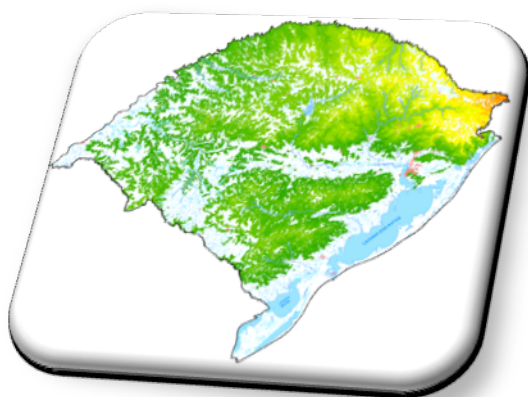


Plano Ar Clima Energia

UMA ESTRATÉGIA TERRITORIAL INTEGRADA



PACE



**Inventário das
emissões de gases de
efeito estufa do Rio
Grande do Sul - 2005**

Rio Grande do Sul

FASEP 845: ESQUEMA REGIONAL CLIMA AR ENERGIA DO RIO GRANDE DO SUL

Beneficiário: FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler)

Principal(ais) autor(es): Olivier Decherf⁽¹⁾, Alexis Goybet⁽²⁾, Mario Saffer⁽⁴⁾, Marion Thill
Etienne Vernet⁽²⁾, Léo Genin⁽¹⁾, Eglantine Gavoty⁽³⁾, Olivier Gilbert⁽¹⁾, Benoit Bulliot⁽¹⁾, Laure
Vassalo⁽²⁾, Charlotte Raymond⁽¹⁾

⁽¹⁾ Enviroconsult; ⁽²⁾ Voltalia; ⁽³⁾ Asconit Consultants; ⁽⁴⁾ Engebio

ÍNDICE

A. Enquadramento metodológico	4
B. Inventário	6
B.1. Energia	6
B.1.1. Utilização da energia.....	6
B.1.2. Zoom sobre a eletricidade.....	7
B.1.3. Emissões de GEE ligadas à utilização da energia	7
B.1.4. Emissões fugitivas	16
B.1.5. Emissões da Biomassa.....	20
B.2. Processos Industriais e Uso dos Produtos.....	22
B.2.1. Procedimentos da indústria química.....	22
B.2.2. Procedimentos dos produtos minerais.....	23
B.2.3. Procedimentos da produção de metais.....	25
B.2.4. Utilização de solventes e produtos derivados.....	26
B.2.5. Produção e Consumo de gás fluorados.....	27
B.2.6. Outras produções.....	28
B.3. Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo	29
B.3.1. Solos Agrícolas	30
B.3.2. Pecuária	36
B.3.3. Cultivo do arroz.....	39
B.4. Uso do Solo e Mudanças no Uso do Solo.....	41
B.4.1. Uso do solo no Rio Grande do Sul.....	41
B.4.2. Evolução do uso do solo.....	44
B.4.3. Variação dos estoques de carbono.....	44
B.4.4. Florestas plantadas: pinho e eucalipto.....	45
B.4.5. Desmatamento da Mata Atlântica	46
B.5. Resíduos	47
B.5.1. Resíduos sólidos urbanos.....	48
B.5.2. Efluentes	49
C. Síntese	53
C.1. Resultados	53
C.2. Recomendações	54
C.3. Implicação dos atores	55
D. Bibliografia e referências.....	56
D.1. Metodologias	56
D.2. Dados.....	56
D.3. Inventário Brasil – Relatórios de referência.....	56
D.4. Outros Inventários	57
D.5. Resíduos	57

PREÂMBULO

Uma quantidade relevante de dados e de informações foi coletada pelos consultores a fim de preparar este relatório. Diversas pessoas de diferentes setores de atividades do RS foram consultadas a fim de reunir estas informações.

Os consultores, infelizmente, não conseguiram avaliar a qualidade e a pertinência de todas as informações coletadas; motivo pelos quais os consultores não podem assumir a responsabilidade ligada a estas informações e sua utilização futura.

Os consultores confirmam que os dados e as informações reunidas não são confidenciais e são de domínio público. Qualquer pessoa ou organização pensando que seus direitos não foram respeitados é convidada a entrar em contato com os consultores.

A utilização dos dados e resultados apresentados neste relatório é autorizada sob a condição de mencionar sua fonte.

A. Enquadramento metodológico

No âmbito do inventário de emissões de GEE do RS, seguiremos a metodologia preconizada pelo GIEC¹, que é reconhecida no plano internacional, principalmente utilizada no Brasil. Os inventários nacionais repousam sobre alguns conceitos chaves que permitem, entre outros, garantir uma comparação possível entre os países e evitar as contas duplas ou omissões. Em nível regional é, portanto, necessário recorrer a algumas adaptações metodológicas permitindo, especialmente, levar em consideração as emissões de GEE que são “de responsabilidade” do território e não todas as emissões geradas no território. No âmbito do inventário GEE do RS, os parâmetros principais são os seguintes:

