Carbonização, reação rápida e exotérmica, iniciada entre 250 e 3000 C, na qual parte da madeira é carbonizada e a maioria do alcatrão solúvel e o ácido pirolenhoso são liberados.
- Carbonização final, a temperatura superior a 3000 C, com a formação da maior parte do carvão.

As propriedades físico-químicas e mecânicas do carvão (composição, reatividade a CO_2 , densidade, resistência à compressão, etc.) dependem: da composição e da estrutura da madeira, da umidade, das dimensões da tora, da temperatura de carbonização, da taxa de aquecimento da carga no forno e de outras variáveis menos relevantes. O modo de se

operar o forno para se obter carvão de boa qualidade é uma técnica ainda empírica, devido à multiplicidade dos fatores a se considerar e dos meios de monitoração do processo compatíveis com a estrutura da produção. De fato, a necessidade de se produzir carvão vegetal a preços competitivos com o coque impõe, na atual conjuntura da economia, certa rusticidade aos fornos e ao manejo da matéria prima e dos produtos. O estado da arte na década de 70, quando se colocou com clareza a importância dos combustíveis da biomassa, era pouco diferente da que existia nos anos 40, quando se instalou a Usina da Belgo-Mineira em Monlevade. Considerável esforço de aperfeiçoamento foi desenvolvido nos anos 80 e as empresas que persistiram nesse esforço, motivadas pelas excelentes qualidades do carvão vegetal para a produção de ferro-gusa e de ferro-ligas, mostram hoje avanço apreciável, tanto nas práticas florestais quanto no processo de carbonização.

FORNOS DE CARBONIZAÇÃO.

O modelo mais simples de forno é uma construção de alvenaria com a forma de colméia, com orifícios de entrada de ar. O carregamento é feito por batelada, sendo a madeira cortada em toras de 1,0 a 2,0 m de comprimento. O diâmetro da madeira é função da idade da árvore e do espaçamento do plantio, sendo desejável trabalhar com pequenos diâmetros para assegurar pequena friabilidade do carvão produzido (as informações usadas neste trabalho mencionam diâmetros entre 10 e 3 cm). A madeira é pré-secada ao ar até atingir a 25-30% de umidade.

O controle de ar é efetuado pela obturação progressiva dos orifícios de entrada de ar. A Figura 1 mostra um forno de alvenaria do tipo mais simples, de baixo custo, usado principalmente no carvoejamento de madeira nativa, vendo-se os orifícios de controle de entrada de ar. Nos fornos de alvenaria, o avanço do processo de carbonização é avaliado pela coloração da fumaça que escapa pelos orifícios. O processo de carbonização completo, do carregamento do forno a retirada do carvão, dura cerca de 8 dias.

As Figuras 2 e 3 mostram esquematicamente fornos maiores, sendo o de 4m de diâmetro usado como forno de encosta, em áreas acidentadas (parte do fechamento é feito pelo barranco). O forno de 5m de diâmetro, com melhor controle de entrada do ar e vida útil mais longa, é usado pelas empresas siderúrgicas com produção própria, em baterias de 36 a 108 fornos.

PRODUTOS DA CARBONIZAÇÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.

Em experimentos de laboratório, a carbonização do *Eucalyptus Grandis* (a espécie adotada na maioria dos plantios nos anos 70 e 80) produz (% em massa, base seca) (1):

- Carvão com 86% de carbono fixo (CF)	33,0 %
- Líquido pirolenhoso	35,5 %
- Alcatrão insolúvel	6,5 %
- Gases não condensáveis	25,0 %

O ácido pirolenhoso compõe-se de: ácidos (acético e fórmico), alcatrão solúvel, pequena proporção de metanol (cerca de 1%) e água. A proporção de alcatrão total (solúvel + insolúvel) é de 12%.

Os constituintes principais dos gases não condensáveis (em % de massa) são (2)

- Hidrogênio	0,63	- Metano	2,43
- CO	34,0	- Etano	0,13
- CO ₂	62,0		

O balanço de energia para o perfil de produção acima, referido a 100 g de madeira úmida é o seguinte:

Entalpia de 80 g de madeira	80 g x 4.200 cal/g=	(336.000 cal)
Entalpia de 26,4 g de carvão com 86% CF	= 26,4 x 0,86 x 7.100=	161.200 cal
Entalpia de 9,6 g de alcatrão (total)	= 9,6 x 6.000	= 57.600 "
Entalpia de 20,0 g GNC	= 20,0 x 1.490	= 29.730 "
		248.500 cal.

$$\eta_{\text{teórica}} = \text{entalpia dos produtos} / \text{entalpia dos insumos}$$

$$\eta_{\text{teórica}} = 248.500 / 336.000 = 0,74$$

A eficiência real é bastante inferior à teórica, principalmente por não serem recuperados o alcatrão e não serem usados os gases não condensáveis na maioria das instalações. Para uma avaliação realista da eficiência, usamos poder calorífico do carvão como comercializado, registrado no Balanço Energético Nacional, e supomos, para a instalação típica, a produção de 25 g de carvão por 100 g de madeira pré-secada. (1)

$$\eta = (25 \times 6.800) / 336.000 = 0,51$$

Ressalve-se que o poder calorífico obtido do BEN expressa o resultado de experimentos realizados pela Belgo-Mineira, Acesita e INT, e é superior ao que se calcula com base na composição obtida em laboratório.

No estado atual da arte, o alcatrão insolúvel e o ácido pirolenhoso são recuperados na proporção de 140kg / t carvão, ou 4% da massa de madeira carbonizada (MRA). O ácido pirolenhoso é destinado a outros usos industriais. O alcatrão, que pode substituir o óleo combustível, também é destinado a outros usos industriais devido ao baixo preço do óleo combustível. Computando-se apenas o alcatrão recuperável, a eficiência seria:

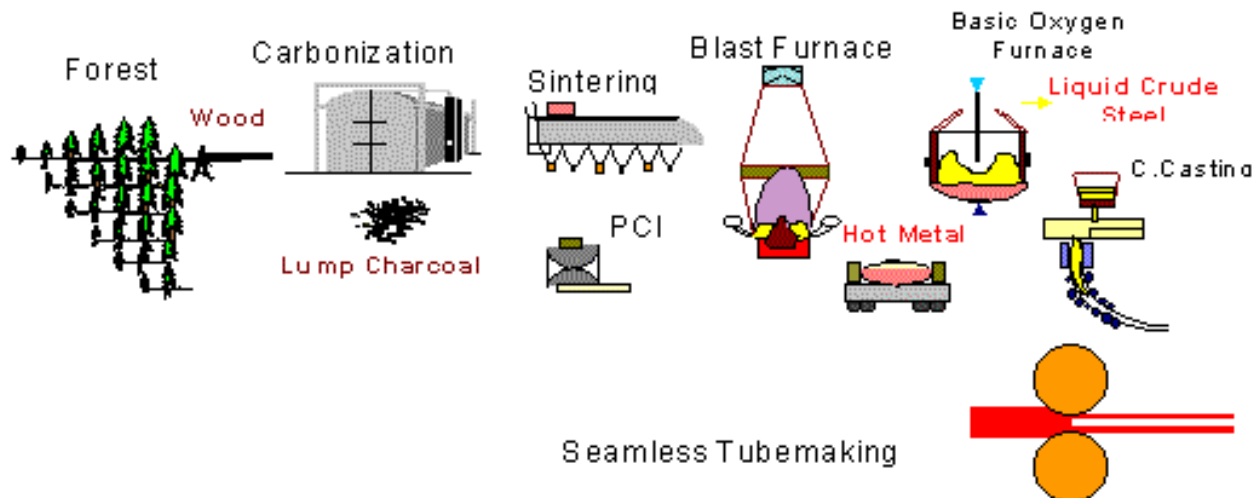
$$\eta = (25 \times 6.800 + 3,2 \times 6.000) / 336.000 = 0,56$$

Vê-se que a produção de carvão pode ser uma via eficiente de substituição do óleo combustível em conjuntura de escassez de petróleo, como o foi no decorrer da já mencionada crise da década de 70, com a difusão de tecnologia já dominada pelos grandes produtores. Para comparação, citamos a produção de metanol a partir do gás natural, processo intensivo em capital, cuja eficiência energética é de 65%.

A análise completa do processo de produção, distribuição e uso do carvão vegetal, tendo

em consideração os aspectos econômicos (custo de capital, custo de distribuição, etc.) e sociais (distribuição de renda) ainda está por ser elaborada, utilizando a metodologia mais apropriada de análise exérgica, em lugar da análise energética baseada simplesmente no Princípio de Conservação da Energia e que não abrange senão o aspecto energético. A simples consideração da eficiência energética conduz, em geral, a conclusões parciais, em geral desfavoráveis aos processos de industrialização da biomassa.

A figura a seguir mostra esquematicamente o processo integrado, da floresta ao produto acabado, utilizado pela Mannesmann S.A na produção de tubos sem costura.



SUPRIMENTO DE CARVÃO VEGETAL.

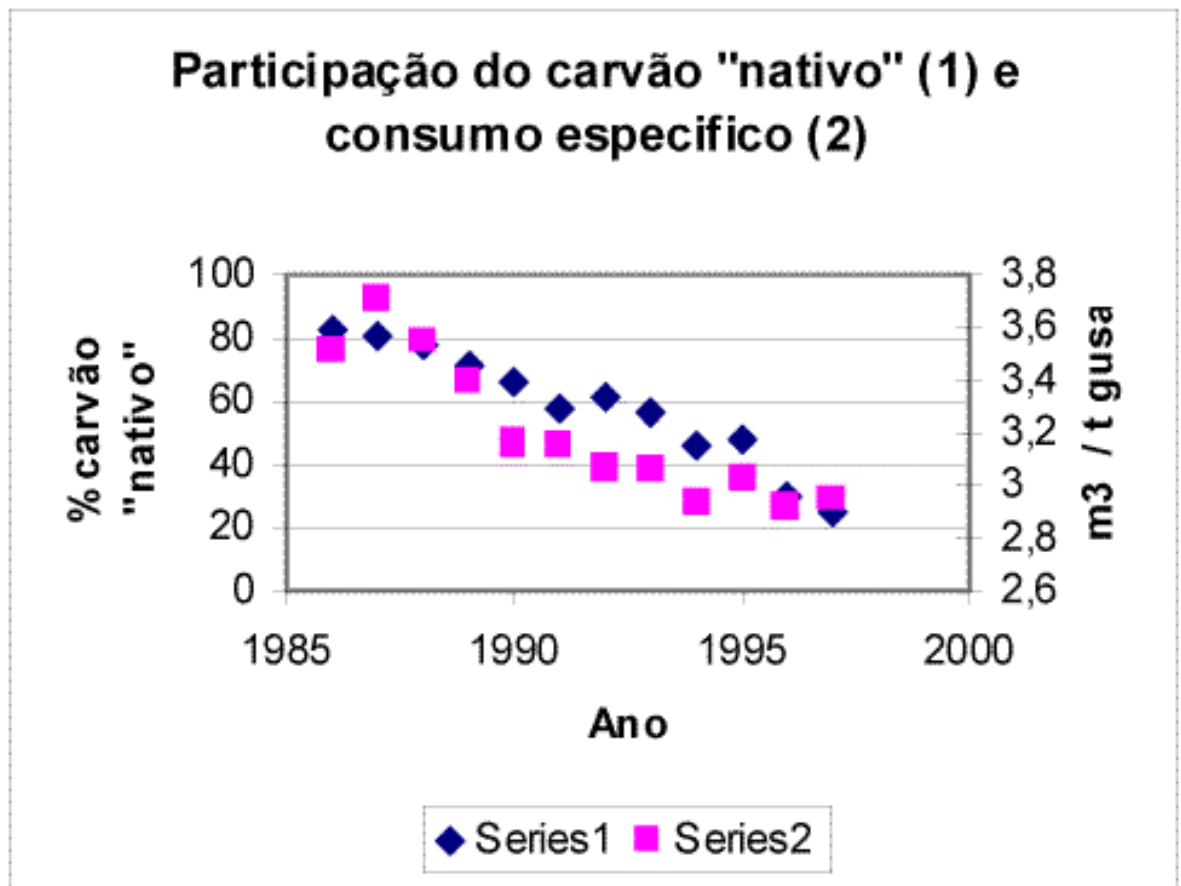
A madeira usada na produção de carvão, no início da indústria siderúrgica, provinha exclusivamente de matas nativas. Madeiras nobres, como o jacarandá e o angico, eram carbonizadas segundo a tecnologia da época, com baixo rendimento em carvão. Entretanto, desde a implantação da Real Fábrica de Ferro, em Ipanema-SP, nos idos de 1818, Frederico Varnhagen já manifestava, em memorial ao Príncipe Regente, a preocupação com a conservação das matas (3) como medida de economia da indústria. A carbonização era feita em fornos rústicos, consistindo na ignição da lenha em montes (medas) que eram cobertas com terra logo que a massa em combustão fosse suficiente para completar a carbonização. Não havendo controle de ar, a carbonização era irregular e o carvão se misturava à madeira semi-queimada (tiços).

