

# Determinação das emissões e estoque de CO<sub>2</sub> em uma plantação comercial de bambu

Luiz Ghelmandi Netto, Biagio F. Giannetti,  
Cecília M. V. B. Almeida, Silvia H. Bonilla



## Resumo

- ✓ Este estudo quantifica as emissões e estoques de CO<sub>2</sub> em uma plantação comercial de bambu.
- ✓ A espécie de bambu analisada é a *Bambusa vulgaris*, principal espécie da planta cultivada no nordeste do Brasil.
- ✓ Os insumos de mão-de-obra não foram levados em consideração devido ao fato de sua emissão de CO<sub>2</sub> não ser determinante para o processo.
- ✓ Neste estudo foram considerados dois tipos de cenário para a elaboração do balanço de CO<sub>2</sub>.



- ✓ Pertence à família das gramíneas, com aproximadamente 45 gêneros e mais de 1.000 espécies espalhadas pelo mundo, localizadas em sua maioria na Ásia e América (GRUPO ITAPAGÉ, 2007).
- ✓ É empregado em diversos setores econômicos, entre eles: gastronomia, construção, medicina, agricultura, produção de papel, produção de energia elétrica, etc.
- ✓ O bambu ainda pode ser utilizado como um seqüestrador de carbono, isso se deve ao fato de o bambu ser uma planta perene, conseguindo armazenar uma grande quantidade de CO<sub>2</sub> em um curto espaço de tempo.



O Grupo Industrial João Santos, calcula que a plantação de bambu possui vida útil de 25 anos, sendo dividida em duas fases: Implantação e Operação (estado estacionário da plantação).

- ✓ Fase de Implantação: período correspondente aos dez primeiros anos. Nesta fase são feitos os maiores investimentos na plantação. Processos como adubação e aplicação de formicida são frequentemente executados;
- ✓ Fase de Operação: período correspondente do 11º ano até o final do empreendimento, as manutenções na plantação são feitas somente a cada corte, que é feito de 2 em 2 anos.



# Metodologia

- ✓ Os dados para o cálculo de cada um dos recursos da plantação de bambu foram retirados do manual de custos elaborado por (Grupo Industrial João Santos, 2002), o maior utilizador da planta para fins comerciais no Brasil.
- ✓ Com exceção aos recursos de mão-de-obra – expressos em horas – todos os outros recursos empregados na plantação de bambu estão expressos em kg.
- ✓ A base de cálculo para este trabalho, bem como a do manual, é de 1 ha.
- ✓ A estrutura dos cálculos presentes no trabalho é dividida em três partes: CO<sub>2</sub> liberado, CO<sub>2</sub> estocado e balanço de CO<sub>2</sub>.



CO<sub>2</sub> Liberado

## 1ª Etapa – Cálculo da Energia primária Incorporada (EPI)

- ✓ A Intensidade da Energia Primária Incorporada (IEPI) (MJ/kg) foi empregada para cada um dos recursos da plantação (Pellizzi, 1991).
- ✓ A IEPI foi calculada com base no consumo de fontes de energia convencionais em vários processos de produção agrícola.
- ✓ Cada um dos recursos empregados na plantação de bambu – tanto na fase de implantação quanto na fase de operação - foi multiplicado pela IEPI, assim obtivemos o valor da EPI (MJ ano<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>) para cada um dos recursos.

## 2ª Etapa – Cálculo da Quantidade de Óleo Equivalente (oe)

Para converter os valores de EPI de cada um dos recursos da plantação de bambu em quilogramas de óleo equivalente empregados (kgoe), foi utilizada a equivalência:

$$1 \text{ kgoe} = 42\text{MJ}$$

Esta equivalência foi calculada por Pellizzi, 1991 com base na eficiência média de produção e distribuição da rede elétrica italiana (Pellizzi, 1991). Em trabalhos futuros esta equivalência será calculada de acordo com os padrões da rede elétrica brasileira.