- **Ano do inventário:** os inventários contêm estimativas para o ano durante o qual as emissões na atmosfera (ou as absorções) ocorrem. O ano de 2005 corresponde ao ano de entrada em vigor do Protocolo de Kyoto e pode ser considerado como o ano de referência dos inventários. No Brasil, vários Estados já realizam seus inventários de emissões de GEE utilizando como ano base 2005. Assim, tomaremos este ano como referência para o inventário das emissões de GEE do RS.
- **Regra de contabilização:** podemos distinguir duas abordagens para a contabilização e, sobretudo, a atribuição das emissões: a abordagem “produtor” ou “territorial” que é baseada na produção e a abordagem “consumidor”, que é baseada na responsabilidade do território. No âmbito deste inventário, optaremos pela abordagem “consumidor”, que é mais representativa na “responsabilidade” do RS. Em particular, as emissões de GEE das centrais térmicas a carvão produzindo eletricidade não serão contabilizadas na fonte, mas serão levadas em consideração ao nível do consumo final de eletricidade no território.
- **Fatores de emissão:** A fim de ser coerente com a metodologia usada para os inventários realizados no Brasil, os fatores de emissão adotados para o Inventário a seguir são, conforme os casos, aqueles preconizados pelo IPCC, o Ministério Brasileiro de Ciência e Tecnologia (responsável pela elaboração do Inventário Nacional do Brasil) e os outros Estados brasileiros que já realizaram inventários territoriais. Por exemplo, o cálculo das emissões de GEE devidas ao consumo final de energia considerará o fator de emissão por KWh produzido igual à média do Brasil. Isso significa, em particular, que as emissões de GEE das centrais térmicas à carvão que produzem eletricidade no território do RS não serão contabilizadas na fonte.
- **Gases do Efeito estufa:** segundo as Linhas diretrizes de 2006 do GIEC, os GEE principais são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarboneto (PFC), hexafluoreto de enxofre (SF₆). Encontramos também informações para considerar gases precursores do efeito estufa: óxidos de nitrogênio (NO_x), amoníaco (NH₃), compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM), monóxido de carbono (CO) e dióxido de enxofre (SO₂). No âmbito do inventário do RS, consideraremos unicamente os seguintes gases: CO₂, CH₄, N₂O e HFC, que são os principais contribuidores.
- **Potencial de Aquecimento Global (PAG):** O PAG é um índice de comparação associado a um gás do efeito estufa (GEE), que quantifica sua contribuição

¹ Linhas diretrizes de 2006 para os inventários nacionais de gases do efeito estufa, GIEC 2006

marginal ao aquecimento global, comparativamente àquela do dióxido de carbono, isso sobre certo período escolhido. Por definição, o PAG do CO₂ é sempre idêntico a 1 e utilizamos de forma geral o PAG de 100 anos para os outros gases, que são: 21 para o CH₄, 310 para o N₂O e 1300 para o HFC 134. O conjunto destes valores é informado no site do UNFCCC.

- **Setores e categorias:** as estimativas de emissão e de absorção de GEE são divididas em setores principais, que agrupam os procedimentos, fontes e poços aferentes, a saber: Energia, Processos Industriais e Uso dos Produtos (PIUP), Agricultura, Exploração Florestal e Outros Usos do Solo e Resíduos.
- **Método de estimativa:** a abordagem metodológica simples, mais geral, consiste em combinar as informações sobre a extensão das atividades humanas (chamados *dados sobre as atividades* ou *DA*) com os coeficientes que quantificam as emissões ou as absorções pela atividade de unidade. Estes são chamados *fatores de emissões (FE)*. A equação de base de estimativa das emissões é, portanto, a seguinte:

$$\text{Emissões} = DA * FE$$

Por exemplo, no setor de energia, o consumo de combustível constituiria um dado sobre as atividades e a massa de dióxido de carbono emitida por unidade de combustível consumido seria um fator de emissão.

- **Incertezas:** As estimativas das incertezas são necessárias para todas as categorias de fontes e dados pertinentes e aos fatores de emissões. Neste relatório, não apresentamos qualquer avaliação caso a caso das incertezas dos diferentes setores inventariados. Entretanto, podemos desde já, mencionar as grandes incertezas existentes no que diz respeito às emissões de N₂O e as discussões internacionais que estão em curso sobre o assunto. Por outro lado, um trabalho mais preciso de avaliação poderá ser efetuado em uma segunda parte e será necessária a publicação oficial dos resultados do inventário.
- **Qualidade do inventário:** o GIEC definiu um conjunto de boas práticas que permitem desenvolver inventários coerentes, comparáveis, exaustivos, exatos e transparentes. No âmbito deste relatório, nosso esforço foi o de respeitar estas diretrizes, tanto em prazos de transparência da metodologia, quanto de exaustividade e de exatidão dos cálculos realizados. Nota-se aqui que a ferramenta de contabilização (formato Excel) será colocada à disposição da FEPAM, especialmente a fim de atualizar e de melhorar a qualidade do inventário.

Finalmente, é importante lembrar que este inventário corresponde a uma primeira estimativa das emissões e absorções de GEE no RS. Este relatório precisará ser consolidado, seguindo especialmente as recomendações propostas nas diferentes partes.

B. Inventário

B.1. Energia

Este capítulo trata das emissões de GEE provenientes da utilização de energia nos centros de transformação de energia, nas indústrias, nos transportes e também no setor residencial/terciário e na agricultura. É preciso acrescentar as emissões ditas fugitivas que provêm, de um lado, da elaboração dos produtos petrolíferos e de outro da extração e distribuição dos combustíveis (minas, postos de gasolina, etc.). As emissões para cada setor correspondem ao consumo de combustíveis fósseis, que é expresso em tonelada equivalente petróleo (tep).

As emissões totais do Setor Energia totalizaram **16.003.106 teqCO₂** em 2005. A Figura 1 apresenta uma síntese das emissões por setor de atividades.