Na década de 40, iniciaram-se, em Minas Gerais, as práticas de plantio de eucalipto destinadas ao suprimento de carvão das usinas siderúrgicas do Estado que já produziam cerca de meio milhão de toneladas de aço por ano. A tecnologia de produção do carvão de florestas plantadas evoluiu pari passu com a tecnologia de produção do aço e foi impulsionada, na década de 60, pelo incentivo dado pelo Governo Federal, via Imposto de Renda. Apesar de vários defeitos na sistemática de incentivo, sendo o mais grave a desvinculação da atividade florestal das atividades de uso da madeira, visto que qualquer empresa poderia se beneficiar do incentivo, mesmo não sendo consumidora da matéria prima, o País formou considerável massa florestal destinada à indústria, estimada em 4 milhões de hectares ocupados com diferentes espécies de Eucalyptus e Pinus. Um novo impulso à atividade florestal ocorreu na década de 70, em seguida aos dois choques de

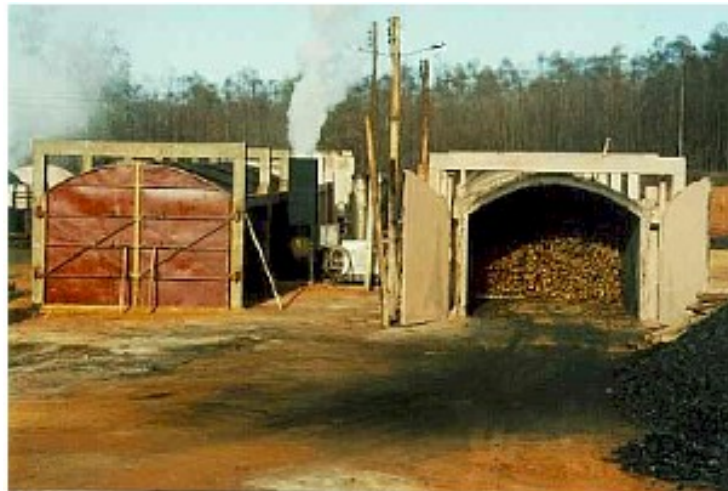
preços do petróleo, tendo sido estimulados os usos industriais da lenha e do carvão vegetal em substituição ao óleo combustível e ao carvão metalúrgico importado. O gráfico a seguir mostra a trajetória ascendente do consumo de carvão vegetal na década de 80 e a queda observada na década de 90. Infere-se que o uso na siderurgia determinou a evolução do processo.

O impulso de crescimento da demanda iniciado na década de 70 induziu à implantação do Programa de Carvão Vegetal do Governo Mineiro, abrangendo o desenvolvimento das técnicas florestais, dos métodos de produção e de caracterização do carvão e da introdução de inovações no processo de carbonização. Instalou-se, então, a prática de cooperação entre empresas siderúrgicas (Acesita, Belgo-Mineira e outras), órgãos do Governo (Instituto Estadual de Florestas, CETEC), Universidade (UFMG, UFRV) e fabricantes de equipamentos, resultando na introdução de várias inovações, desde o preparo do solo até a recuperação de co-produtos do carvão. A avaliação dos ganhos advindos desse esforço, no âmbito da Acesita pode ser esquematizada como se segue:

- Práticas florestais (preparo do solo, adubação, melhoramentos na produção de mudas, adequação de espaçamento entre árvores, idade de corte, etc.) : em plantio experimental , verificou-se a elevação de produtividade da terra de 25 para 60 st/ha.ano (1).
- Processo de carbonização (fornos) : o forno tipo colmeia, ainda usado por pequenos produtores de carvão, utiliza cerca de 2,2 estéreos de madeira (cerca de 1,1 t) para produzir 1 m³ de carvão (0,25 t) (4). O forno moderno, dotado de chaminés, além de permitir a produção de carvão de melhor qualidade, pode chegar ao consumo de 1,8 estéreos por m³ ; o ganho potencial no processo é, pois, superior a 20%.
- Produção de ferro-gusa: a melhor qualidade do carvão de eucalipto e a adoção de práticas de conservação (p. ex. a injeção de finos do carvão nas ventaneiras do alto-forno) levaram à diminuição do consumo de carvão na produção do ferro-gusa. O gráfico abaixo mostra a concordância das curvas de queda de participação do carvão de florestas nativas no suprimento e a queda no consumo específico de carvão vegetal. É difícil estabelecer relação causal direta entre as duas curvas, já que ambas podem traduzir efeitos da mesma causa, por exemplo, a crescente capitalização do setor que impõe a necessidade de garantia do retorno dos investimentos. Da mesma forma, é difícil estimar os efeitos das diferentes medidas que resultaram na diminuição do consumo específico, pois algumas delas foram introduzidas simultaneamente. Especialistas do setor siderúrgico estimam ser possível atingir o consumo de 2,6 m³/t, equivalente a cerca de 0,65 t de carvão / tonelada de gusa.

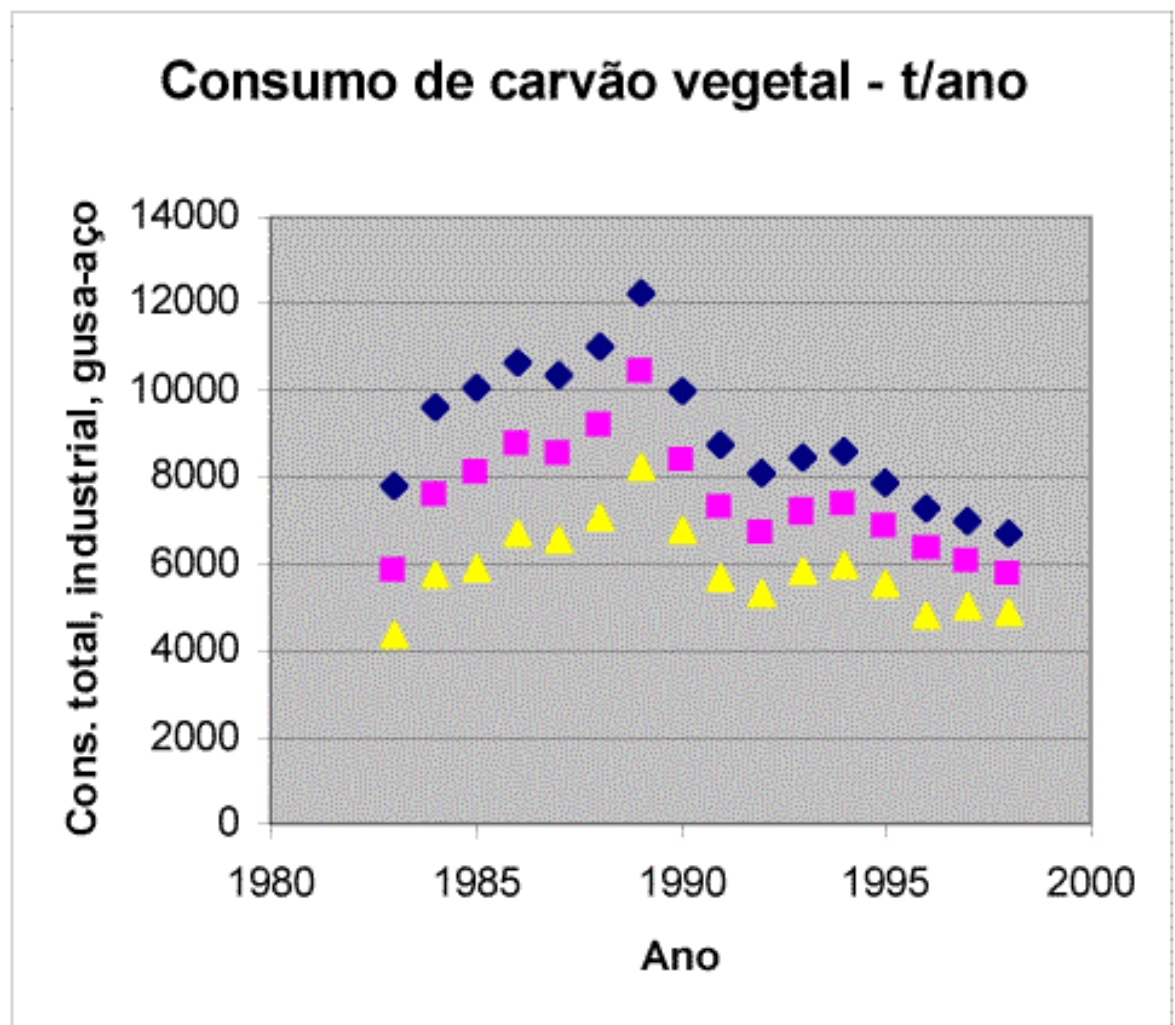


A foto seguinte mostra uma instalação moderna de carbonização da Mannesmann S. A., vendo-se os fornos do tipo "Missouri", equipados com pórticos para a descarga dos caminhões de madeira. Cerca de 50% destes fornos estão dotados de sistema de recuperação de alcatrão.



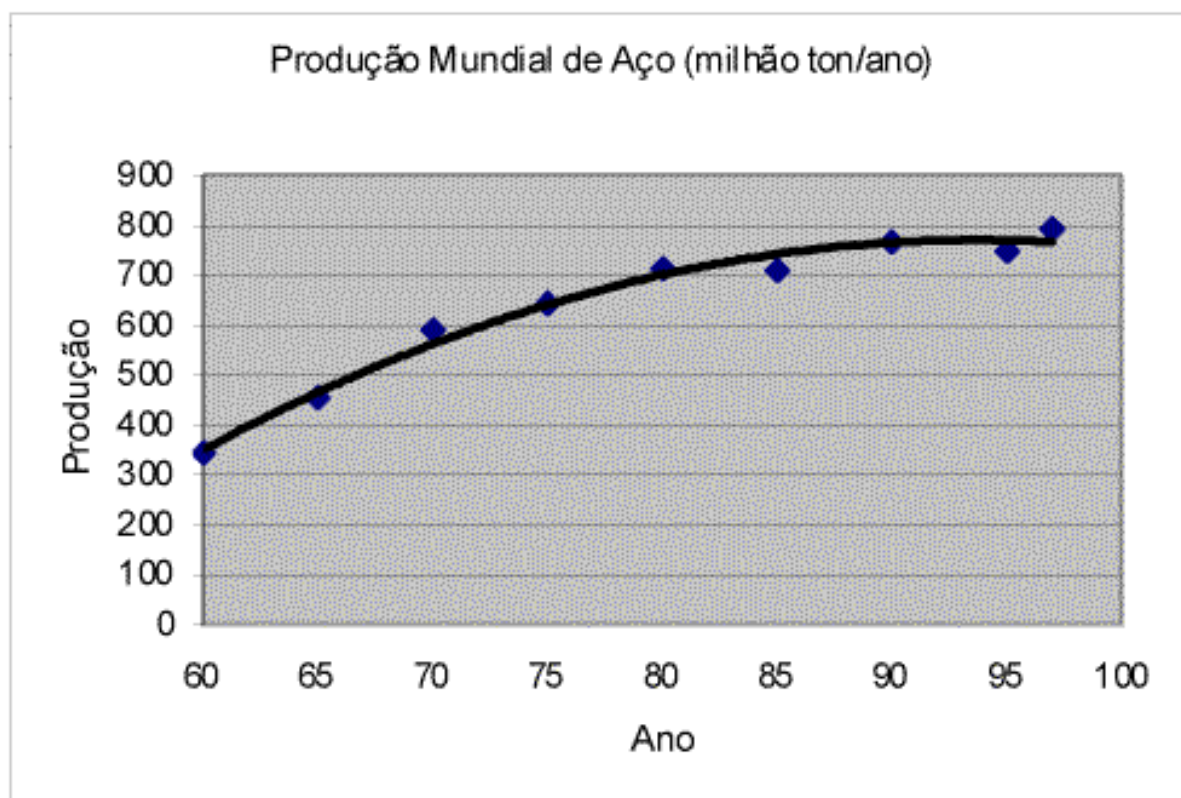


PERSPECTIVAS PARA A INDÚSTRIA DE CARVÃO VEGETAL.



O setor siderúrgico é o principal consumidor de carvão vegetal, como mostra o gráfico a seguir (consumo total, industrial e siderúrgico) . Assim, as perspectivas para a indústria de carvão vegetal estão, de alguma forma, ligadas às perspectivas para o mercado mundial de aço, visto que o Brasil exporta cerca de 40% da sua produção de aço bruto.

