

# INVENTÁRIO DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA



## **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Centro de Estudos Rioterra**

### **Coordenação Técnica**

#### **Universidade Federal do Paraná/UFPR**

Prof. Dr. Carlos Sanquetta – Coordenação Científica e Metodológica

#### **Centro de Estudos da Cultura e do Meio Ambiente da Amazônia - Rioterra**

Alexis Bastos – Coordenador de Projetos

Fabiana B. Gomes – Coordenadora de Geotecnologia

Alessandra da Silva Martins – Coordenadora de Educação e Pesquisa

Frederico Bastos – Coordenador Administrativo e Financeiro

Giuliano Less – Coordenador de Recuperação de Áreas

### **Instituições Parceiras**

#### **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**

Carlos Renato Azevedo – Chefe da Floresta Nacional do Jamari/ Analista Ambiental

#### **Universidade Federal de Rondônia - UNIR**

Renita Betero Frigeri – Coordenadora do Laboratório de Fisiologia Vegetal

#### **Prefeitura de Itapuã do Oeste**

João Testa – Prefeito

### **Agradecimentos**

A todas as pessoas da equipe do Centro de Estudos Rioterra que trabalharam na execução do projeto Semeando Sustentabilidade e aqueles colaboraram para elaboração deste inventário. A equipe da Arboplan Ambiental. À Universidade Federal do Paraná. Aos amigos do ICMBio, UNIR, Prefeitura de Itapuã do Oeste, Grupo Geoprocessamento.com, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Superintendência de Patrimônio da União, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Prefeitura de Cujubim e Serviços Florestal Brasileiro pela confiança e apoio ao Centro. E em especial a Leyla Maciel, gestora e parceira nas horas boas e nas difíceis.

**Este documento foi elaborado com patrocínio da Petrobras através do Programa Petrobras Ambiental**

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. METODOLOGIA EMPREGADA.....	4
3. ANO BASE .....	5
4. LIMITE OPERACIONAL.....	5
5. ESCOPOS.....	5
6. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÃO.....	6
7. FATORES DE EMISSÃO .....	8
7.1. Energia Elétrica.....	8
7.2. Combustíveis Fósseis .....	8
7.3. Resíduos, Efluentes e Papel.....	9
7.4. Viagens de Avião .....	9
8. CÁLCULOS .....	10
9. RESULTADOS .....	10
9.1. Energia Elétrica.....	10
9.2. Combustíveis Fósseis .....	11
9.3. GLP.....	11
9.4. Lixo, Esgoto e Papel .....	12
9.5. Viagens de avião.....	12
10. COMPENSAÇÃO DAS EMISSÕES .....	14
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	17

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com as mudanças climáticas devem ser refletidas não apenas em nossos discursos, mas em nossas ações. Assim o Centro de Estudos Rioterra, a Universidade Federal do Paraná e a Arboplan Assessoria e Consultoria de Engenharia Florestal e Meio Ambiente Ltda realizaram um estudo para inventariar as emissões decorrentes das atividades do Centro com o objetivo não apenas de neutralizá-las, mas de melhorar a gestão da entidade e aumentar a sua ecoeficiência.

Esperamos que outras organizações sintam-se motivadas em implementar ações similares. O inventário nos permitiu analisar, em conjunto, diferentes áreas e identificar precisamente os pontos a serem melhorados pela gestão da entidade, proporcionando não apenas ganhos ambientais, mas econômicos.

## 2. METODOLOGIA EMPREGADA

A metodologia referência empregada neste inventário foi a do GHG Protocol, complementada pela metodologia do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) e adaptada à situação da instituição, dado que se trata de uma ONG.

Essa adaptação foi necessária uma vez que algumas fontes de emissão importantes em uma instituição do terceiro setor não são contempladas com propriedade nas metodologias de referência, como é o caso da geração de resíduos sólidos (lixo), de efluentes líquidos (esgoto) e o consumo de papel.

No caso do lixo e do esgoto, adotou-se a abordagem empregada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SP, CETESB e o Fórum Paulista de Mudanças Climáticas e Biodiversidade, conforme documento intitulado “Encontro sobre Mudanças Climáticas: São Paulo e o relatório do IPCC”, de 15 de fevereiro de 2007.