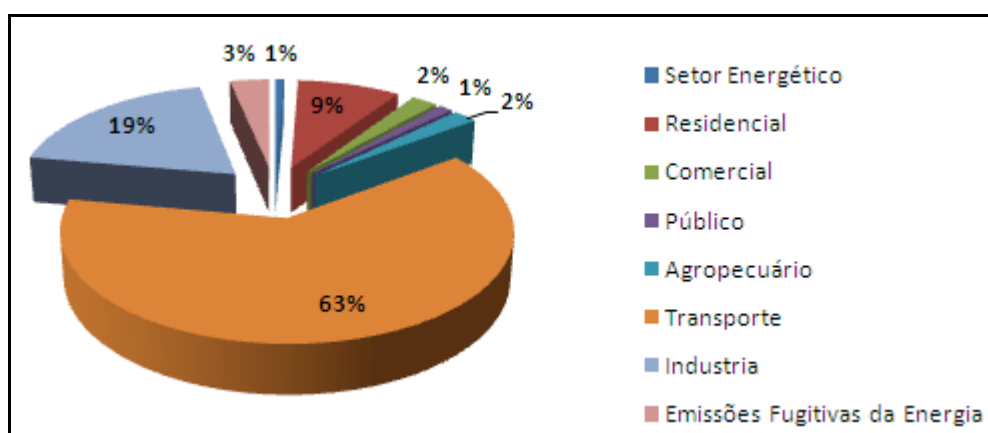


Figura 1 – Emissões de GEE do setor "Energia" em 2005 no RS (Fonte : Enviroconsult, 2010)

O CO₂ é o principal gás responsável pelas emissões do setor, com uma participação de 96%, seguido pelo CH₄ e do N₂O.

No âmbito deste inventário, utilizaremos uma abordagem baseada no consumo final de energia no território. Os resultados apresentados levam em consideração somente as emissões que são de "responsabilidade" do RS e não todas as emissões que ocorrem em seu território. Por conseguinte, as emissões ligadas à transformação dos combustíveis fósseis em eletricidade não serão contabilizadas. Uma análise mais detalhada sobre a produção e o consumo de eletricidade é apresentada neste relatório. Além disso, as emissões fugitivas que decorrem do refino, do transporte e da distribuição do petróleo, gás natural e carvão serão levadas em consideração.

B.1.1. Utilização da energia

O contexto energético gaúcho foi apresentado de forma detalhada no relatório de Diagnóstico, com base nos resultados do Balanço Energético anual do RS [CEEE, 2008].

Este Balanço indica particularmente as grandes tendências do Estado em matéria de consumo energético.

O consumo total de energia final foi de 9.091.000 tep em 2005, dos quais cerca de 40% oriundos do setor dos Transportes. Como especificado no enquadramento metodológico, a abordagem “consumidor” foi privilegiada para realizar este inventário, na medida em que isto permite ter uma visão mais representativa da “responsabilidade” do RS em termos de emissões de GEE.

B.1.2. Zoom sobre a eletricidade

Na seção do Diagnóstico relativa ao tema da Energia, apresentamos uma análise detalhada sobre o tema da eletricidade, a saber, a produção e o consumo deste recurso no território.

Fica evidenciado em particular que, em 2005, o consumo de eletricidade no território era amplamente superior à produção.

Estas considerações são pistas de reflexão, que permitem efetuar escolhas no que diz respeito ao fator de emissão de CO₂ (tCO₂/kWh) ligado ao consumo de eletricidade. Tendo em vista o caráter nacional ligado à produção, ao transporte e à distribuição de eletricidade no Brasil, optamos por fazer a escolha de adotar, no âmbito deste inventário, o fator de emissão médio preconizado pelo MCT, que corresponde ao fator do SIN – *Sistema Interligado Nacional*. Este fator é muito variável de um ano para outro e em 2005 era de 0,351 tCO₂/tep.

B.1.3. Emissões de GEE ligadas à utilização da energia

A partir dos dados de consumo ilustrados anteriormente, as emissões de GEE são estimadas aplicando fatores de emissões por tipo de combustível e por modo de consumo. Os fatores de emissões para o CO₂ indicados no Quadro 1 correspondem aos fatores utilizados em nível nacional para realizar o inventário de GEE do Brasil [MCT, 2010].

Quadro 1 – Fatores de emissões de CO₂
(Fonte: MCT 2010)

Combustível	Gás Natural	Carvão Vapor	Lenha	Produtos da cana	Casca de Arroz	Lixívia	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	GLP	Querosene	Coque de Carvão Mineral	Eletricidade	Carvão Vegetal	Alcool Etílico Anidro e Hidratado
Fator de Emissão (tCO ₂ /tep)	2,27	3,98	4,10	3,12	4,14	3,12	3,15	3,29	2,95	2,68	3,04	4,55	0,35	4,14	2,31

No que tange aos fatores de emissões para o CH₄ e N₂O, os dados padrão do GIEC foram adotados.

Após, as emissões de cada GEE são calculadas, multiplicando o consumo de combustíveis pelo fator de emissão correspondente, seguindo a fórmula abaixo:

$$\text{Emissões} = \sum_{\text{Combustíveis, GEE}} \text{Consumo} * \text{Fator de emissão}$$

Em 2005, o consumo de energia no RS gerou a emissão de **15.470.255 teq CO₂**.

A Figura 2 indica os resultados das emissões de GEE, convertidos em teqCO₂, para o conjunto dos setores consumidores de energia. O setor dos Transportes aparece como o principal emissor, totalizando por si só 65% das emissões, seguido pelos setores industrial com 20% e residencial com 9%. Os outros setores têm contribuições muito mais baixas: 2% para os setores comercial e agrícola e 1% para os setores Energético e Público.