O gráfico a seguir, elaborado com dados do Iron & Steel Statistics Bureau mostra a evolução da produção mundial de aço a partir de 1960. Vê-se que a produção evoluiu segundo a lei logística, tendo ocupado já mais de 90 % do nicho próprio.



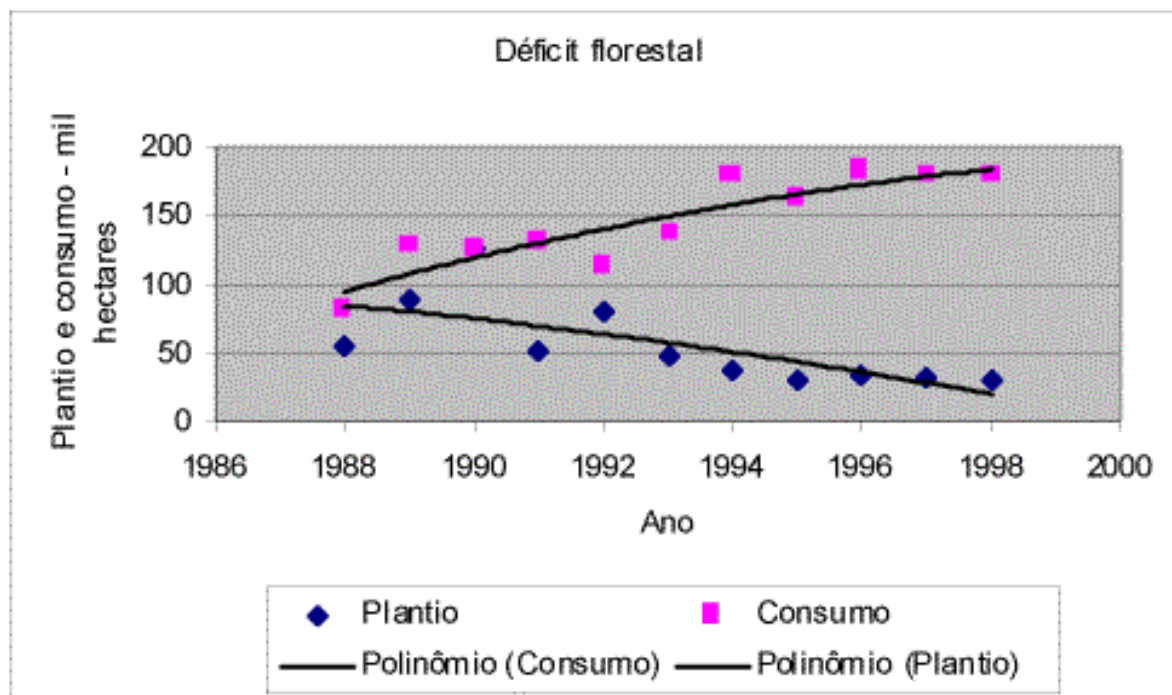
A saturação do mercado mundial de aço, sugerida pelo gráfico, coincide, no tempo, com a ocorrência do pico de extração de petróleo (J.C. Campbell, "The coming oil crisis", Multiscience Publishing Company, 1997), fato auspicioso para os ambientalistas e de péssimo augúrio para os economistas. Os fatos coincidentes poderiam ter sido previstos com razoável segurança a partir do reconhecimento dos respectivos pontos de inflexão das curvas, ambas logísticas, que descrevem a demanda integrada de aço e a descoberta integrada de reservas de petróleo explorável com a tecnologia disponível e aos custos vigentes (óleo "convencional"). Tal previsão reflete uma conjuntura econômica sujeita a restrições físicas (a reserva finita de petróleo) e pode ser considerada como segura, dada a conjuntura. A reversão de expectativas passa, então, a depender de mudanças na tecnologia de conversão de energia ou da introdução de uma nova fonte, já que a conservação, considerada isoladamente e na escala necessária, teria efeitos negativos na economia mundial, ou, ainda, de mudança na tecnologia de produção de aço. Algumas dessas transformações já estão em andamento (célula de combustível, co-geração de eletricidade, ciclos termodinâmicos combinados, informática e outras).

No setor siderúrgico, além de melhorias nos processos de coqueificação do carvão e de redução do minério de ferro, desenvolve-se a de reciclagem do aço em fornos elétricos a arco, usando sucata de aço e uma carga adicional de até 40% de metal virgem. As fontes de metal virgem serão o ferro gusa e os pré-reduzidos produzidos por redução direta

utilizando o gás natural ou o carvão vapor. Estima-se que a emissão de CO₂ na produção em forno elétrico reciclando 40% de sucata corresponda a 25% da emissão observada na produção tradicional (alto-forno e forno básico a oxigênio). Especialistas do setor siderúrgico identificam oportunidade para o ferro-gusa produzido em fornos a carvão vegetal, cujas propriedades seriam superiores às de fontes de metal primário concorrentes. Análise elaborada a partir do balanço de massa indica que o déficit de metal primário poderá atingir a 63 milhões de toneladas em 2.010.

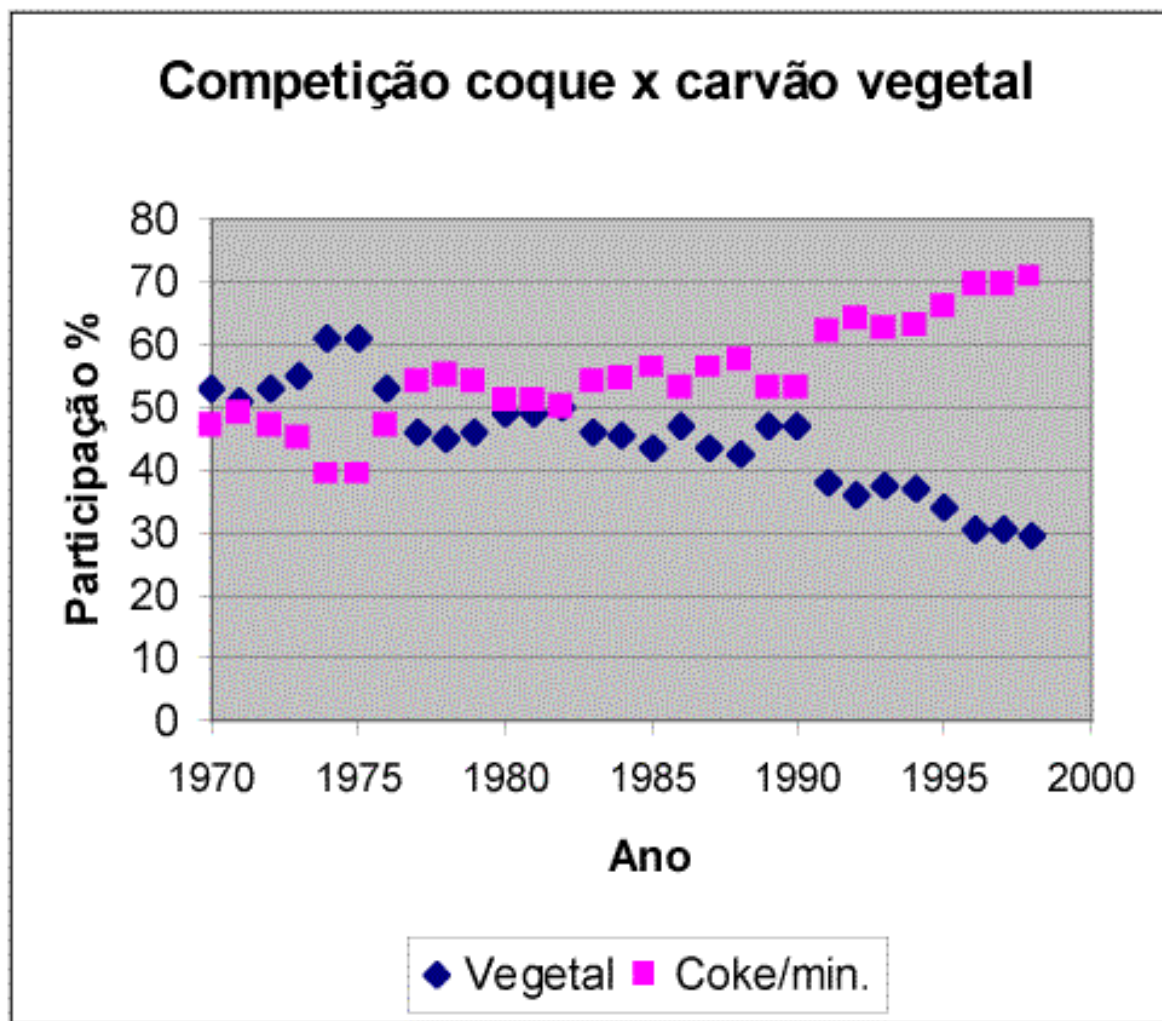
A possibilidade de o carvão vegetal continuar a representar sumidouro importante para o CO₂ depende obviamente de sua competitividade em face dos concorrentes produzidos com combustíveis fósseis, visto que o critério econômico ainda é o prioritário na maioria das análises. Assim, as vantagens ecológicas e sociais da produção e do uso do carvão vegetal, como único absorvedor de CO₂ entre todos os combustíveis-redutores usados na indústria siderúrgica e como empregador de mão de obra de menor qualificação, deverão ser exploradas pelas empresas e governos interessados.

Existe atualmente um déficit de reflorestamento em relação ao consumo de madeira, como mostra o gráfico a seguir, elaborado a partir de dados do Anuário ABRACAVE para 1.999 (ainda não editado). A descompensação entre consumo e plantio iniciou-se em meados da década de 80, podendo estar relacionada com a queda do preço do petróleo e a conseqüente queda do preço de exportação do carvão metalúrgico que, entre 88 e 97, passou de cerca de 50 para cerca de 32 dólares por tonelada. A vinculação entre os preços desses dois combustíveis fósseis observada até há poucos anos parece estar sendo quebrada pela entrada do gás natural, inclusive no setor siderúrgico através da redução direta com CO gerado externamente ao forno de redução.



O gráfico seguinte reflete a dinâmica de deslocamento do carvão vegetal pelo coque de

carvão mineral, atualmente posto nas usinas de Minas Gerais a 95 dólares por tonelada. Estudo elaborado pelo Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais - SINDIFER- e a Federação das Indústrias- FIEMG- em 1997 mostra que o teto de preço competitivo do carvão vegetal deveria situar-se em R\$ 25/m³ e indica um conjunto de medidas necessárias para garantir essa condição, algumas de âmbito interno ao sistema (promoção da qualidade, redução da distância média de transporte, mecanização, redução do consumo específico, desenvolvimento de indústrias correlatas, co-geração de eletricidade, aproveitamento da escória de alto-forno) e outras requerendo o apoio de agências de fomento (linhas de financiamento a juros próximos dos internacionais, incentivo a programas de fomento florestal, etc.).



Um estudo elaborado para o SINDIFER, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Associação de Siderúrgicas para o Fomento Florestal (ASIFLOR) para o reflorestamento de 525.000 ha. na área de influência de Sete Lagoas, Divinópolis e Vale do Jequitinhonha, no Estado de Minas Gerais, com investimento de R\$ 389 milhões, contempla os seguintes objetivos:

- fornecer madeira para a siderurgia (ferro-gusa e ferro-ligas), para indústrias de cimento, cerâmica e movelaria na região abrangida pelo estudo;
- produzir 175 milhões de m³ de carvão vegetal a custo inferior a R\$ 20/m³ posto na

- usina siderúrgica, para produzir 67 milhões de toneladas de ferro-gusa;
- gerar, em média, 19.200 empregos diretos e permanentes ao longo do ciclo de plantação e exploração (o investimento por emprego gerado, cerca de R\$ 20.000, é a metade do correspondente à média na indústria brasileira), com massa de salários pagos da ordem do triplo do investimento direto;
 - absorver cerca de 37,5 milhões de toneladas de CO₂; e
 - proporcionar retorno de capital de cerca de 19% pagando juros de 6% aa.

O estudo considera algumas modalidades de financiamento do plantio já ensaiadas com resultados promissores. São as seguintes :

- plantio em terrenos próprios das empresas interessadas;
- plantio em terrenos arrendados, geralmente pouco produtivos para a agricultura;
- programas do tipo "fazendeiro florestal" mediante parceria de empresas com fazendeiros; e
- fomento florestal por órgãos de financiamento.

O estudo mencionado, tomado como exemplo, mostra que a atividade de reflorestamento não é gravosa e poderá voltar a ser atraente do ponto de vista econômico, principalmente se vier a ser implementado o sistema de bonificação por absorção de CO₂ ou, independente disto, se o preço do coque acompanhar o preço do petróleo ora em ascensão.