Já para o consumo de papel adotou-se a abordagem do WRI (World Resources Institute) em sua publicação intitulada “Consumo de Papel em Escritórios: An Office Guide (2002), WRI - Working 9 to 5 on Climate Change”. Para o caso dos combustíveis adotaram-se fatores de emissão do BEN (2011), Balanço Energético Nacional, uma vez que os fatores originais da planilha

GHG, bem como os “default” do IPCC, referem-se a combustíveis de outros países. Uma vez que a gasolina brasileira adiciona 20-25% de etanol e o diesel também é distinto (B5 – 5% de biodiesel na mistura) empregaram-se os valores publicados pelas instituições oficiais do país, sintetizadas no Balanço Energético, que refletem melhor a realidade no país, e por conseguinte, da Rioterra.

### **3. ANO BASE**

Este inventário de emissões foi realizado tendo com ano base 2010, devido ao fato que este é o ano mais recente completo e que conta com dados disponíveis para a avaliação.

### **4. LIMITE OPERACIONAL**

Para efeito de limite operacional foram consideradas duas unidades de trabalho, a saber:

- a) Sede administrativa e técnica (localização);
- b) Viveiro de produção de mudas (localização).

### **5. ESCOPOS**

A metodologia do GHG Protocol, adotada neste inventário, considera três escopos para categorização das fontes de emissão de GEEs, quais sejam:

**Escopo 1:** emissões diretas. Neste inventário foram incluídas neste escopo as emissões por combustão direta (consumo de combustíveis por veículos próprios) e consumo de gás de GLP (gás liquefeito de petróleo) ou gás de cozinha;

**Escopo 2:** emissões indiretas ocasionadas por compra e consumo de energia elétrica, tanto na sede como viveiro;

**Escopo 3:** emissões indiretas ocasionadas por outras fontes de emissão de GEEs, como geração de resíduos sólidos (lixo), efluentes líquidos (esgoto), consumo de papel em escritório e viagens (de avião) realizadas por membros

da equipe da instituição.

## 6. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÃO

Seguindo as recomendações da metodologia GHG Protocol, foram identificadas como relevantes para efeito deste inventário as seguintes fontes de emissão:

**Escopo 1** - emissões diretas por queima de combustíveis fósseis em veículos da instituição, como óleo diesel, consumido em uma caminhonete, marca Toyota, modelo Hilux, 102 cv, um caminhão marca Ford, modelo E-815, 150 cv e outros veículos não próprios mas utilizados esporadicamente em atividades diretas da instituição. Considerou-se também o consumo de gasolina em veículo marca Fiat, modelo Strada 1.3, utilizado para apoio em atividades administrativas e uma moto marca Yamaha, modelo XTZ, 125 cc, 12,5 cv, usada para o trabalho de ATER. Identificou-se também o consumo de etanol veicular em outros veículos que servem de apoio eventual a atividades da instituição, mas suas emissões foram consideradas nulas, dado que o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2011) recomenda o emprego de um fator de emissão zero para este combustível não fóssil. No cômputo das emissões do Escopo 1 foram também contempladas as emissões decorrentes do consumo de GLP na cozinha do viveiro.

Combustível veicular	L consumidos por ano
Diesel*	11.062,23
Gasolina**	3.506,53
Álcool***	68,78

Combustível doméstico	kg consumidos por ano****
Gás de cozinha (GLP)	45

\* Consumido na caminhonete, no caminhão e em outros veículos. Fonte: Controle administrativo-financeiro através de notas fiscais.

\*\* Consumido no veículo Fiat Strada e na moto. Fonte: Controle administrativo-financeiro através de notas fiscais.

\*\*\* Consumido em veículos de apoio. Fonte: Controle administrativo-financeiro através de notas fiscais

\*\*\*\* Consumido no viveiro (1 botija de 13 kg a cada dois meses). Fonte: Controle administrativo-financeiro através de notas fiscais.

**Escopo 2** - emissões diretas por energia elétrica comprada da ELETROBRAS, concessionária de energia que atua no estado de Rondônia, e consumida tanto na sede como no viveiro.