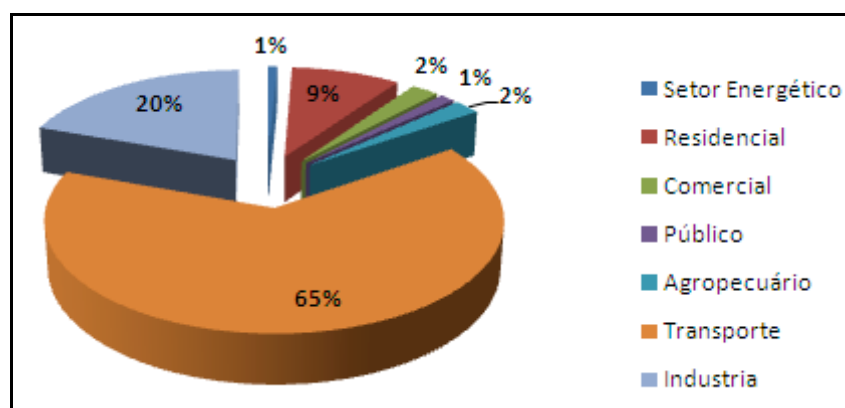


Figura 2 – Emissões de GEE (em TeqCO₂) do setor Energia por setores de atividades (Fonte : Enviroconsult, 2010)

Do ponto de vista das fontes de emissões, a Figura 3 indica a parte de cada fonte de energia nas emissões totais: a utilização de Diesel (principalmente no setor rodoviário) contribui por 44% das emissões totais, seguido pela Gasolina (22%) e pelo GLP (8%).

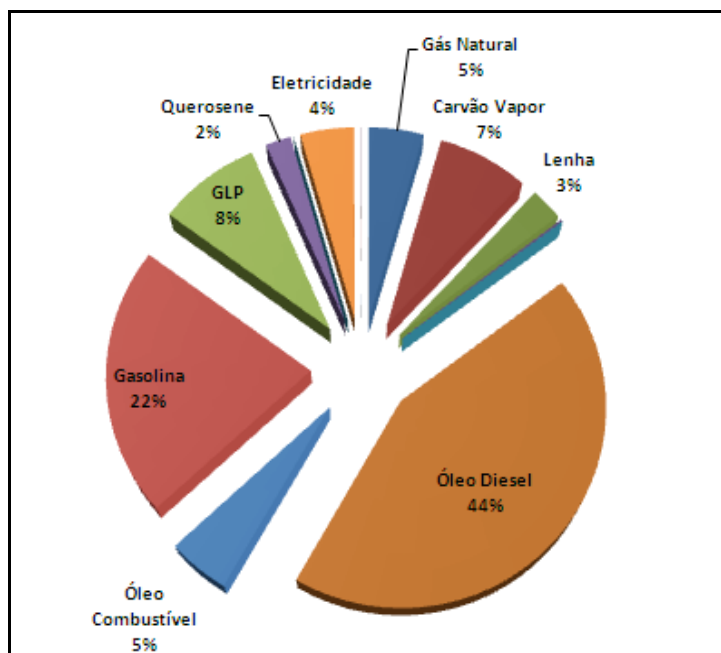


Figura 3 – Emissões de GEE do setor Energia por fontes de emissões (Fonte: Enviroconsult, 2010)

Finalmente, a Figura 4 indica a distribuição das emissões de GEE por setores de atividades e por fontes de emissões.

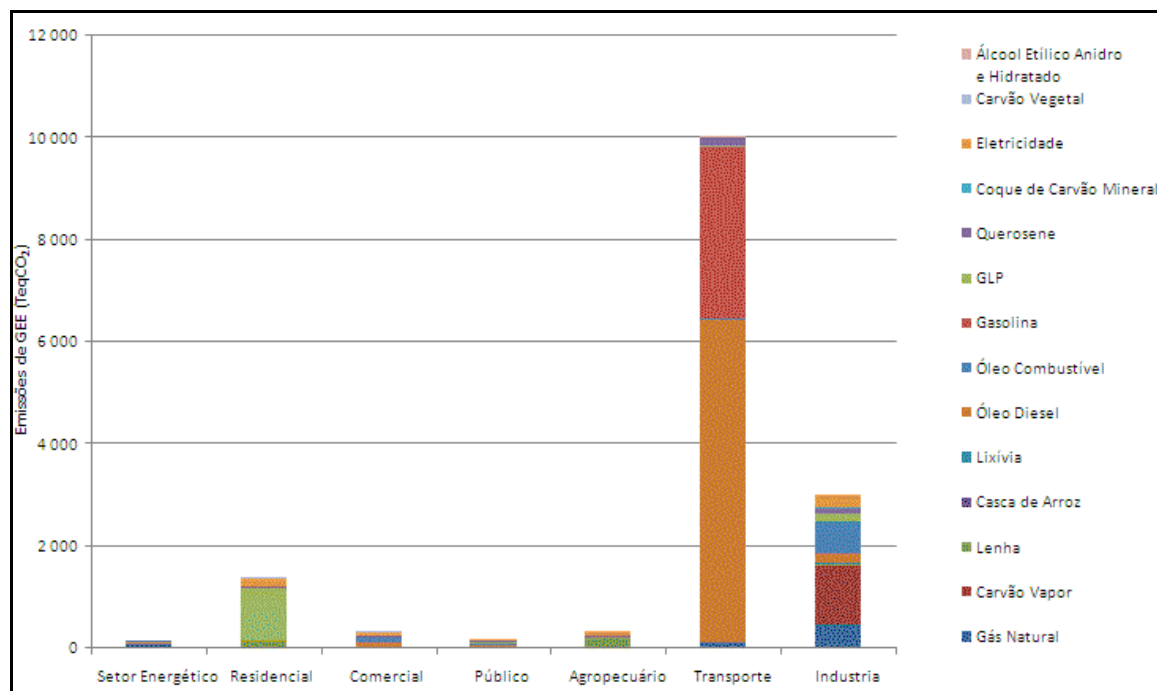


Figura 4 – Emissões de GEE do setor Energia por setores de atividades e por fontes de emissões (Fonte : Enviroconsult, 2010)