## 3ª Etapa – Cálculo da Quantidade de CO<sub>2</sub> Liberada

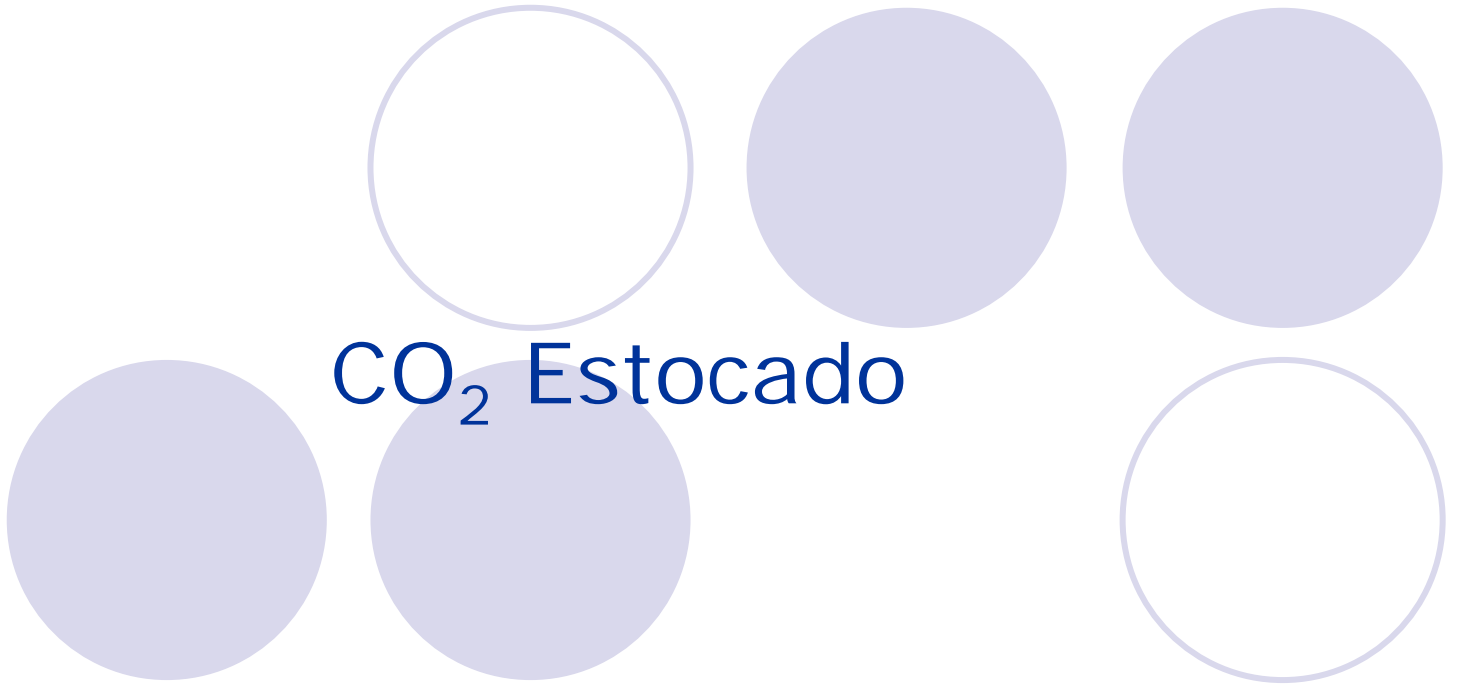
A última etapa do cálculo da quantidade de CO<sub>2</sub> liberada para cada recurso empregado na plantação de bambu é utilizar a razão calculada por Brown & Ulgiati, 2002:

**3,22kg CO<sub>2</sub>/kgoe**

Esta razão multiplica cada recurso empregado na plantação de bambu – agora expressos em (kgoe ano<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>). Após este procedimento todos estes valores são somados e a quantidade de CO<sub>2</sub> liberada na plantação de bambu é obtida.