Unidade	kWh/mês consumidos*											
	Jan eiro	Fever eiro	Mar ço	Ab ril	Ma io	Jun ho	Jul ho	Ago sto	Sete mbro	Outu bro	Nov embro	Deze mbro
Sede	710	870	1110	1060	1270	890	1220	1080	1050	840	1180	950
Viveiro	580	490	570	390	620	650	570	470	560	100	280	180

\* Fonte: Controle administrativo-financeiro, através de faturas de energia elétrica fornecidas pela concessionária.

**Escopo 3** - emissões indiretas ocasionadas pela geração de lixo, esgoto e consumo de papel, tanto na sede como no viveiro, bem como viagens realizadas pelo pessoal da ONG, como discriminado nas tabelas abaixo:

Lixo gerado (kg)	Sede	Viveiro	Total
Diário	1,0584	2,5	3,5584
Mensal	27,5184	50	77,5184
Anual	330,2208	600	930,2208

Discriminação	Sede Rioterra	Viveiro	Total
Número de funcionários	12	12	24
Resmas de papel (500 folhas) consumidas por ano	24	12	36

Nº de viagens aéreas*	Trecho	Distância aérea estimada** (km)
1	Manaus x Porto Velho	1522
4	Porto Velho x Belém	3772
2	Porto Velho x Brasília	5620

	X Rio de Janeiro	
3	Porto Velho x Brasília x São Paulo	5530
1	Porto Velho x Brasília	3800

\* Considera ida e volta; \*\* Fonte: [www.itatrans.com.br/distancia1.html](http://www.itatrans.com.br/distancia1.html) (Itatrans Logísticas Internacionais S.A.) – acesso em 18.10.2011

## 7. FATORES DE EMISSÃO

Foram adotados neste inventário os seguintes fatores de emissão:

### 7.1. Energia Elétrica:

Mês – tCO <sub>2</sub> por MWh.ano <sup>-1</sup>											
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Ago	Setem	Outu	Novem	Deze
iro	eiro	ço		o	ho	o	sto	bro	bro	mbro	mbro
0,02	0,028	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,07	0,090	0,08	0,0869	0,0532
11	0	43	38	41	06	35	74	7	17		

\* Fonte: MCT, SIN – Sistema Interligado Nacional, 2011.

### 7.2. Combustíveis Fósseis:

Combustível veicular	Fator de emissão (kgCO <sub>2</sub> ) / unidade	Fonte
Diesel (L)	2,606	IPCC, BEN*
Gasolina (L)	1,7809	IPCC, BEN*
Álcool (L)	0	MCT

Combustível doméstico	Fator de emissão (kgCO <sub>2</sub> ) / unidade	Fonte
Gás de cozinha (kg)	2,93	MCT

\* Fonte: IPCC, 2007; Balanço Energético Nacional 2011



7.3. Resíduos, efluentes e papel:

Discriminação	Fator de Emissão (kgCO <sub>2</sub> ) / unidade	Fonte
Lixo (kg/ano)	0,6904	SEMARH-SP, CETESB
Esgoto (pessoa.dia <sup>-1</sup> ) * 365 dias	0,00283	SEMARH-SP, CETESB
Papel (kg/ano)	0,72	WRI

7.4. Viagens de avião:

Distância aérea	Acréscimo para refletir a rota real	Fator de emissão de CO <sub>2</sub>	Fator de emissão de CH <sub>4</sub>	Fator de emissão de N <sub>2</sub> O	Fonte
		(kg CO <sub>2</sub> / passageiro*km)	(kg CH <sub>4</sub> / passageiro*km)	(kg N <sub>2</sub> O / passageiro*km)	
Longa-distância (d ≥ 3700 km)	9%	0,1106	0,00006	0,000002	CO <sub>2</sub> : DEFRA 2008; CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O: US EPA
Média-distância (500 ≤ d < 3700 km)	9%	0,0983	0,00006	0,000002	CO <sub>2</sub> : DEFRA 2008; CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O: US EPA
Curta-distância (d < 500 km)	9%	0,1753	0,00012	0,000004	CO <sub>2</sub> : DEFRA 2008; CH <sub>4</sub> e

					N <sub>2</sub> O: US EPA
--	--	--	--	--	-----------------------------

\*Fonte: GHG Protocol, 2011.