REFERÊNCIAS.

- 1 - "State of the Art Report on Charcoal Production in Brazil"
FLorestal Acesita S.A - 1982
- 2 - "Produção e Utilização do Carvão Vegetal"
CETEC - Série Publicações Técnicas , 008 - 1982
- 3 - "História da Siderurgia no Brasil" - Prof. Francisco de Assis Magalhães Gomes
Ed. Universidade de São Paulo - 1983
- 4 - Competitividade e Perspectivas da Indústria Mineira de Ferro-Gusa
SINDIFER"
- 5 - A Sustentabilidade da Indústria de Ferro-Gusa" Prof. Hercio Pereira Ladeira e Eng.
João Cancio de Andrade Araújo-1997- SINDIFER/FLORASA/IEF

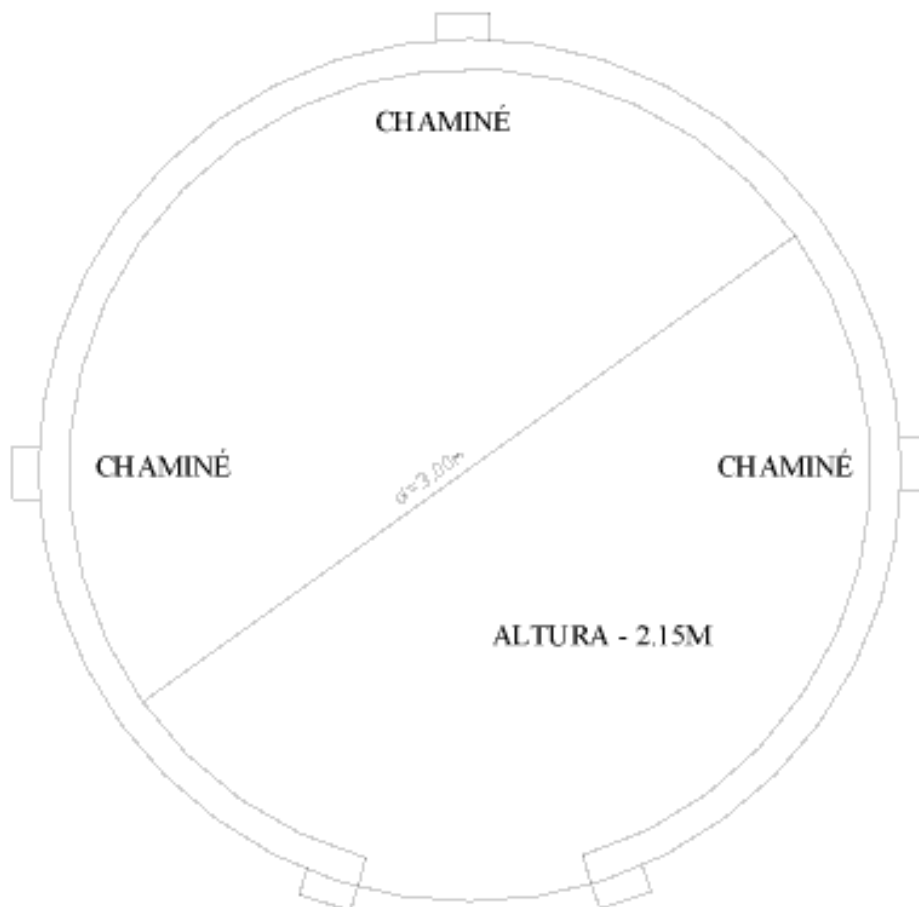
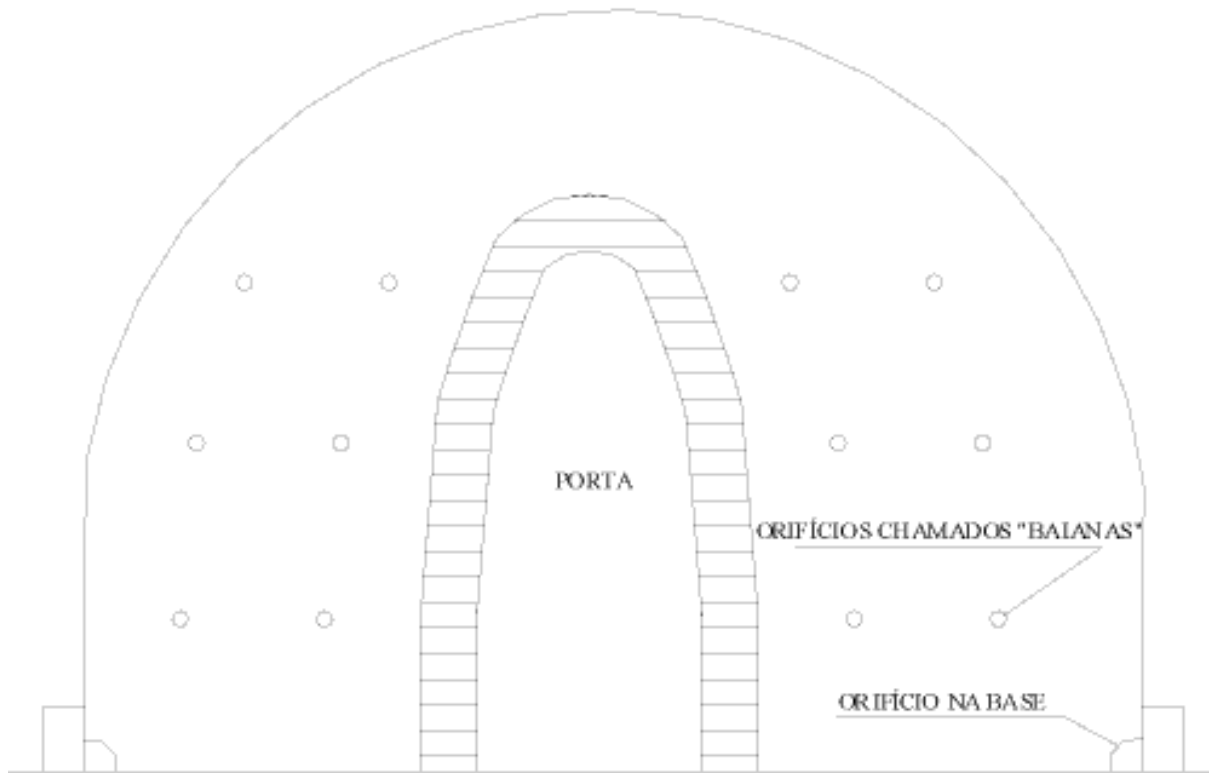


Fig. 1 - Forno empregado por pequenos produtores.

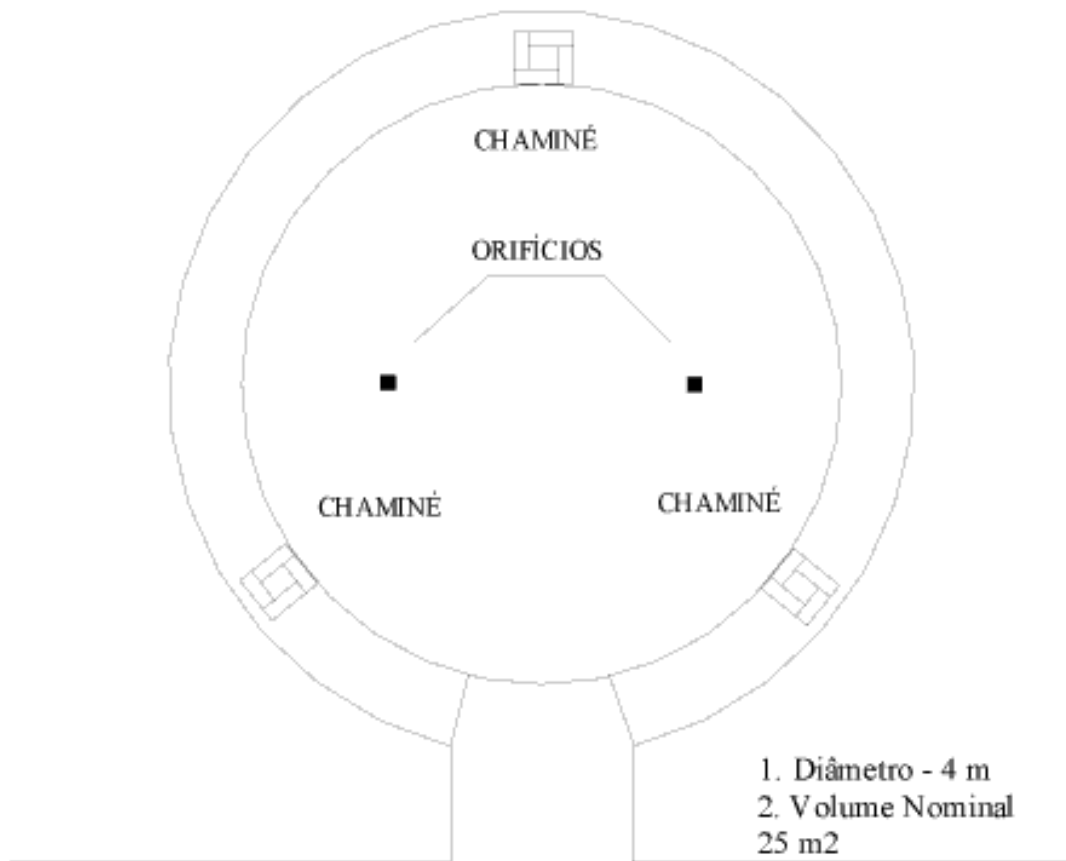
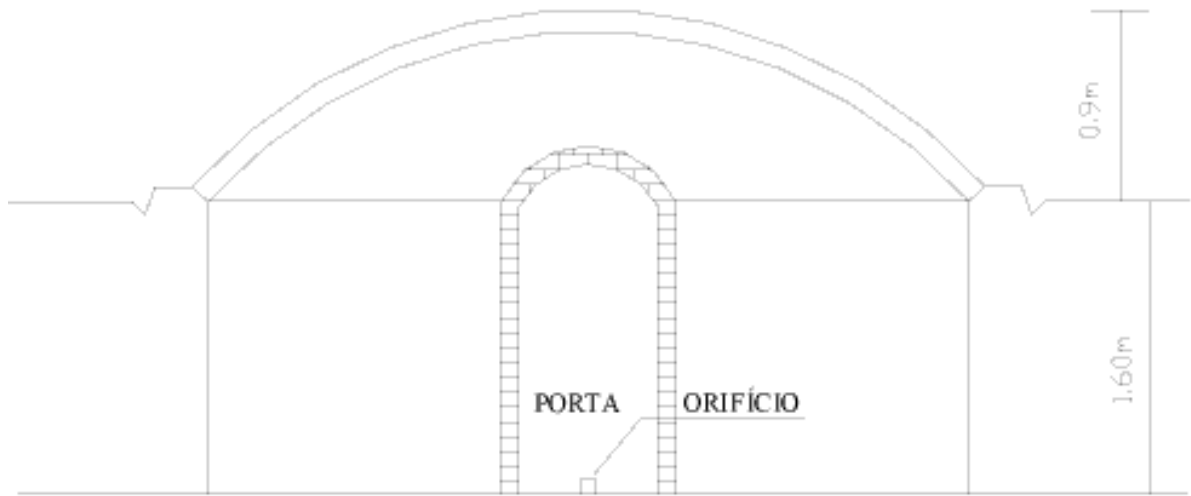