Nos setores Residencial e de Agricultura, as emissões de GEE são relativamente pequenas, uma vez que o consumo de madeira é muito importante. Apesar da combustão da madeira, como fonte de energia, gerar emissões de CO₂, estas não são de fato contabilizadas, uma vez que a quantidade de CO₂ liberada pela combustão da madeira foi compensada pela captura de uma mesma quantidade de CO₂ quando do crescimento da árvore. Esta hipótese é válida unicamente se a exploração da madeira conduz a uma quantidade de madeira produzida pelo menos equivalente àquela consumida. As emissões de GEE devidas à combustão da madeira indicadas na Figura 4 correspondem, portanto, às emissões de CH₄ e N₂O.

Nestes setores, os consumos de energia por uso e por tipo de energia não são ainda conhecidos. Em 2005, os consumos de energia no setor "Agricultura" geraram a emissão de **336.800 teqCO₂** e no setor "Residencial", elas foram de **1.397.315 teqCO₂**, dos quais 75% são originários da combustão do GLP.

No que diz respeito aos setores Industrial e Transporte, apresentamos de forma mais detalhada os resultados obtidos nas seções seguintes.

B.1.3.a) Zoom sobre o setor dos Transportes

B.1.3.a.a. Transporte aéreo

Segundo as regras internacionais da Convenção sobre as mudanças climáticas, o perímetro das atividades do transporte aéreo corresponde ao transporte aéreo nacional (dito também doméstico), isto é, em nosso caso, entre dois aeroportos brasileiros. Isto inclui:

- O transporte comercial e não comercial;

- As emissões do ciclo LTO – *Landing & Take-Off* (ciclo padrão que corresponde às fases de abordagem, de taxreamento no solo, de decolagem e de subida até 912 m de um avião) e as emissões ditas “cruzeiro” (acima de 1000 m) dos vôos nacionais.

Tendo em vista o aspecto “global” ligado à problemática das emissões de GEE, as emissões do setor não correspondem a um inventário das emissões localizadas no território do Estado, mas das contribuições do Estado às emissões de GEE nacionais.

No âmbito deste inventário, nos limitaremos a uma primeira estimativa das emissões que se apoia sobre os consumos de Querosene (95%) e de Gasolina recenseados em 2005, a saber, 66.000 tep. As emissões são depois estimadas a partir de fatores de emissões nacionais, que são também utilizados como referência no recente relatório² da ANAC – *Agência Nacional de Aviação Civil*, e que concerne às emissões de GEE do setor aéreo brasileiro.

O transporte aéreo no RS gerou a emissão de **201.581 teqCO₂** em 2005.

A título indicativo, o Quadro 2 indica o número de viagens de avião e o número de passageiros que transitaram pelos 4 aeroportos internacionais do RS, e que estão sob a responsabilidade da INFRAERO. Isto nos permite deduzir o número de ciclos LTO, isto é, o número de decolagem/aterriagem para cada aeroporto, o que é uma primeira etapa para estimar as emissões de GEE deste setor de forma mais precisa.

Quadro 2 – Rotação de aviões nos aeroportos do Rio Grande do Sul em 2005
(Fonte : INFRAERO)

Aeroporto	Aeronaves			Passageiros		
	Domest.	Inter.	Total	Domest.	Inter.	Total
SBBG - Aeroporto de Bagé	1272	69	1341	3258	302	3560
SBPA - Aeroporto Internacional de Porto Alegre	48013	7754	55767	3267697	253507	3521204
SBPK - Aeroporto Internacional de Pelotas	2058	83	2141	1064	105	1169
SBUG - Aeroporto Internacional de Uruguaina	680	34	714	716	0	716

Recomendação: Consolidar estes resultados utilizando uma metodologia mais detalhada (Tier 2 do GIEC) e se apoiando sobre o relatório da ANAC publicado no âmbito do 2º inventário de GEE do Brasil.

B.1.3.a.b. Transporte rodoviário

Tendo em vista a importância do transporte rodoviário no RS, apresentamos uma primeira análise dos dados a nossa disposição a fim de avaliar a pertinência da informação.

A partir do registro de veículos em trânsito do DETRAN/RS, que especifica o tipo de combustível utilizado por cada veículo e o consumo total de combustíveis do setor em 2005, podemos estimar particularmente a contribuição do transporte de passageiros e de mercadorias. Havia, em 2005, **3.429.910 veículos** que tinham uma licença de trânsito no RS, dos quais 2/3 são veículos particulares.

² Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Aéreo, ANAC 2010

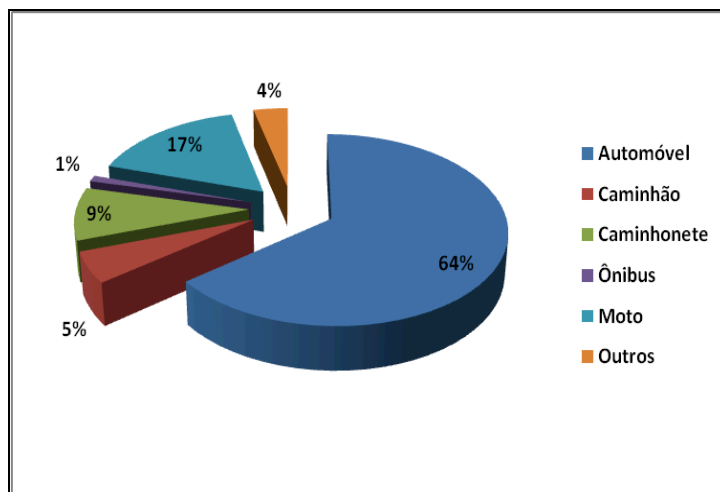


Figura 5 – Composição da frota de veículos em trânsito em 2005 no Rio Grande do Sul
(Fonte: DETRAN/RS)

No que diz respeito aos combustíveis utilizados por estas grandes tipologias de veículos, a Figura 6 indica, entre outras coisas, que a maioria dos veículos particulares funciona com Gasolina (88%), o que não é o caso dos veículos utilitários, dos quais mais de um terço funciona com óleo Diesel.

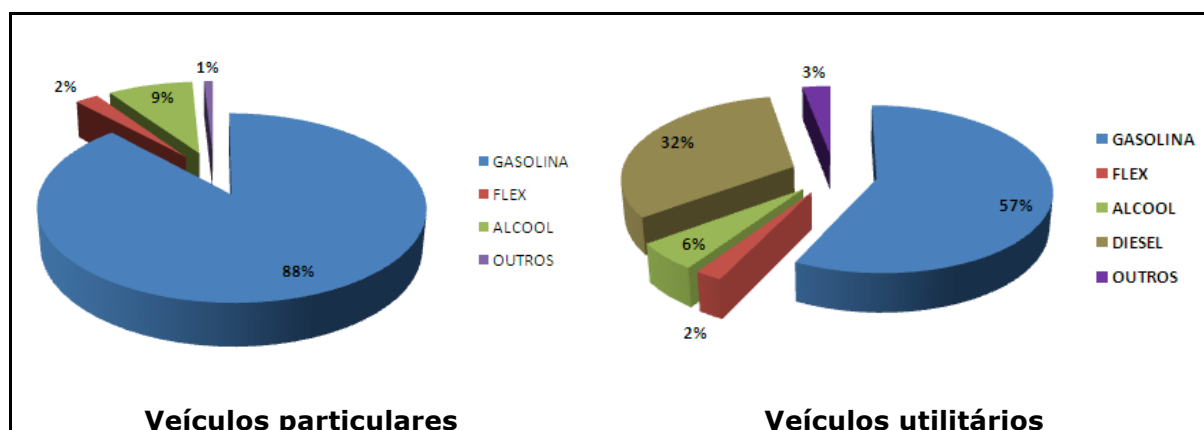


Figura 6 – Composição das frotas de veículos particulares e utilitários no Rio Grande do Sul em 2005
(Fonte: DETRAN/RS)

No que se refere aos caminhões e aos ônibus, eles funcionam quase todos com óleo Diesel, enquanto os veículos de duas rodas funcionam todos com gasolina. O Quadro 3 apresenta o número de veículos por tipo de combustível.

Quadro 3 – Número de veículos em trânsito em 2005 classificados por categoria e tipo de combustível utilizado
(Fonte: DETRAN/RS)

	TOTAL	DIESEL	GASOLINA	ALCOOL	FLEX	OUTROS
Automóvel	2 209 529	4 233	1 948 211	190 184	51 554	15 347
Caminhão	182 046	179 856	2 044	95	-	51
Caminhonete	312 184	100 222	178 818	16 889	6 890	9 365
Ônibus	36 535	35 811	666	13	-	45
Moto	564 350	4	564 231	112	-	3
Outros	125 266	5 404	1 378	23	-	118 461
TOTAL	3 429 910	325 530	2 695 348	207 316	58 444	143 272

Observa-se que 325.530 veículos a Diesel estavam em trânsito em 2005 no território, dos quais 55% de caminhões e 31% de veículos utilitários. No que tange aos veículos a gasolina, havia 2.695.348 deles rodando em 2005, dos quais cerca de 2 milhões de veículos particulares e mais de 500.000 motos.

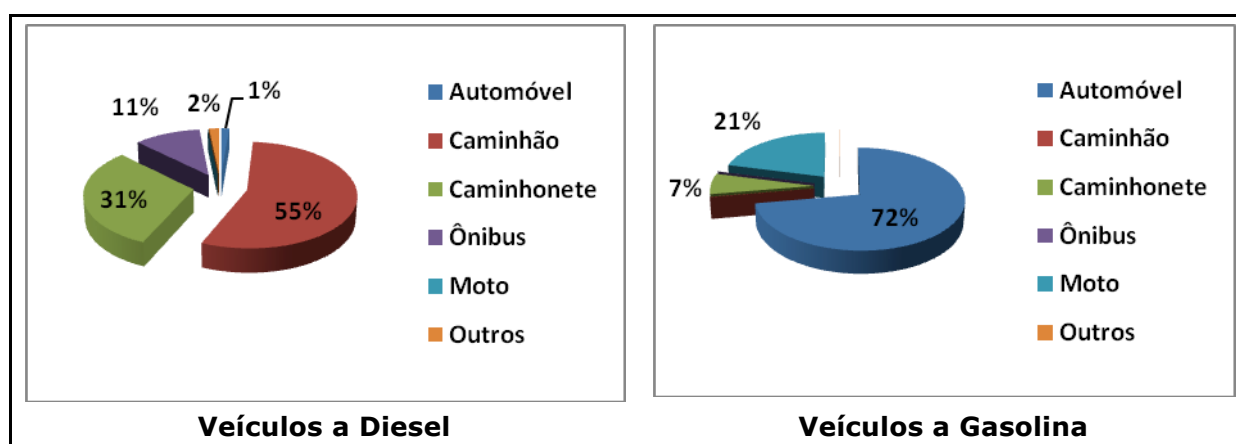


Figura 7 – Composição das frotas de veículos a Diesel e a Gasolina em 2005
(Fonte: DETRAN/RS)