## 8. CÁLCULOS

Foram adotadas neste inventário as seguintes formulas:

a) Energia Elétrica:

$$\text{Emissão em tCO}_2/\text{ano} = \sum_{Jan}^{Dez} \text{Consumo Mensal} * \text{Fator de Emissão Mensal}$$

b) Combustíveis Fósseis:

$$\text{Emissão em tCO}_2/\text{ano} = \text{Consumo anual do combustível (L ou kg/ano)} * \text{Fator de Emissão (tCO}_2/\text{L ou kg)} / 1000$$

c) Resíduos, efluentes e papel:

$$\text{Lixo: Emissão em tCO}_2/\text{ano} = \text{kg de lixo/ano} * \text{Fator de Emissão (kgCO}_2/\text{kg)} / 1000$$

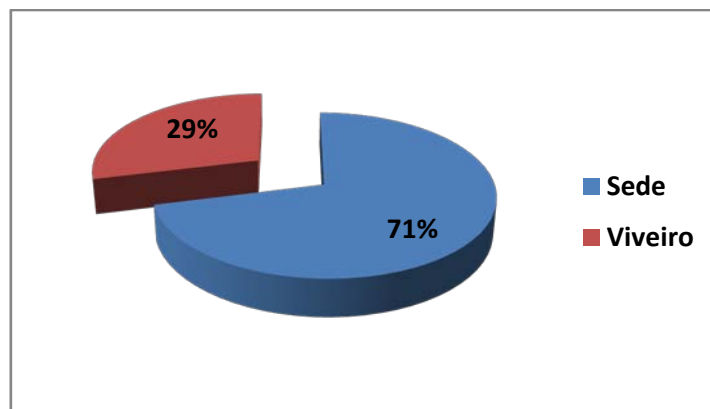
$$\text{Esgoto: Emissão em tCO}_2/\text{ano} = \text{No. Pessoas} * \text{Fator de Emissão (kgCO}_2/\text{pessoa.dia}^{-1}) / 1000$$

$$\text{Papel: Emissão em tCO}_2/\text{ano} = \text{No. Resmas} * \text{Fator de Emissão (kgCO}_2/\text{resma)} / 1000$$

## 9. RESULTADOS

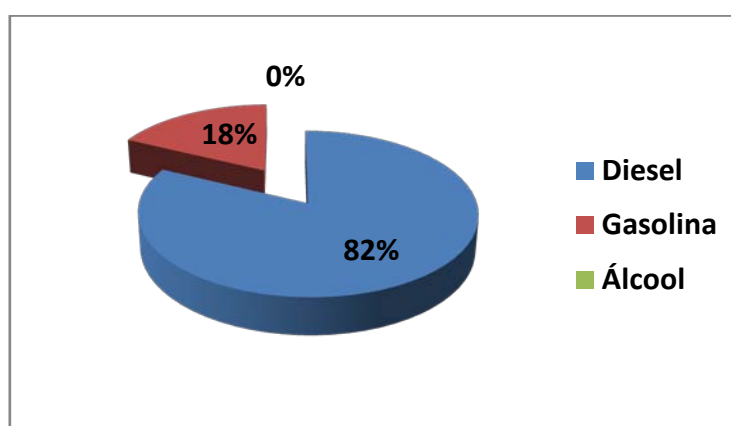
### 9.1. Energia Elétrica:

Unidade	tCO <sub>2</sub> /ano												Total
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
<b>Sede</b>	14,98	24,36	26,97	25,23	43,31	45,03	53,07	83,59	95,24	68,63	102,54	50,54	0,6335
<b>Viveiro</b>	12,24	13,72	13,85	9,28	21,14	32,89	24,80	36,38	50,79	8,17	24,33	9,58	0,2572
<b>Total</b>	27,22	38,08	40,82	34,51	64,45	77,92	77,87	119,97	146,03	76,80	126,87	60,12	0,8907



### 9.2. Combustíveis Fósseis:

Combustível	L por ano	Fator de Emissão	Emissão (tCO <sub>2</sub> /ano)
Diesel	11.062,23	2,606	28,8282
Gasolina	3.506,53	1,7809	6,2448
Álcool	68,78	0	0,0000
Total			35,0730