Fig. 2 - Forno de encosta

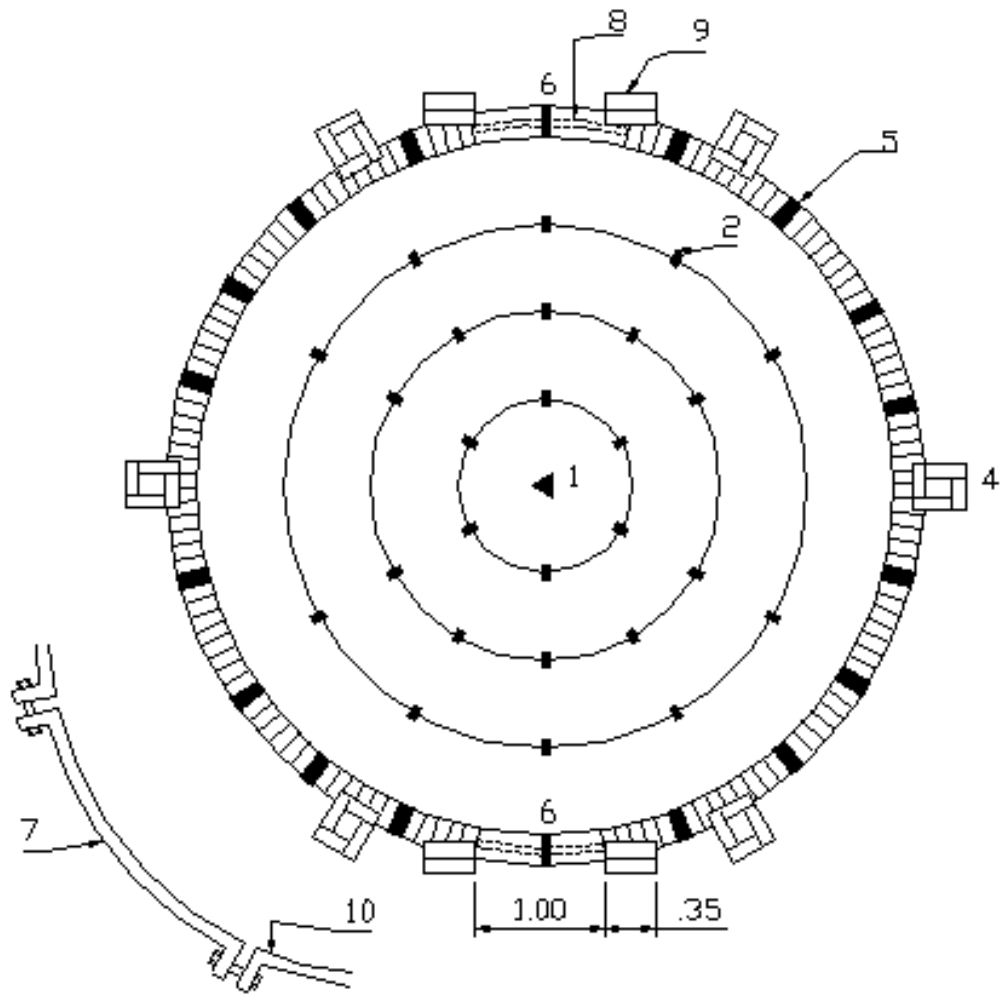
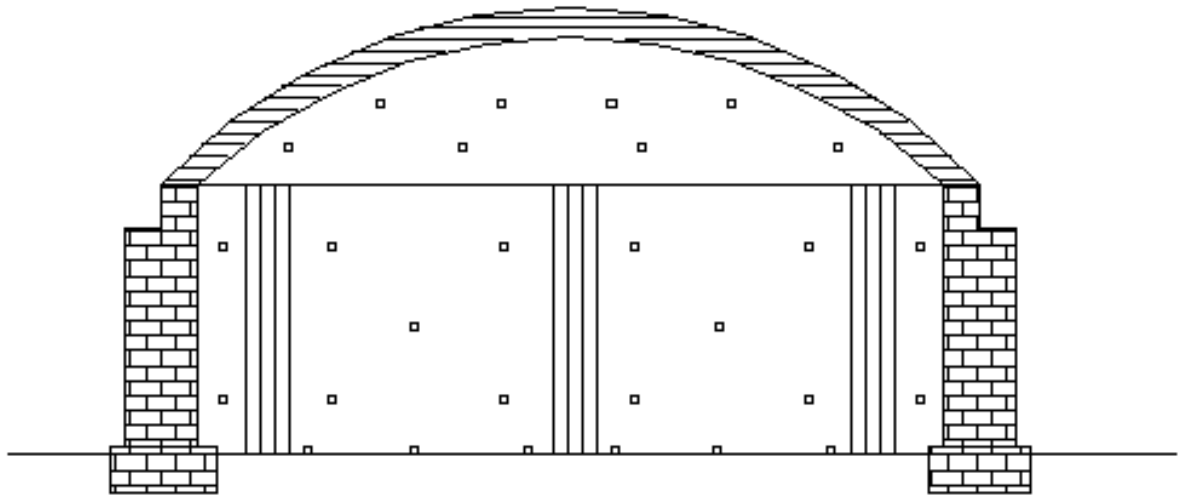


Fig. 3 - Forno utilizado por siderúrgicas integradas.

- 1 - Abertura para a ignição da carga
 - 2 - Orifícios para controle de ar
 - 3 - Orifícios de controle de ar no corpo do forno
 - 4 - Chaminé
 - 5 - Orifícios na base do cilindro do forno
 - 6 - Portas de cargas e descarga
 - 7 - Cinta de aço
 - 8 - Estrutura de aço das portas
 - 9 - Colunas de proteção das portas
- Diâmetro do forno = 5,0 m

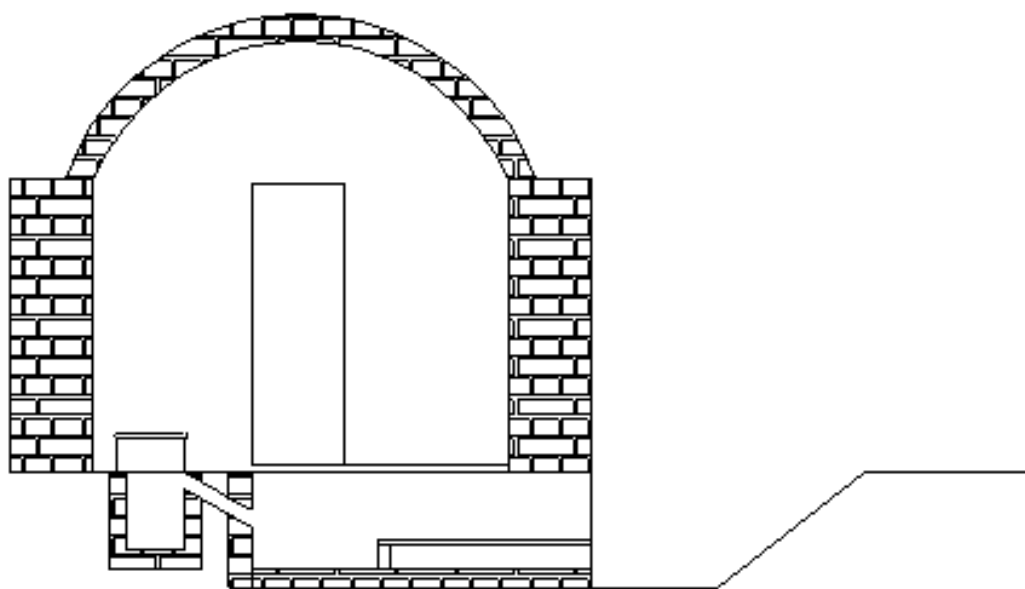


Fig. 4 - Forno com câmara de combustão

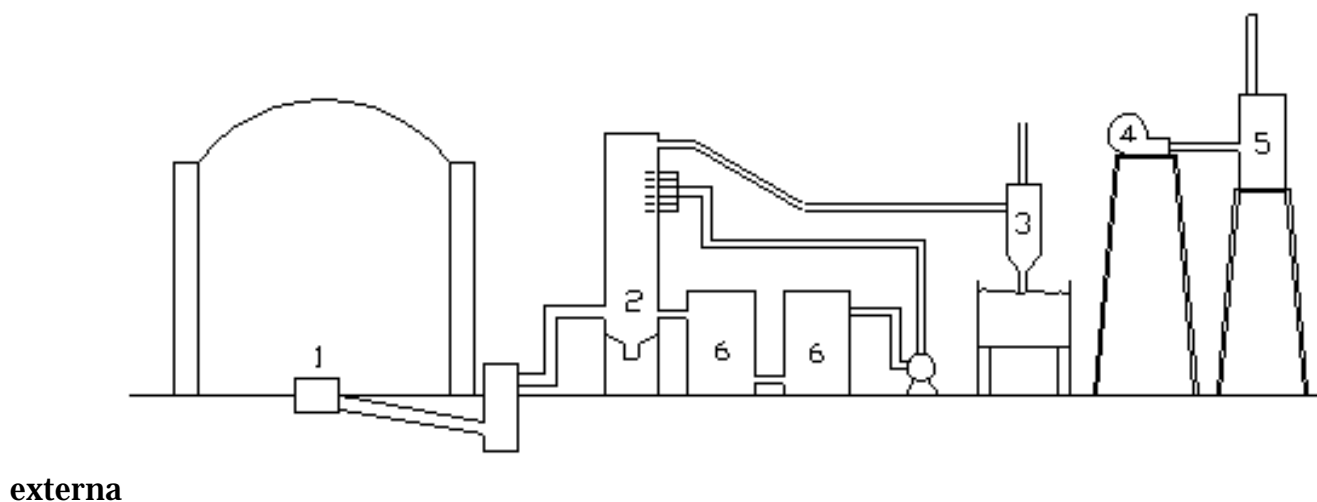


Fig. 5 - Instalação para a recuperação de alcatrão

- 1 - Forno**
- 2 - Torre de lavagem**
- 3 - Ciclone**
- 4 - Soprador**
- 5 - Filtro**
- 6 - Tambores para a coleta de alcatrão**

**Carvão Vegetal e****Efeito Estufa:**

* na Produção

* na Siderurgia

Combustível**Binário Alcool -****Diesel****Vínculos e&e****Acompanhamento****Econômico:****Reservas****Dívida Pública****Energia:****Equivalências****Glossário****Dados históricos****Para Download****Balanco****Energético 1999**<http://ecen.com>**MCT** Ministério da Ciência e Tecnologia

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO E NO USO DO CARVÃO VEGETAL NA SIDERURGIA

Omar Campos Ferreira

omar@ecen.com

Mostrou-se no Relatório Parcial enviado ao MCT que o carvão vegetal é usado preponderantemente na produção de ferro-gua e aço. As usinas integradas tendem, na atualidade, a utilizar o coque de carvão mineral. Tem-se informação de que a usina a carvão vegetal da Belgo-Mineira, em Monlevade-MG, está em vias de desativar os altos fornos a carvão vegetal em favor de um único alto-forno a coque. A se confirmar a tendência, o carvão vegetal ficará confinado ao mercado de produtores independentes de ferro-gusa, à produção de ferro-ligas em algumas regiões onde existem ainda reservas de florestas plantadas ou de matas nativas exploráveis sob o regime de manejo, e à complementação da sucata nos fornos elétricos a arco.

O estudo sobre o mercado de ferro primário citado anteriormente mostra, entretanto, que o carvão vegetal poderia sustentar um esforço de exportação de ferro-gusa para uso em fornos elétricos, cuja demanda mundial deverá crescer para atingir a 63 milhões de toneladas em 2.010. Os dados sobre o sistema integrado biomassa-tubos sem costura, a seguir, foram obtidos da referência (1).

A madeira para a produção do carvão provém de uma plantação de 58.000 ha, com várias espécies de eucalipto (*E. Camaldulensis*, *Cloesiana*, *Urophylla* e *Pellita*) selecionadas como bem adaptáveis ao clima e solo da região de Noroeste de Minas Gerais. Modernas práticas de silvicultura foram observadas com os objetivos de preservar parte do cerrado nativo e a fauna, produzindo carvão de boa qualidade e a custos convenientes. A fotografia seguinte mostra uma plantação da Mannesmann Florestal S. A., vendo-se ilhas de mata nativa ligadas por corredores ecológicos que facilitam o trânsito de animais de grande porte e preservam pássaros e insetos que atuam como controladores biológicos de pragas. A produtividade alcançada nas plantações antigas é de 9 t/ha.a de madeira seca e de 14 t/ha.a nas mais recentes que utilizam mudas melhoradas. Espera-se atingir a 18 t/ha.a com o emprego de clones já disponíveis comercialmente (1).