## 3ª Etapa – Cálculo da Quantidade de CO<sub>2</sub> Liberada

	B	C	D	E	F	G
	Descrição	Unidade	Recursos Empregados (unid./ha)	Energia primária Incorporada (MJ/kg.ha)	Óleo Equivalente Empregado (kgoe/ha)	CO2 liberado (kgCO <sub>2</sub> /ha)
1						
8	Maquinários Agrícolas				0,00	
9	Aço	kg	21,86	10,00	5,21	16,76
10	Plástico/Borracha	kg	3,05	10,00	0,73	2,34
11	Insumo (Formicida)	kg	1,00	55,00	1,31	4,22
12	Insumo (Round-up) - Herbicida	kg	8,00	95,00	18,10	58,27
13	Insumo (Adubo Químico - Hiperfosfato natural)	kg	397,20	14,00	132,40	426,33
14	Insumo (Calcário 1000,00)	kg	0,02	10,00	0,00	0,02
15	Insumo (Calcário Dolomítico)	kg	1500,00	10,00	357,14	1150,00
16	Insumo (14-20-14)	kg	1500,00	14,00	500,00	1610,00
17	Transporte					
18	Aço	kg	30,15	10,00	7,18	23,12
19	Plástico/Borracha	kg	7,54	10,00	1,79	5,78
20						
21	<b>TOTAL DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> (Ano 1 ao 10)</b>			<b>427,00</b>		<b>8209,43</b>



CO<sub>2</sub> Estocado



## CO<sub>2</sub> Estocado

- ✓ Isagi *et al*, 1997 calculou a quantidade de carbono estocada na plantação de bambu para a espécie *Phyllostachys pubescens*.
- ✓ Os valores de armazenamento de carbono deste tipo de bambu puderam ser utilizados neste trabalho devida a proximidade da quantidade total de biomassa entre a espécie *Phyllostachys pubescens* e a *Bambusa vulgaris*. (Kleinhenz and Midmore, 2001).
- ✓ O cálculo da quantidade de CO<sub>2</sub> estocada na plantação de bambu foi dividida em duas partes: CO<sub>2</sub> estocado no subsolo e CO<sub>2</sub> estocado no “Horizonte O”.

# CO<sub>2</sub> Estocado no Subsolo (Fase de Implantação)

Foram utilizados os valores de biomassa e os percentuais de carbono contidos em cada uma das partes subterrâneas da planta – rizomas e raízes mais finas - , calculados em Isagi *et al.*, 1997. Para cada uma das partes de estoque subterrâneo foi utilizada a equação:

$$Q_{\text{CO}_2} = Q_B \times \frac{\%C}{100} \times R_{\text{CO}_2/\text{C}}$$

Onde:

$Q_{\text{CO}_2}$  – Quantidade de CO<sub>2</sub> estocada;

$Q_B$  – Quantidade total de biomassa;

%C – Percentual de Carbono;

$R_{\text{CO}_2/\text{C}}$  - Razão entre as massas molares do CO<sub>2</sub> e do Carbono.

# CO<sub>2</sub> Estocado no Subsolo (Fase de Implantação)

	A	B	C	D	E	F
	Item	Descrição	Unidade	Valor (unid./ha)	Concentração de Carbono (%)	Estoque de CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> )
1						
2	1	Rizomas	ton	16,70	44,80	29,93
3	2	Raízes Finas	ton	27,90	40,10	44,75
4						
5	3	<b>TOTAL</b>				<b>74,68</b>

## CO<sub>2</sub> Estocado no “Horizonte O” (Fase de Operação)

- ✓ Foram utilizados os valores da produção líquida de carbono – calculados em Isagi *et al.*, 1997 - para cada uma das partes compõem este setor – folhas, folhas grandes e ramos.
- ✓ Ao multiplicarmos cada um destes valores obtidos pela razão entre as massas molares do CO<sub>2</sub> e do Carbono, ( $R_{CO_2/C}$ ) obteremos a quantidade de CO<sub>2</sub> estocada para cada uma das partes do “Horizonte O”. Somando estes valores obteremos o total de CO<sub>2</sub> estocado no “Horizonte O”.
- ✓ Tem-se por definição que “Horizonte O” é a parcela superficial do solo onde ficam depositadas as parcelas orgânicas das plantas após se desprenderem das mesmas por intermédio de ações antrópicas ou da gravidade.