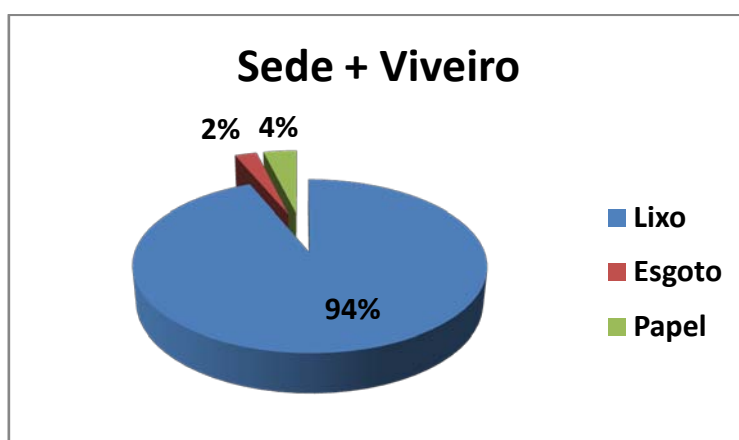


### 9.3. GLP:

Emissão	tCO <sub>2</sub> /ano
	0,22854

9.4. Lixo, Esgoto e Papel:

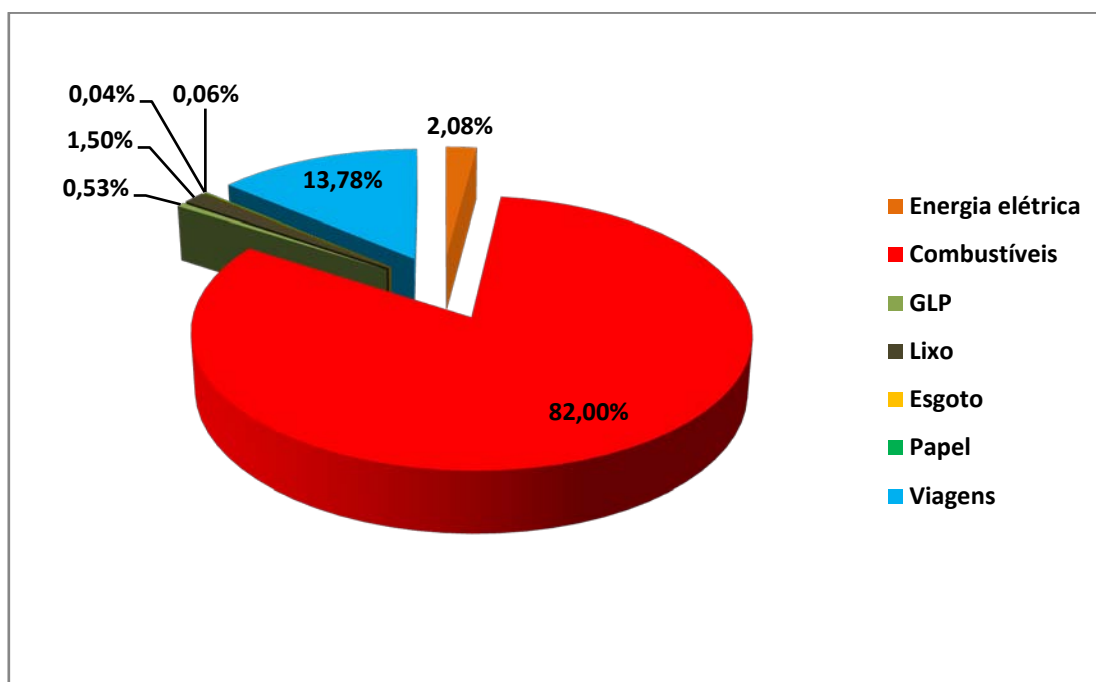
Discriminação	Emissão (tCO <sub>2</sub> /ano)	
	Sede	Viveiro
Lixo	0,2280	0,4142
Esgoto	0,0090	0,0081
Papel	0,0173	0,0086



Viagens	Trecho	km	Emissão (tCO <sub>2</sub> /ano)
1	Manaus x Porto Velho	1522	0,1662
4	Porto Velho x Belém	3772	1,8496
2	Porto Velho x Brasília X Rio de Janeiro	5620	1,3779
3	Porto Velho x Brasília x São Paulo	5530	2,0337
1	Porto Velho x Brasília	3800	0,4658
Total			5,8932