Finalmente, a Figura 8 indica que o consumo de Diesel é relativamente importante nos municípios do Sudoeste do Estado e em proximidade dos grandes pólos industriais e urbanos, o que nos permite tecer várias hipóteses:

- **Municípios em proximidade da Fronteira com o Uruguai e a Argentina:** a região do Sudoeste é caracterizada por uma agricultura muito desenvolvida, em particular a cultura do arroz. Tendo em vista que uma grande parte deste arroz é exportada, parece lógico observar um consumo relevante de Diesel pelos veículos de transporte de mercadorias. Entretanto, pela proximidade da fronteira e a diferença de políticas tarifárias entre o Brasil, Uruguai e Argentina, é possível do que uma parte importante dos veículos brasileiros se abasteçam nos países vizinhos. Neste caso, significaria que as emissões reais imputáveis ao RS sejam maiores às que foram estimadas neste relatório.
- **Grandes pólos urbanos e industriais:** RMPA (Região Metropolitana de Porto Alegre) e Caxias são centros de produções e de consumo que necessitam de uma contribuição relevante de mercadorias, enquanto Rio Grande corresponde ao ponto principal de exportação das mercadorias produzidas no RS.

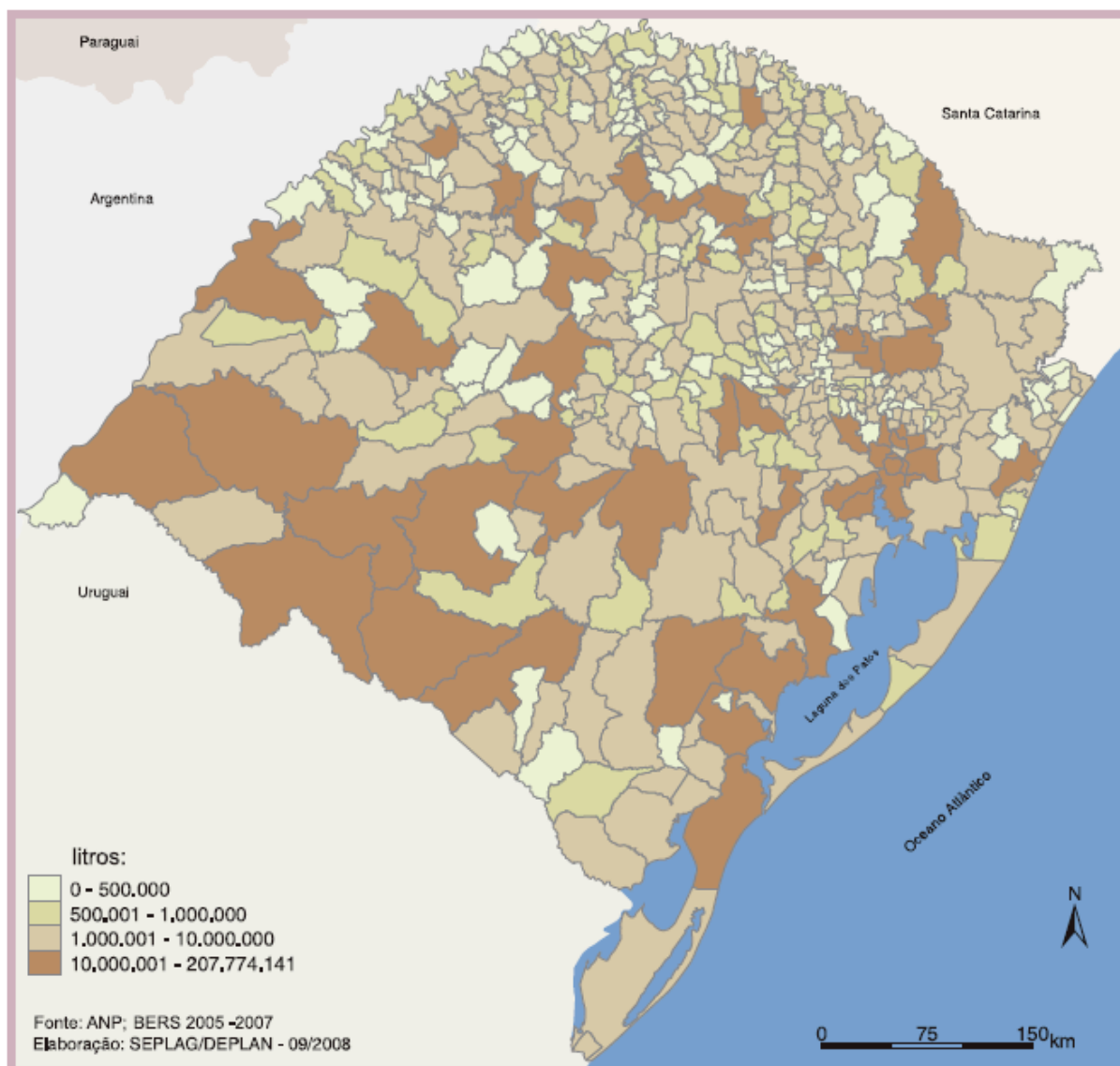


Figura 8 – Consumo de Diesel por município do Rio Grande do Sul em 2007
(Fonte: CEEE 2008)

Estas hipóteses deverão ser aprofundadas na medida em que o consumo de Diesel contribui de forma significativa às emissões de GEE do Estado.