# CO<sub>2</sub> Estocado no "Horizonte O" (Fase de Operação)

	A	B	C	D	E
	Item	Descrição	Unidade	Valor (unid./ano.ha)	Estoque de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)
1					
2	1	Folhas	tC	2,06	8,24
3	2	Folhas Grandes	tC	0,99	3,96
4	3	Ramos	tC	0,79	3,16
5					
6	4	<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>15,36</b>
7					
8	5	<b>TOTAL DA PLANTAÇÃO</b>			<b>230,40</b>
9					

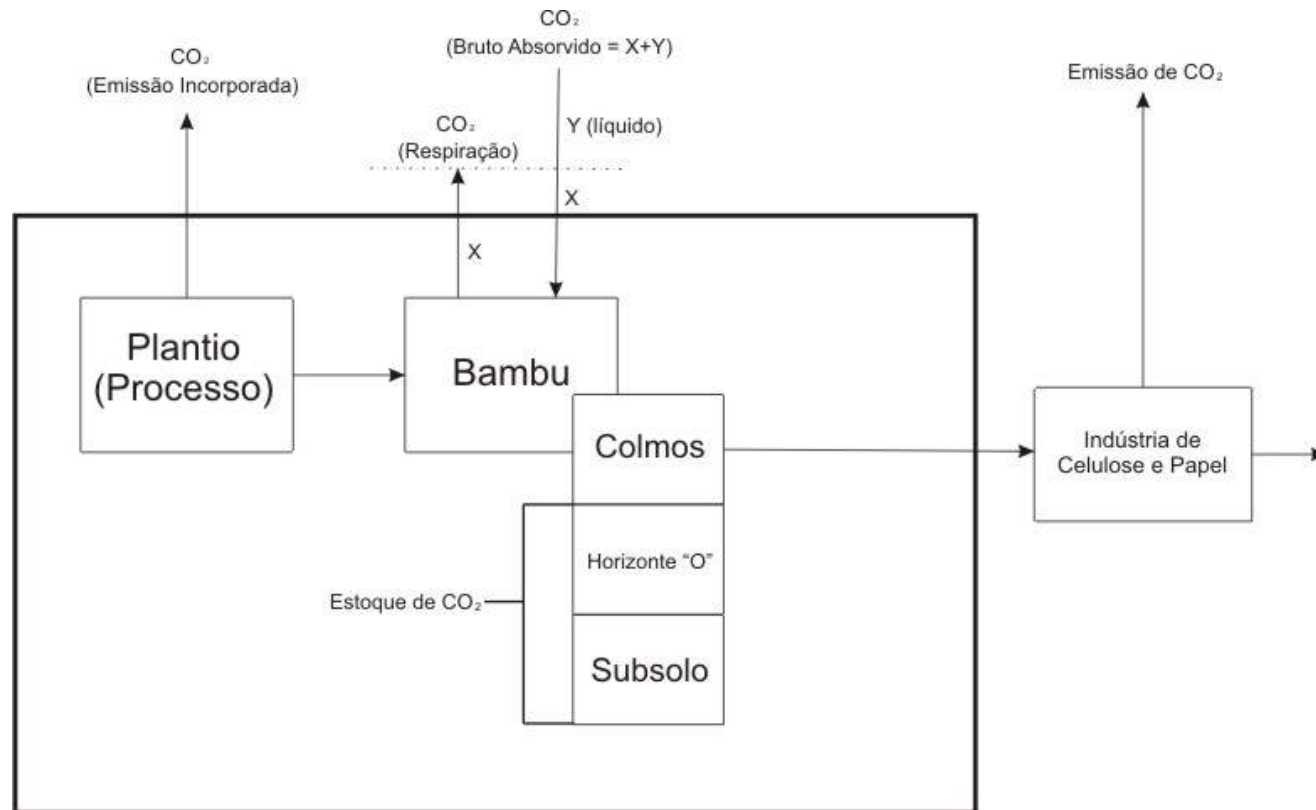


## Balanço de CO<sub>2</sub>

✓ Os colmos não foram considerados no cálculo do balanço de CO<sub>2</sub>, pois os mesmos são destinados a atividades industriais (ex. produção de papel e/ou energia), não permanecendo no local de cultivo. Para o cálculo do balanço de CO<sub>2</sub>, dois cenários foram considerados