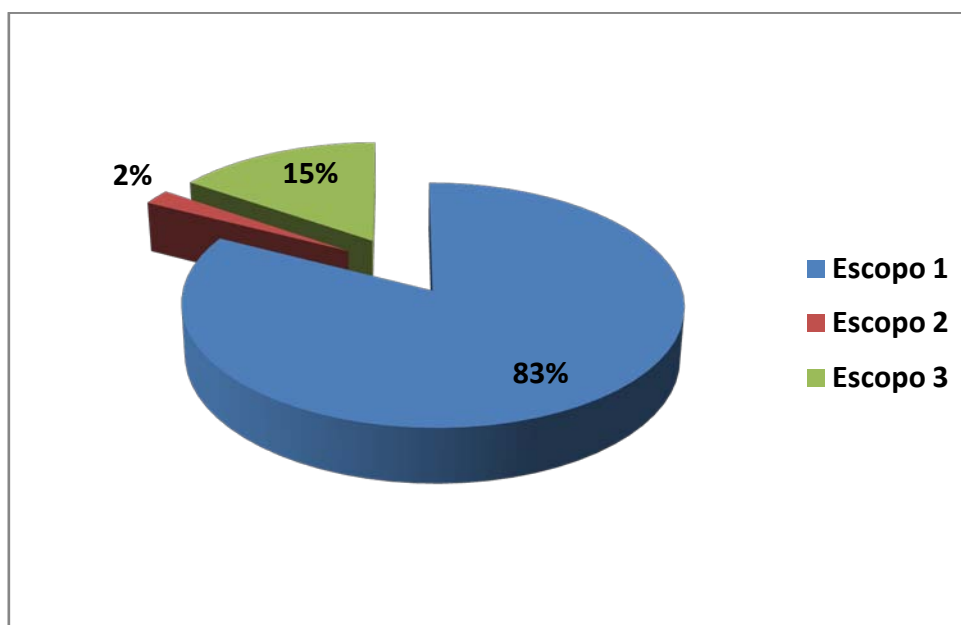
a) Síntese por Fonte:

Fontes de Emissão	Emissão (tCO <sub>2</sub> /ano)
Energia elétrica	0,890656
Combustíveis	35,07295
GLP	0,22854
Lixo	0,642224
Esgoto	0,017116
Papel	0,02592
Viagens	5,893159
Total	42,77057



b) Síntese por Escopo:

Escopo	Emissão (tCO <sub>2</sub> /ano)
1	35,3015
2	0,8906
3	6,5784
Total	42,7706



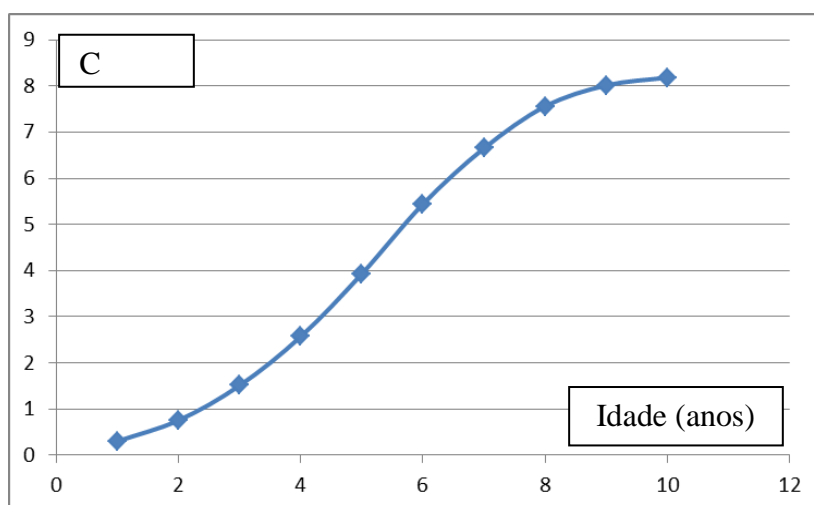
## 10. COMPENSAÇÃO DAS EMISSÕES

As emissões totais da Rioterra em 2010 totalizaram 42,77 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Como medidas de compensação foram reflorestados 34 hectares com diversas espécies nativas, num espaçamento de 3 m x 3 m, totalizando 1.111 árvores por hectare. Considerando uma sobrevivência de 96% (levantamento de campo), estima-se que 36.263 mudas estejam implantadas no terreno, hoje com cerca de 10 meses desde o plantio, realizado em dezembro de 2010 e janeiro de 2011.