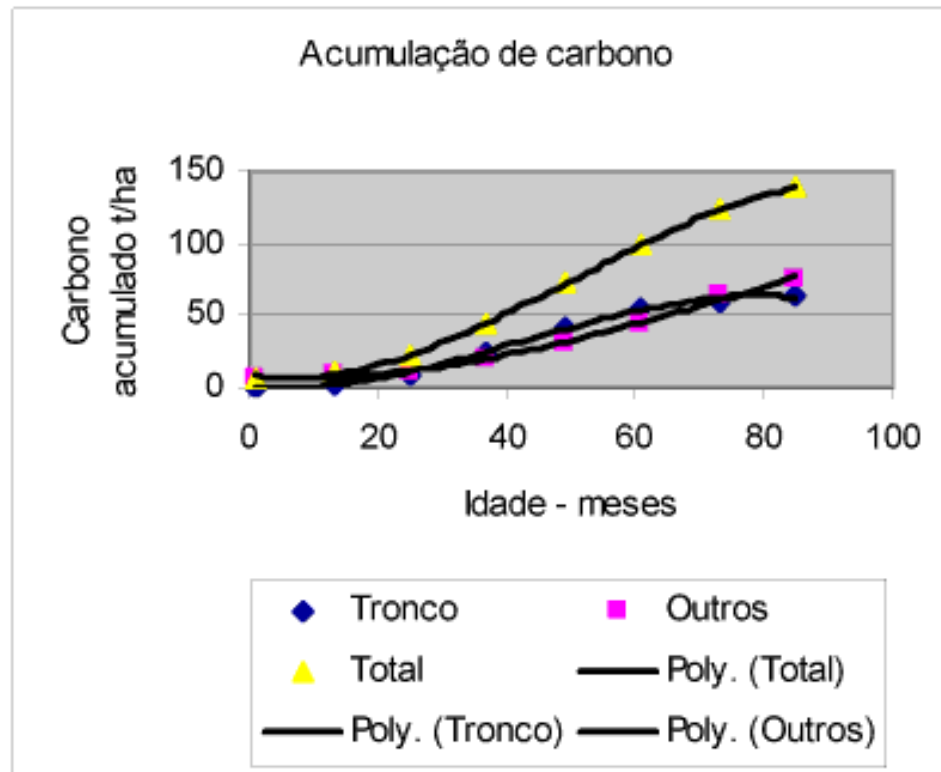


INVENTÁRIO DE CARBONO.

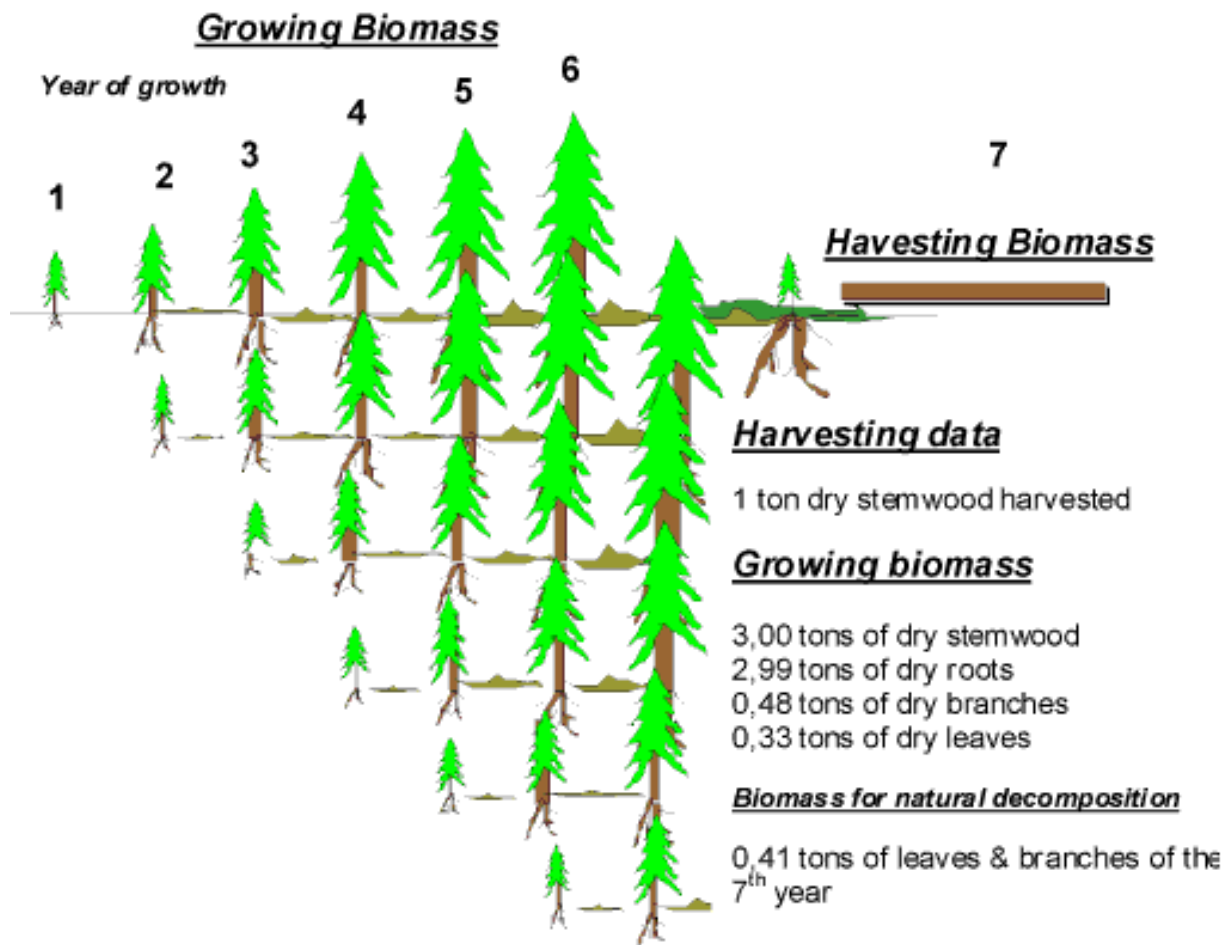
Na prática atual, o eucalipto é cortado no 7^o, 14^o e 21^o anos sem a necessidade de replantio (rebrotas). Assim, mantém-se um estoque permanente de madeira em pé, enquanto perdura a produção da siderúrgica, correspondente aos 6 anos de crescimento da planta. Realizado o corte, as raízes, galhos menores e folhas são deixados no local, constituindo um estoque adicional de carbono. Os cálculos de inventário de carbono são feitos com base na cinética de desenvolvimento da planta (1) e na análise elementar da madeira (2).

Análise elementar da madeira (% de massa seca)

Carbono	Oxigênio	Hidrogênio	Nitrogênio	Cinzas	Água
47,0	41,0	5,7	0,3	0,8	20,0



O gráfico mostra que a massa de carbono contida no tronco, na época do corte (entre 72 e 84 meses) é aproximadamente igual à massa contida nas demais partes da árvore. A figura seguinte mostra esquematicamente o balanço de massa no processo (1).



Inventário de carbono (por tonelada de tronco abatido, base seca)

	Biomassa	Carbono	CO ₂	O ₂
Tronco abatido	1,00	0,47	1,73	1,26
Troncos acumulados em 6 anos	3,00	1,41	5,19	3,77
Raízes, 7 ^o ano	2,99	1,40	5,13	3,73
Galhos acum. 6 anos	0,48	0,23	0,83	0,60
Folhas acum. 6a	0,33	0,17	0,62	0,45
Estoque total	6,80	3,21	11,76	8,56

A tabela acima mostra que, para cada tonelada de carbono posto em circulação no processo produtivo, a plantação armazena 6,8 t de carbono nos troncos em desenvolvimento e nas partes não processadas.

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO DO CARVÃO

VEGETAL.

O cálculo da massa de gases emitidos é feito a partir da análise elementar dos gases não condensáveis, representando 25% da massa de madeira seca carbonizada, reproduzida abaixo (2)

Gases não condensáveis (% de massa)

Hidrogênio	0,63	Metano	2,43
CO	34,0	Etano	0,13
CO ₂	62,0		

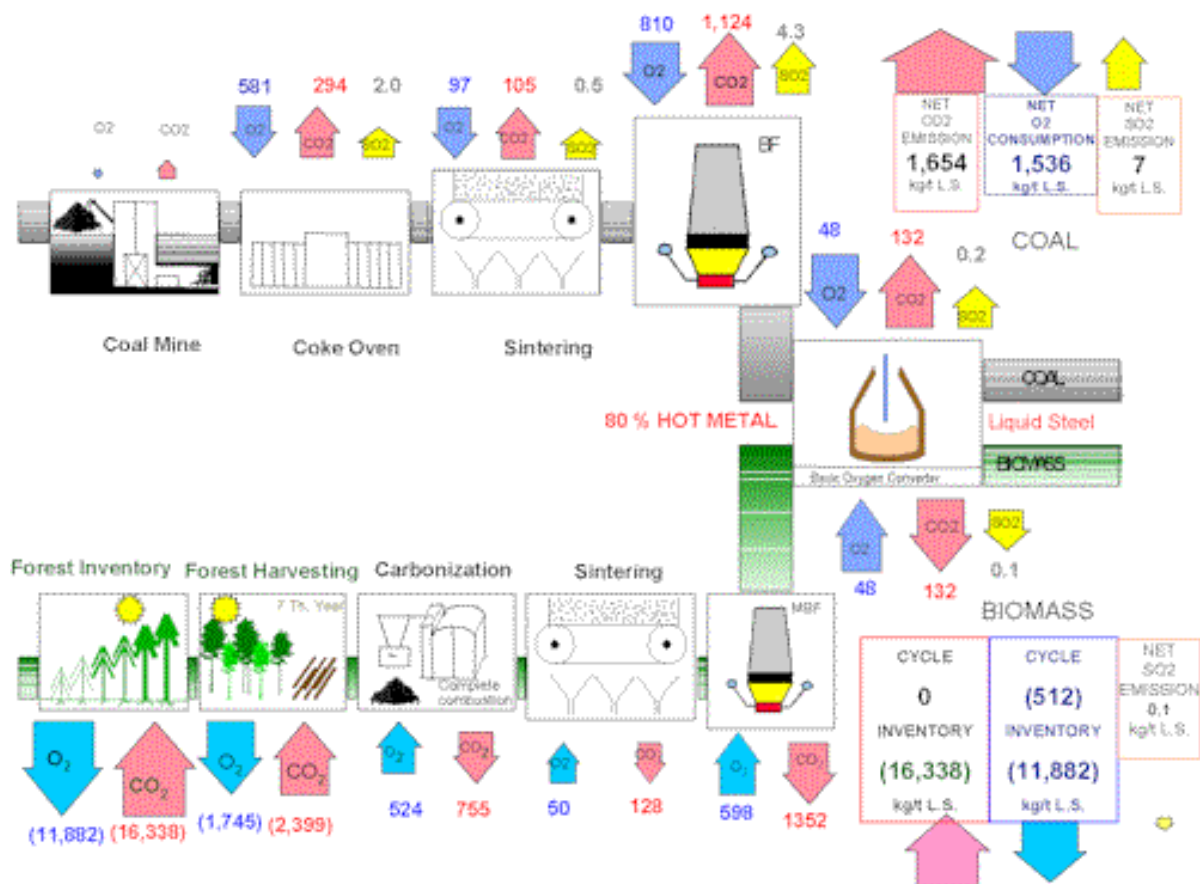
Os parâmetros de conversão , já apresentados no Relatório Parcial, são os seguintes:

- Densidade aparente da madeira (eucalipto) empilhada = 0,62 t/st
- Densidade aparente do carvão a granel = 0,25 t/m³
- Rendimento da carbonização (m³ carvão/st) (3) = 0,50 m³ / st
- Consumo específico de carvão na redução (3) = 2,9 m³ / t gusa

Em unidades métricas, 1 t de ferro-gusa requer 0,725 t de carvão vegetal, produzido a partir de 3,6 t de madeira.

Na prática atual, 5% da massa de madeira enforada é queimada para aquecer a carga do forno. A composição da fumaça liberada nesta fase não é conhecida. Considerando a pequena massa queimada, supõe-se a conversão completa do carbono em CO₂ equivalente

Com estes dados, a emissão calculada para a produção do carvão vegetal é mostrada a seguir:



EMIÇÃO NA PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL.		
INSUMO	PRODUTO	EMIÇÃO
0,05 t madeira	calor	CO ₂ 0,086 t
0,95 t madeira	0,19 t carvão	CO ₂ 0,147 t
		CO 0,081 t
		CH ₄ 0,006 t
		C ₂ H ₆ < 0,001t

EMIÇÃO NA REDUÇÃO DO MINÉRIO DE FERRO EM FERRO-GUSA.

Referindo a emissão a 1 t de madeira enforada e levando em conta a perda de 10% do carvão (4) no manuseio e no transporte, a massa de carvão que entra no alto-forno é 0,17 t. O consumo específico de carvão é de 2,9 m³ / t gusa (5) ou 0,725 t carvão / t gusa, de forma que a massa de gusa produzida por tonelada de madeira enforada é de 0,23 t. O teor típico de carbono no ferro-gusa é de 4,3% em massa.

Com estes dados, o balanço de carbono na redução é o apresentado a seguir:

BALANÇO DE CARBONO NA REDUÇÃO

Entrada de carbono 0,17 t de carvão com 86% de carbono fixo	0,146 t
Saídas de carbono 0,23 t gusa	0,010 t
Gás de alto-forno (balanço)	0,136 t

A composição do gás de alto-forno a carvão vegetal e a emissão gasosa por tonelada de madeira enfiada estão apresentadas na tabela a seguir:

Emissão gasosa na redução com carvão vegetal por tonelada de madeira enfiada

Gás	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
% massa	28,8	20,3	0,3	0,4	50,1
Massa - t	0,039	0,028	0,408x10 ⁻³	0,54x10 ⁻³	0,068

EMISSÃO TOTAL NA PRODUÇÃO DO CARVÃO E NA REDUÇÃO.