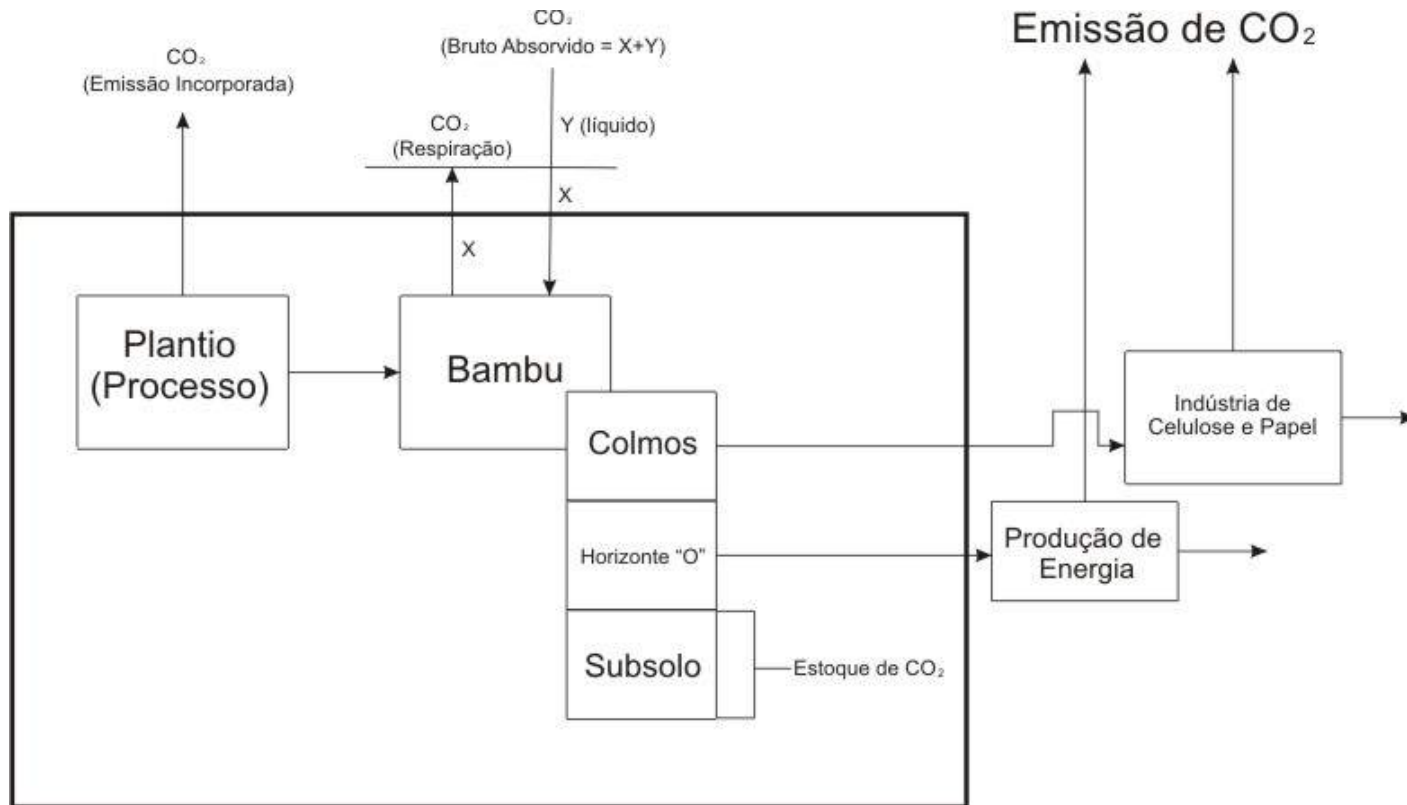
# Balanço de CO<sub>2</sub>

✓ Cenário 1: Balanço de CO<sub>2</sub> considerando que, exceto os colmos, todo o restante da plantação (Subterrâneo + "Horizonte O") permanece no local de cultivo.



# Balanço de CO<sub>2</sub>

✓ Cenário 2: Somente a parcela subterrânea da plantação de bambu permanece no local de cultivo. A parcela correspondente ao "Horizonte O" é destinada para outros fins.