Outros 2 hectares foram cercados e ocorreu regeneração natural espontânea na área. Assim, no total, são 36 hectares de florestas em restauração, via reflorestamento e condução da regeneração natural.

Para estimar o estoque de carbono é necessário monitorar os plantios, o que está agora sendo planejado e, em breve, será executado no campo. Para fazer uma projeção do estoque de carbono sequestrado por esses plantios, adotou-se a seguinte curva de crescimento, baseada em experiências de outras regiões na Amazônia:



Seguindo essa curva e transformando C em CO<sub>2</sub>, ao multiplicar os valores de C por 44/12, tendo como base as massas atômicas das moléculas (C = 12; O = 16, CO<sub>2</sub> = 44), chega-se a um sequestro de cerca de 30 t de CO<sub>2</sub>eq. por hectare, após 10 anos de plantio, ou seja, em média 3 t de CO<sub>2</sub>eq. por hectare.ano<sup>-1</sup>.

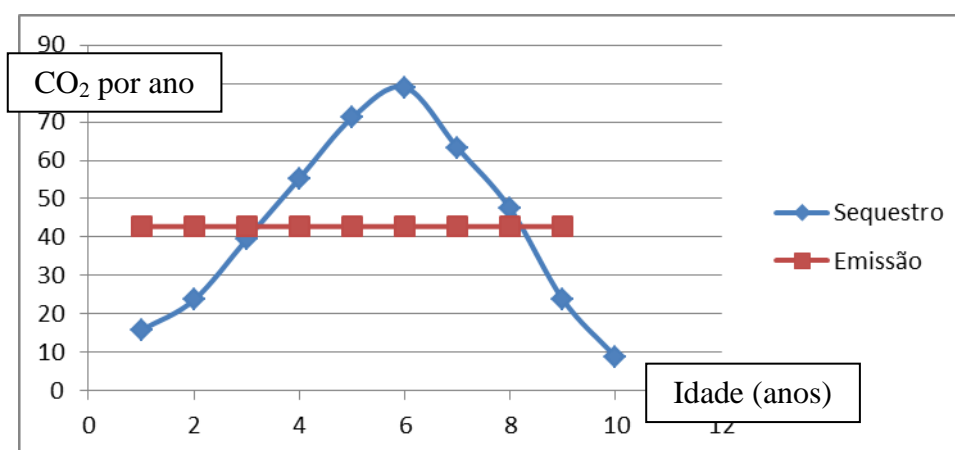
$$\text{CO}_2 = \text{C} * 44/12$$

Os valores anuais de carbono C estimados preliminarmente (visualizados na curva de crescimento) partiram de um pressuposto de que ao final de 10 anos ocorreria um sequestro de 30 t CO<sub>2</sub>, ou seja, 3 t por ano, em média, embora essa média na verdade não ocorra na prática devido ao comportamento sigmoide (em forma de S) da curva de crescimento.

Considerando as emissões da Rioterra em 2010, ou seja, 42,77 t de CO<sub>2</sub>, seria necessário plantar cerca de 14,25 hectares (42,77 ÷ 3 t de CO<sub>2</sub>eq. por hectare = 14,25 ha), que necessitariam ser plantados e mantidos por 10 anos,

com os devidos tratamentos culturais e silviculturais para garantir a estocagem de carbono e a respectiva compensação das emissões da ONG.

Assumindo que as emissões se mantenham no patamar de 42,77 toneladas e a curva de incremento (sequestro) – derivada da curva de crescimento – evidencia-se que quando as árvores são jovens as emissões superam o sequestro. Já aos 2,5 anos ocorre um equilíbrio, quando emissão e o sequestro anuais se equivalem.