Na tabela a seguir estão consolidadas as emissões relevantes na produção do carvão e na redução do minério de ferro por tonelada de madeira enfiada.

Gás	CO ₂	CO	CH ₄
Produção do carvão	0,233 t	0,081	0,006
Redução	0,039	0,028	< 0,001
Total	0,272	0,109	0,006

É útil exprimir a emissão por tonelada de ferro-gusa produzido que se mostra na tabela seguinte:

Gás	CO ₂	CO	CH ₄
Emissão / t de gusa	1,18	0,47	0,026

EMISSÕES COMPARADAS NO CICLO COMPLETO DE PRODUÇÃO DE AÇO COM COQUE DE CARVÃO MINERAL E COM CARVÃO VEGETAL.

A produção de aço compreende a redução do minério (alto-forno) e a descarbonetação do ferro primário (forno básico a oxigênio). O diagrama a seguir (R), referente à rota de produção da MANNESMANN S.A., apresenta uma comparação das emissões de CO₂ no

ciclo com coque e com carvão vegetal. Os dados referem-se a usina utilizando no alto-forno 80% de sinter de finos de minério de ferro e 20% do minério de granulado e 20% de sucata no forno básico a oxigênio.

Figura co2

Para comparar os resultados dos cálculos mostrados anteriormente com os do trabalho acima (1), as emissões de gases são expressas em massa de carbono contido, visto que o mesmo não discrimina os compostos de carbono emitidos, e limitar a comparação às etapas de carbonização e de redução.

Massas de carbono contido:

Este relatório :	Massa contida no CO ₂ = 1,18 t x 12/44 = 0,322 t
	Massa contida no CO = 0,47 t x 12/28 = 0,202 t
	Massa total = 0,522 t

Trabalho acima

	Massa total = 2,11 t x 12/44 = 0,575 t
--	--

A diferença relativa entre os dois resultados é da ordem de 10%, o que pode ser explicado pela adoção de índices diferentes, já que a dispersão de valores mencionados nos trabalhos consultados supera a diferença.

Os autores do trabalho concluem que a análise comparada das rotas a coque e a carvão vegetal endossa a proposta de estabelecimento de crédito internacional, ou bônus, pelo seqüestro de carbono e pela regeneração de oxigênio. Conforme se vê no diagrama apresentado, a rota coque libera 1,65t de CO₂ e fixa 1,536 t de O₂ por tonelada de aço produzido, ao passo que a rota a carvão vegetal seqüestra 16,336 t de CO₂ e regenera 1,536 t de O₂ por tonelada de aço produzido, no ciclo completo desde a plantação do eucalipto até a produção do aço. Em adição, a rota a coque libera 7 kg de óxido de enxofre (SO₂), emissão esta praticamente ausente na rota a carvão vegetal.

A questão em exame comportaria estudos mais refinados, incluindo, do lado do carvão vegetal, análise dos insumos energéticos diretos (acionamento de máquinas usadas na moderna indústria do carvão vegetal, p. ex.) e indiretos (energia empregada na extração e beneficiamento dos nutrientes aplicados na assistência à floresta plantada, p. ex.). Estudo deste tipo foi aplicado à produção do álcool da cana de açúcar, mostrando que a eficiência exergética da fase industrial é da ordem de grandeza dos melhores processos industriais, enquanto que a eficiência na fase agrícola, considerada a fatalidade da incidência da radiação solar na terra e do ciclo hidrológico, ou seja, não se atribuindo custo exergético à energia solar e à chuva, supera os 400% (6).

Observe-se que a redução em forno elétrico, com carga mista de ferro-gusa de carvão vegetal e sucata, reduziria a emissão na proporção da sucata empregada. Todavia, esta vantagem só é real se a eletricidade for de origem renovável (hidroelétrica ou termo

elétrica a biomassa), visto que a eficiência dos melhores ciclos termodinâmicos ainda é da ordem de 50%, ou seja, para produzir 1 kWh de eletricidade é necessário empregar, no mínimo, 1.900 kcal que os países industrializados obtêm da conversão de combustíveis fósseis, com emissão de gases de efeito estufa, conforme apresentado em trabalho anterior (e&e).

As considerações acima mostram as condições singulares do Brasil para liderar um movimento no sentido do estabelecimento do sistema de bônus pelo seqüestro do carbono e concomitante regeneração do oxigênio, evitando o apelo à energia núcleo-elétrica, de riscos tão ou mais graves que os representados pelo uso de combustíveis fósseis. Um estudo econômico, empregando o conceito de energia equivalente ou, melhor ainda, o conceito de exergia, permitiria quantificar o valor do bônus. Trata-se de trabalho de grande fôlego, muito além das dimensões deste relatório.

CONCLUSÕES.

As condições de produção e de uso do carvão vegetal na siderurgia examinadas neste trabalho indicam que a indústria de carvão pode atingir a plena maturidade, em função da prevista elevação do preço do petróleo que puxaria os preços dos demais vetores energéticos. Estudos internacionais consultados consideram possível o retorno a economia energética baseada no carvão mineral para produzir combustíveis líquidos sintéticos (7).

Da mesma forma que o álcool combustível, o carvão vegetal concorre com um combustível-reductor fóssil, de custo forçosamente inferior e que, por sua vez, concorre com outro combustível fóssil, o gás natural, cujo uso vem ganhando impulso devido às suas múltiplas aplicações. Assim, o carvão vegetal deve ser considerado por suas vantagens ecológicas e sociais, de vez que o setor emprega numerosa mão de obra pouco qualificada, ocupa terras de valor marginal, por serem pouco adequadas à produção agrícola, além de gerar renda em regiões onde as alternativas de emprego não são particularmente favoráveis ao trabalhador. O potencial de seqüestro de carbono e de regeneração do oxigênio, aliado à melhor qualidade do gusa de carvão vegetal como fonte de metal virgem para os fornos elétricos a arco, qualifica este combustível como fator de motivação para as negociações internacionais relacionadas com o clima global.

PROGRAMA DO CARVÃO VEGETAL.

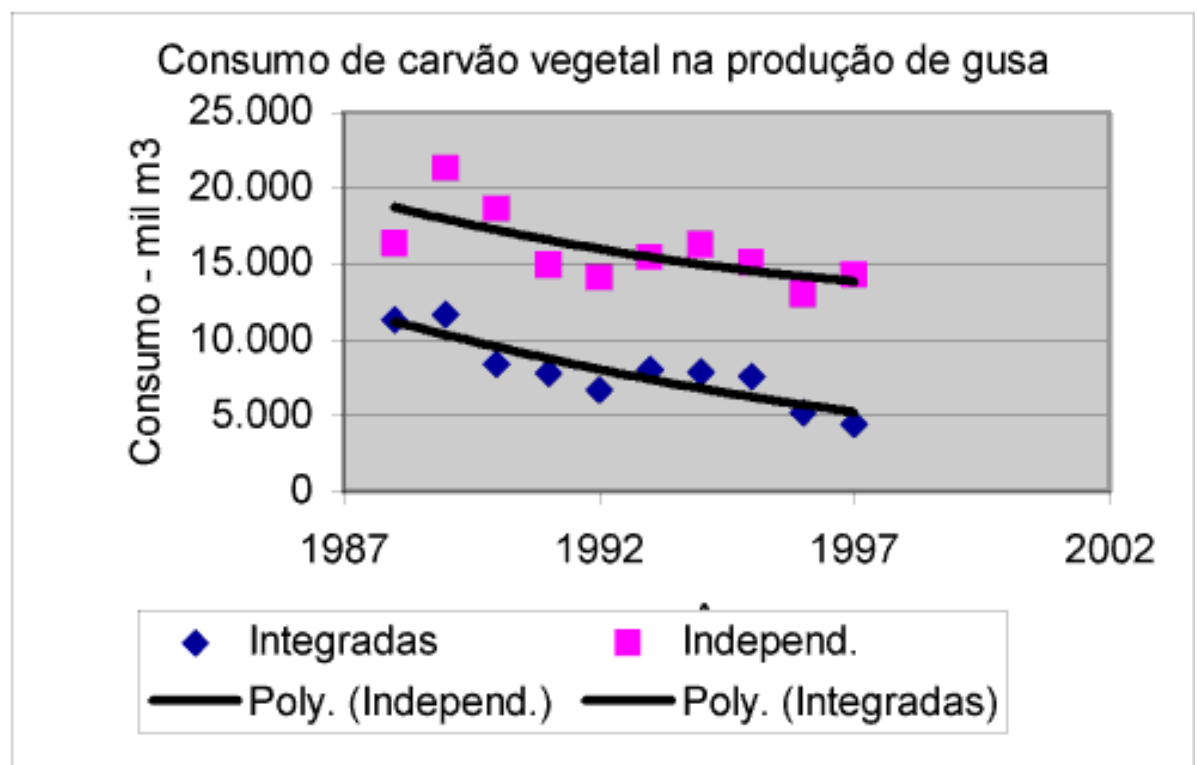
Em meados da década de 70, a Fundação João Pinheiro, órgão ligados à secretaria do Planejamento do Governo de Minas Gerais, definiu um programa de estudos e de pesquisas visando a caracterização do carvão vegetal, a otimização do processo de carbonização e o melhoramento dos fornos usados no setor. A entidade executora do programa foi a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC - que operou em articulação com o Instituto Estadual de Florestas. O CETEC desenvolveu os trabalhos de laboratório (análises da madeira e do carvão, ensaios de friabilidade, determinação do poder calorífico), estudos econômicos sobre a produção da madeira e do carvão e formulou projetos de Normas Técnicas propostos à Associação Brasileira de Normas Técnicas. Várias reuniões técnicas foram promovidas pelo CETEC com a participação de empresas siderúrgicas (ACESITA, MANNESMANN, BELGO-MINERIA, entre outras) e de

fabricação de equipamentos.

Um programa de formação de pessoal foi estabelecido entre a Universidade Federal de MG (Departamento de Engenharia Metalúrgica) e a ACESITA, resultando em enfoque especial para o carvão vegetal nos trabalhos de dissertação (12 dissertações apresentadas entre 1981 e 1998, com maior concentração na década de 80, relacionadas com modelagem matemática de processos, diagnóstico energético, tratamento térmico, injeção de finos de carvão, produção do sinter, mistura de coque e carvão vegetal, etc.). Uma coletânea de trabalhos apresentados está na série Publicações Técnicas do CETEC (nº 04 a 08) que se constitui importante fonte de consulta no tema.

A ACESITA operou, nesse período, uma bateria de fornos de carbonização experimentais, complementando os recursos do CETEC e da UFMG. Realizou ainda experimentos com motores Otto e Diesel usando gás de carvão (gasogênio), com resultados considerados satisfatórios na ocasião. Pesquisou ainda o uso do carvão vegetal em motores de bombas de irrigação e em grupo motor-gerador. Não foram realizados ensaios de emissão pelos motores, visto não estar estabelecida, na época, a legislação pertinente.

Passados os efeitos dos choques do petróleo, as pesquisas foram sendo gradativamente abandonadas e o Programa do Carvão Vegetal seguiu uma trajetória parecida com o do Programa do Álcool. Na atualidade, poucas empresas de siderurgia integrada ainda consideram esta alternativa ao coque, entre elas a MANNESMANN. O consumo de carvão pelos produtores independentes de ferro-gusa, mostrado no gráfico abaixo, também apresenta tendência de queda.



REFERÊNCIAS.