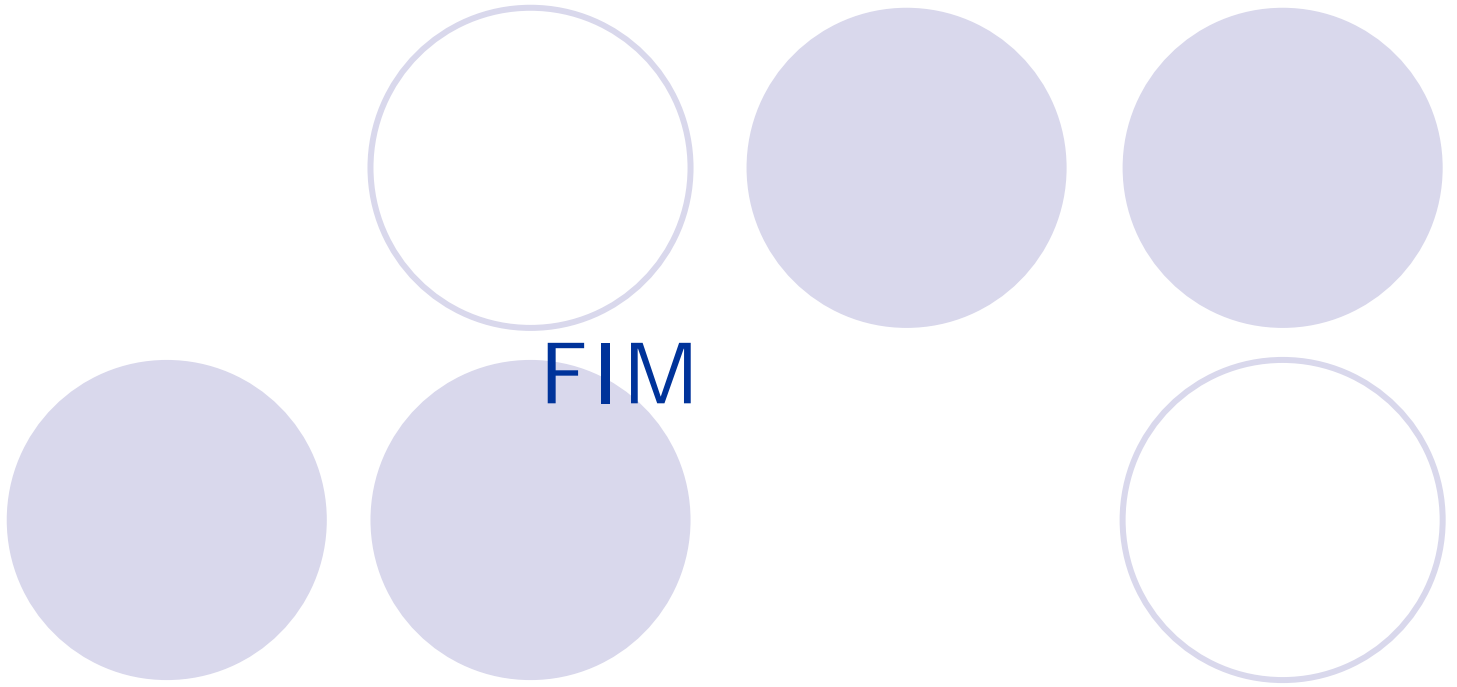


## Tabela de Cálculos



## Conclusões

- ✓ Após os cálculos e a obtenção do balanço de CO<sub>2</sub> para os dois cenários propostos no trabalho, pôde-se constatar que, a quantidade de CO<sub>2</sub> capturada na plantação de bambu, em ambos os cenários supera a quantidade de CO<sub>2</sub> liberado;
- ✓ Outro ponto a ser considerado é a contribuição da parcela de CO<sub>2</sub> estocada pelo “Horizonte O”, neste trabalho foi comprovado que esta é a maior parcela de estoque de CO<sub>2</sub> encontrada;
- ✓ As maiores parcelas de emissão de CO<sub>2</sub> da plantação de bambu provém dos combustíveis fósseis e dos insumos agrícolas. Medidas para a diminuição destes podem ser extremamente importantes para diminuição da quantidade de CO<sub>2</sub> liberada na atmosfera, conseqüentemente aumentando a quantidade de estoque de CO<sub>2</sub> nas plantações de bambu.



FIM