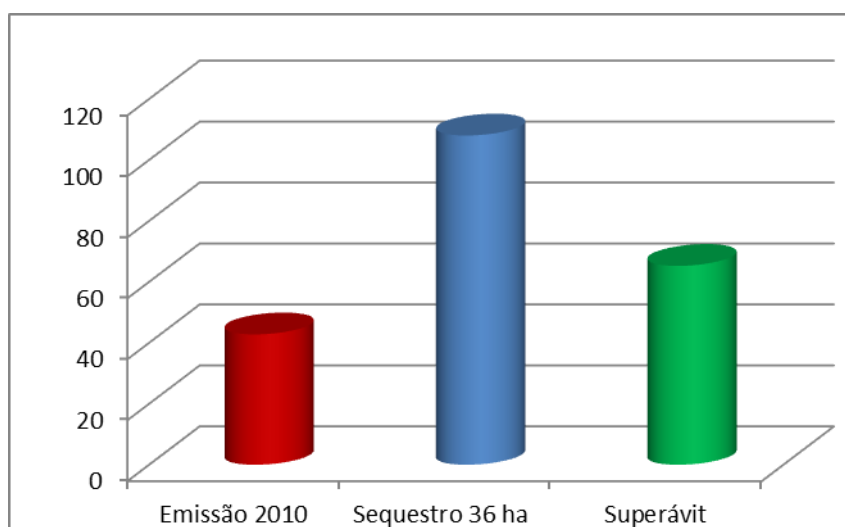
A partir de então, até os 8 anos de idade (fase de franco crescimento), o sequestro assume valores acima do patamar da emissão anual. Após 8 anos, quando o crescimento das plantas passa a desacelerar a emissão novamente supera o sequestro. No cômputo final, a integral das duas curvas (área sob a curva) equivalem, denotando a compensação total das emissões CO<sub>2</sub>.

Essa é uma projeção que ainda precisa ser confirmada via monitoramento dos plantios, o que será implementado em breve. Vale mencionar que o valor de sequestro anual considerado (3 t de CO<sub>2</sub>eq. por hectare.ano<sup>-1</sup>) e que a assíntota (estabilização) do crescimento (10 anos) são conservadores para as condições amazônicas, pois espera-se que os plantios cresçam mais rápido e por mais tempo. Têm-se a expectativa que os plantios seguirão crescendo por cerca de 20 a 25 anos. Mas, por medida de conservadorismo, adotou-se 10 anos e um incremento em CO<sub>2</sub> reduzido, de 3 toneladas por hectare. São poucos os estudos feitos na Amazônia, mas em bioma Mata Atlântica, o Instituto IPÊ (SANTOS, 2009) sugere um sequestro de 3,6 toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectare em plantios mistos.

Com 14,25 hectares ocorreria a compensação plena das emissões da



Rioterra base 2010. Entretanto, a instituição reflorestou 34 hectares e ainda promoveu a regeneração natural de 2 hectares, totalizando 36 hectares. Assumindo que a floresta regenerada naturalmente também cresça no mesmo ritmo dos plantios, haveria um superávit, ou seja, o sequestro seria de 108,15 toneladas (30,00 – sequestro em 10 anos \* 36 – hectares reflorestados) enquanto as emissões seriam de 42,77, o que representa um excedente de 65,24 tCO<sub>2</sub>eq.



## 11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As emissões de GEEs da Rioterra no ano de 2010 totalizaram 42,77 toneladas de dióxido de carbono equivalente, sendo que a maior parte refere-se a emissões diretas (Escopo 1), pela queima de combustíveis fósseis em veículos próprios, notadamente movidos a diesel. Em seguida vieram emissões indiretas ocasionadas por viagens de avião. As demais emissões foram pouco expressivas.

A Rioterra está se empenhando em promover a redução de suas emissões de GEEs, ao mesmo tempo em que investe em compensação de emissões de carbono via reflorestamento. Já foram plantados ou conduzidos via regeneração natural o total de 36 hectares, com mais de 36.000 mudas estabelecidas em campo. Este plantio, ainda jovem (com menos de 1 anos), em dez anos compensará em 10 anos a totalidade das emissões da Rioterra

no ano de 2010 e ainda haverá um superávit de cerca de 65 toneladas, que servirão para compensar emissões de anos subsequentes.

Em síntese, através deste inventário, a Rioterra pôde quantificar e suas emissões de GEEs, nos seus respectivos escopos e fontes, com vistas a reduzir as suas emissões e intensificar seus esforços de compensação. Desta forma, este inventário se constitui em ferramenta de gestão ambiental e ecoeficiência, possibilitando identificar possibilidades de redução de consumo de energia elétrica, de combustíveis fósseis e dos seus resíduos e efluentes. Fica assim demonstrada a contribuição da instituição com a neutralização de emissões em seus projetos.