1- CO₂, O₂ AND SO₂ OVERAL BALANCE FOR THE IRON AND STEEL PRODUCTION THROUGH THE USE OF BIOMASS OR COAL BASED INTEGRATED PROCESSES. Ronaldo Santos Sampaio e Maria Emília Antunes Resende

2 - PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL. Publicação Técnica n. 8 - CETEC - 1982

3 - COMPETITIVIDADE E PERSPECTIVAS DA INDÚSTRIA MINEIRA DE FERRO- GUSA. SINDIFER / FIEMG - 1997

4 - STATE OF THE ART REPPORT ON CHARCOAL PRODUCTION IN BRASIL. FLORESTAL ACESITA S. A - 1982

5 - ANUÁRIO ABRACAVE (vários anos)

6 - ANÁLISE EXERGÉTICA DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA DE AÇÚCAR. Otávio de Avelar Esteves - Dissertação de Mestrado - CCTN/UFMG - 1995

7 - ENERGY IN A FINITE WORLD. International Institute for Applied Systems Analysis - 1981

8 - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Ministério das Minas e Energia - 1999

**BUSCA****CORREIO****DADOS ECONÔMICOS****DOWNLOAD****e&e ANTERIORES****e&e No 20****Carvão Vegetal e****Efeito Estufa:***** na Produção***** na Siderurgia****Combustível Binário****Álcool - Diesel****Vínculos e&e****Acompanhamento****Econômico:****Reservas****Dívida Pública****Energia:****Equivalências****Glossário****Dados históricos****Para Download****Balanco Energético 1999**<http://ecen.com>

A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NO DESENVOLVIMENTO DE UM COMBUSTÍVEL BINÁRIO ÁLCOOL-DIESEL (*)

Autores: Adailson da Silva Santos a,b
Maria Leticia Murta Valle a
Roberto Gomes Giannini a**^a Escola de Química/ UFRJ - Rio de Janeiro.****^b adsantos99@hotmail.com,****adailson@mail.eq.ufrj.br**

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo avaliar a situação atual do composto oxigenado etanol adicionado ao diesel. Para isto, procurou-se traçar o perfil histórico das tentativas de implantação, bem como a política de redução do consumo de combustíveis fósseis.

Etanol em motores automotivos leves - PROALCOOL

Como conseqüência às crises do petróleo, a necessidade estratégica de reduzir a dependência do país da importação de petróleo resultou na "oficialização" do etanol como combustível em veículos leves e, em 1975, foi criado o Programa Nacional do Álcool - PROALCOOL.

Com o PROALCOOL, o consumo interno de gasolina foi drasticamente reduzido, mas o nível de refino não foi alterado, já que o consumo de óleo diesel no país era (e continua sendo) extremamente alto, ocupando cerca de 35% do volume refinado (NUNES).

Ao final da década de 70, foi estudada a hipótese da substituição do óleo diesel por álcool, em motores do ciclo diesel (DIAS). Esta substituição resultou em alguns problemas de adequação do sistema ao novo combustível (ECKLUND), como o uso de aditivos eficientes e econômicos para aumentar o poder de auto-ignição do etanol decorrente do seu baixo índice de cetana, a adequação dos motores $\frac{3}{4}$ sobretudo do sistema de injeção $\frac{3}{4}$ e o emprego de materiais mais resistentes ao desgaste oriundo do contato com o álcool.

As pesquisas demonstraram não ser possível a implantação deste programa de substituição nos motores de ciclo diesel.

A forte justificativa da manutenção de extensa mão-de-obra empregada no campo , aliada à redução nos níveis de poluição, por parte da indústria alcooleira junto o Governo Federal, deram lugar à proposta de adição de álcool no diesel (ALVES). De estudos realizados em 1984, usando uma mistura 93% v/v de óleo diesel e 7% v/v de álcool anidro concluiu-se que, do ponto de vista técnico de funcionamento, esta mistura é viável, não causando perda de eficiência ou aumento de consumo de combustível e contribui para a redução de emissão de particulados. Em 1997, surge um projeto de Lei, obrigando a adição de 15% v/v de álcool etílico ao óleo diesel (FENSTERSEIFER).

A decisão governamental de acrescentar o etanol à matriz energética do diesel acelerou os trabalhos de pesquisa e testes de campo necessários à implantação do programa. A CIMA (Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool) criou, então, um grupo de trabalho formado por várias instituições, englobando órgãos de pesquisa e representantes dos diferentes setores interessados: produtores de cana e de combustível, montadoras e fornecedores de autopeças.

Dentre os trabalhos patrocinados pelo MCT (Ministério de Ciências e Tecnologia), surgiu a alternativa técnica da formação de emulsões álcool hidratado-diesel. Esta alternativa foi endossada pela METHANEX, um grupo multinacional e um dos maiores produtores de metanol no mundo, que comercializa um agente emulsificante chamado DALCO, fabricado pela australiana APACE (SOSALLA).

Em São Paulo, encontravam-se em andamento testes com uma mistura de álcool hidratado, diesel 90,2% p/p de enxofre), aditivo DALCO (0,5% a 0,8% v/v) e aditivos anticorrosão e elevadores do índice de cetana . Estes testes, também financiados pela Companhia de Transportes Coletivos de São Paulo $\frac{3}{4}$ CTC-SP $\frac{3}{4}$, estavam sendo feitos em laboratório e em campo. Os ensaios foram realizados com até 20% v/v de álcool hidratado, emulsificante, com e sem aditivos anticorrosão e elevador do índice de cetana.

Os principais pontos críticos levantados por este grupo foram:

- a. O índice de cetana da emulsão sofre um decréscimo de 3 pontos.
- b. A emulsão possui aparência branco leitosa e a sua estabilidade é estimada em dois anos de acordo com o fabricante.
- c. São necessárias pequenas modificações nos motores, filtros e selos de bombas.

- d. Devido ao aumento da pressão de vapor gerada pela adição do álcool ao diesel, o sistema de tancagem deve ser reavaliado.
- e. A produção da emulsão demanda condições específicas, sendo feita em linha, com ajuda de misturadores estáticos para manter a estabilidade.
- f. Ao serem utilizados polidutos, a emulsão deverá ser bombeada entre selos de óleo diesel sem álcool.
- g. O aumento do preço para o consumidor estará entre 15% a 20%. [pode-se falar em aumento de custo ou do preço sem subsídio, provavelmente toda a estrutura seria penalizada]

Outros problemas levantados foram: dependência de um único fornecedor de emulsificante, dificuldade de integração com outros países, recusa dos fornecedores de autopeças em garantirem a qualidade do seu produto, considerando que haverá um maior desgaste pelo uso de etanol.

Devido a questões sérias de deposição de resíduos na bomba injetora, esta alternativa foi abandonada (E&E).

Outra possibilidade que vem sendo testada por um grupo patrocinado pela Associação dos Produtores de Álcool e Açúcar do Paraná é a solução álcool anidro-diesel possível graças ao composto nacional AEP-102, derivado da soja e biodegradável. A seguinte proporção vem sendo utilizada em alguns ônibus urbanos em Curitiba e também em São Paulo (FENSTERSEIFER):

Tabela 2 - Mistura utilizada nos ônibus urbanos de Curitiba:

diesel	86,2 % v/v
álcool anidro	11,2 % v/v
aditivo AEP-102	2,6 % v/v

FONTE: MELCHIORS, 1994.

Tem sido observada uma redução nas emissões de fumaça e no consumo de combustível, a elevação do índice de cetana, bem como a ocorrência de problemas apenas com bombas injetoras rotativas, que são minoritárias na frota brasileira (a Mercedes Benz, maior fabricante de motores Diesel, só usa bomba rotativa em veículos leves) (E&E).

Como uma estimativa de preços, calcula-se que a mistura venha a ser, para o consumidor final, 14% mais cara que o diesel. Os testes continuam e um dos problemas mais críticos observados é a estabilidade da mistura (FENSTERSEIFER).

Procurando atender à grande quantidade de álcool estocado, e ainda não comercializado, em novembro último o Governo federal alterou a legislação do setor, permitindo a adição de 26% v/v de AEAC nos motores de gasolina, além de oficializar a adição de 3% v/v de álcool no diesel (PETROBRAS).

Esta autorização "pegou" de surpresa os fabricantes de motores para caminhões, ônibus e picapes. Sendo a sua principal alegação a ocorrência de corrosão nas diversas peças envolvidas. Esta alegação ainda é prematura pois os testes estão em andamento e ainda são inúmeros os questionamentos, sobretudo no que se refere à corrosão sofrida pelas peças em função da higroscopicidade do etanol, diminuição no índice de cetana, sistemas de injeção e consumo (MURTA VALLE).

As justificativas de redução da emissão de poluentes apresentadas para reforçar a mistura álcool-diesel e compensar o fato de terem que ser superados inúmeros problemas técnicos vêm de encontro ao programa de melhoria da qualidade do diesel em andamento pela PETROBRAS. Esta está investindo US\$ 1,5 bilhão na ampliação do parque destinado ao diesel (COELHO).

Em janeiro de 1999, entrou em operação comercial a unidade de HDT (hidrotratamento de diesel) da RPBC (Refinaria Presidente Bernardes, SP). Para isto, foram investidos US\$ 270 milhões e a sua capacidade de tratamento é de 5 mil m³/dia. No segundo semestre de 1999, também entraram em operação duas unidades de HDT na REPLAN (Refinaria Planalto Paulista, SP) (MARTÍNEZ).

Para o primeiro semestre do ano 2000, começarão as obras de modernização das unidades de HDT e HDS (hidrodessulfurização de diesel) das refinarias REDUC (Refinaria Duque de Caxias, RJ), REPAR (Refinaria Presidente Getúlio Vargas, PR), REGAP (Refinaria Gabriel Passos, MG), REFAP (Refinaria Alberto Pasqualini, RS).

Além destas, três outros projetos deverão ser finalizados até 2002, com investimento estimado em US\$ 600 milhões. São eles (MARTÍNEZ):

- a. Instalação de uma unidade de hidro-refino na REDUC, cuja finalidade é produzir óleo diesel de alta qualidade.
- b. Instalação de uma unidade de HDT (capacidade de 3 mil m³/dia) na REGAP.

- c. Instalação de uma unidade de HDS (capacidade para 5 mil m³/dia), cuja finalidade é retirar enxofre do combustível.

Considerações finais

Apesar dos testes feitos com ônibus metropolitanos em Curitiba, Paraná, a mudança anunciada provavelmente obrigará os fabricantes de motores a diesel a passarem a usar materiais mais resistentes à corrosão (PETROBRAS).

A par de suas vantagens e desvantagens, em decorrência das suas multifacetadas, mesmo após mais de duas décadas de PROALCOOL, o emprego de etanol como combustível está longe de ter uma política definida, por sobrecarregar, de uma forma ou de outra, todos os setores envolvidos (GIANNINI).

Referências Bibliográficas:

GIANNINI, Roberto Gomes. Taxionomia do setor sucro-alcooleiro do centro-sul do Brasil - uma abordagem estatística. Tese de Mestrado, Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

SILVA SANTOS, Adailson da. Adição de compostos oxigenados a motores do ciclo OTTO e DIESEL. Projeto final de curso. Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

MURTA VALLE, Maria Letícia. Adição de compostos oxigenados na gasolina e no diesel - experiência brasileira. Simposio de Analisis y Diseño de plantas Quimicas, 3 a 4 de novembro de 1998, Cuba.

DIAS, Danilo de Souza. Estrutura de refino do petróleo e possibilidades de substituição do diesel. In: Seminário "Alternativas para uma política energética", São Paulo: CPFL, p.164-181, 1985.

MARTÍNEZ, Mauricio L. A indústria do petróleo, volume I. Revista Análise Setorial/Panorama Setorial/Gazeta Mercantil.

Abril 1999.

ALVES, F. Progresso técnico e modificação na organização e no processo de trabalho na agricultura - o caso da cana-de-açúcar. III Encontro Nacional de Estudos de Trabalho, Anais, vol. 1(1993) 453-477.

ECKLUND, E. E., BECTOLD, R. L., TIMBARIO, T. J., McCALLUM, P. W. State-of-the-Art Report on Use of Alcohols in Diesel Engines. SAE Technical Paper Series 840118, International Congress and Exposition, Detroit, Michigan (1994).

COELHO, Moêma. Especial Refino & Mercado: Os novos investimentos. Revista Brasil Energia, Nº 207, p24-p25, Fevereiro 1998.

NUNES, Fernanda. Mercado de diesel cresce cada vez mais. Revista Brasil Energia, Nº 218, p50-p53, Janeiro 1999.

FENSTERSEIFER, Milton. BIODIESEL - Programa de Energia Renovável. Gazeta Mercantil, São Paulo (02/01/1998).

SOSALLA, U. Cresce a disputa no mercado por novo aditivo. Gazeta Mercantil, São Paulo (26/03/98).

_____. Consumo faz PETROBRAS ampliar refino. Revista Brasil Energia, Nº 220, p41, Março 1999.

_____. Gasolina barata. Revista Brasil Energia, Nº 221, p50, Abril 1999.

_____. Estudo mostra vantagens do uso de MTBE no RS. Revista Química e Derivados, Nº 350 (1997) 9.

_____. Atas de reunião da diretoria e associadas.

SINDICOM, (09,10 e 11/1997).

Home Pages:

Economia e Energia (e&e) - ONG: <http://www.ecen.com>

MICT: <http://www.mict.gov.br/apb>

IPT: [http:// www.ipt.br](http://www.ipt.br)

PETROBRAS: <http://www.petrobras.com.br>

(*) Nota: Parte deste artigo foi apresentado em Congresso, em Cuba.

Voltar ao Início