Quanto ao transporte rodoviário, duas abordagens podem ser adotadas:

- Abordagem baseada nos dados de consumo de combustíveis do Balanço energético do ano de 2005;
- Abordagem baseada na metodologia desenvolvida pelo IEMA – *Instituto de Energia e do Meio Ambiente*, que realizou o primeiro inventário nacional das emissões de poluentes atmosféricos das fontes móveis³ e que se baseia em uma estimativa da frota circulante dos diferentes veículos do RS em operação no ano de 2005, a distância média percorrida por tipo de veículo, o consumo médio por tipo de veículo, etc. Podemos também utilizar como suporte o relatório⁴ das emissões de GEE das fontes móveis do Brasil [MCT, 2006] que propõe uma metodologia de inventário similar.

³ Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por veículos automotores rodoviários, MMA 2010

⁴ Emissões de gases de efeito estufa por fontes móveis, no setor energético, MCT 2006

A combinação das duas abordagens poderá permitir verificar as hipóteses anteriores sobre o consumo de energia nos transportes. Neste relatório, nós apresentaremos unicamente as emissões de GEE baseadas nos consumos de combustíveis recenseados no Balanço energético 2005.

Em 2005, o transporte rodoviário gerou a emissão de **9.770.466 teqCO₂**. Conforme indicado na Figura 9, a combustão de Diesel representa quase 2/3 das emissões de GEE do setor (6.267.873 teqCO₂).

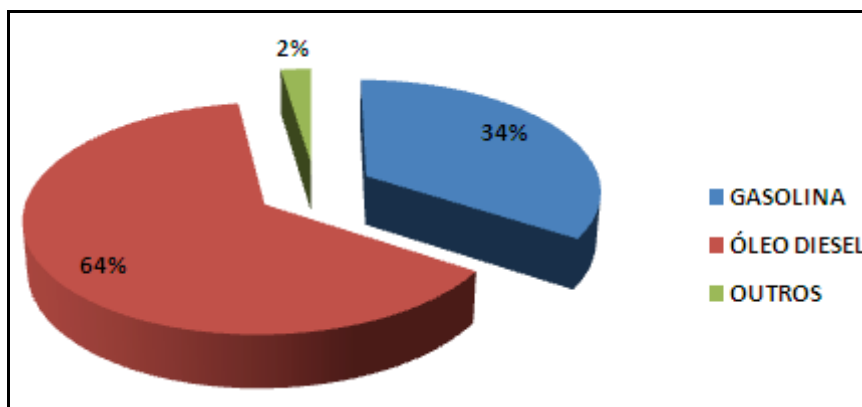


Figura 9 – Distribuição das emissões de GEE do transporte rodoviário por fonte (Fonte : Enviroconsult, 2010)

Recomendação: Confrontar os resultados do estudo realizado pelo Grupo PCPV no que tange às emissões de GEE do setor dos transportes no RS em 2005 e aprofundar os conhecimentos sobre os consumos de Diesel (e outros combustíveis) por tipo de veículos, bem como sobre os fluxos de veículos (mercadorias, passageiros) a partir de contagem rodoviária.

B.1.3.a.c. Transporte Ferroviário

Existem ferrovias no RS e uma atividade regular na RMPA.

A metodologia desenvolvida para determinar as emissões de GEE do ano 2005 do transporte ferroviário se apóia sobre os consumos de combustíveis, aos quais aplicamos os fatores de emissões nacionais.

Em 2005, o transporte ferroviário gerou a emissão de **72.000 teqCO₂**, unicamente ligado à combustão de Diesel.

Por outro lado, pode-se também procurar aprofundar os conhecimentos deste setor fazendo a cartografia das infra-estruturas ferroviárias do Estado (ex: número de quilômetros das vias férreas) e avaliando a tráfego anual de passageiros e de mercadorias (em passageiros.km ou toneladas.km).

B.1.3.a.d. Transporte Marítimo e Fluvial

Segundo as regras internacionais da Convenção sobre as Mudanças Climáticas, as emissões de GEE induzidas pelo trânsito marítimo internacional não são contabilizadas.

Dentro deste setor, dois sub-setores são distinguidos:

- o transporte marítimo;

- a navegação fluvial (navegação interna de transporte de mercadorias e navios de passeio).

A metodologia desenvolvida para determinar as emissões de GEE do ano 2005 do transporte marítimo e fluvial se apóia sobre os consumos de combustíveis, aos quais são aplicados os fatores de emissões nacionais.

Em 2005, os transportes marítimo e fluvial emitiram **5.000 teqCO₂**, unicamente ligado à combustão de Diesel e "Óleo Combustível".

B.1.3.b) Zoom sobre o setor das Indústrias

As emissões deste setor correspondem às emissões das caldeiras, das turbinas a gás, dos motores fixos, da combustão dos processos (forno das usinas de cimento, das usinas de vidro, etc.) e das máquinas móveis na indústria.

As emissões de descarbonatação proveniente dos fornos de certos processos, tais como as usinas de vidro ou as usinas de cimento, que são contabilizadas na parte seguinte.

Em 2005, o consumo de energia no setor industrial gerou a emissão de **3.023.929 teqCO₂**. A Figura 10 indica a distribuição destas emissões por setor de atividade e por fonte. Observa-se, particularmente, que a combustão do carvão contribui de maneira significativa às emissões de GEE nos setores "Química" e "Papel e Celulose".

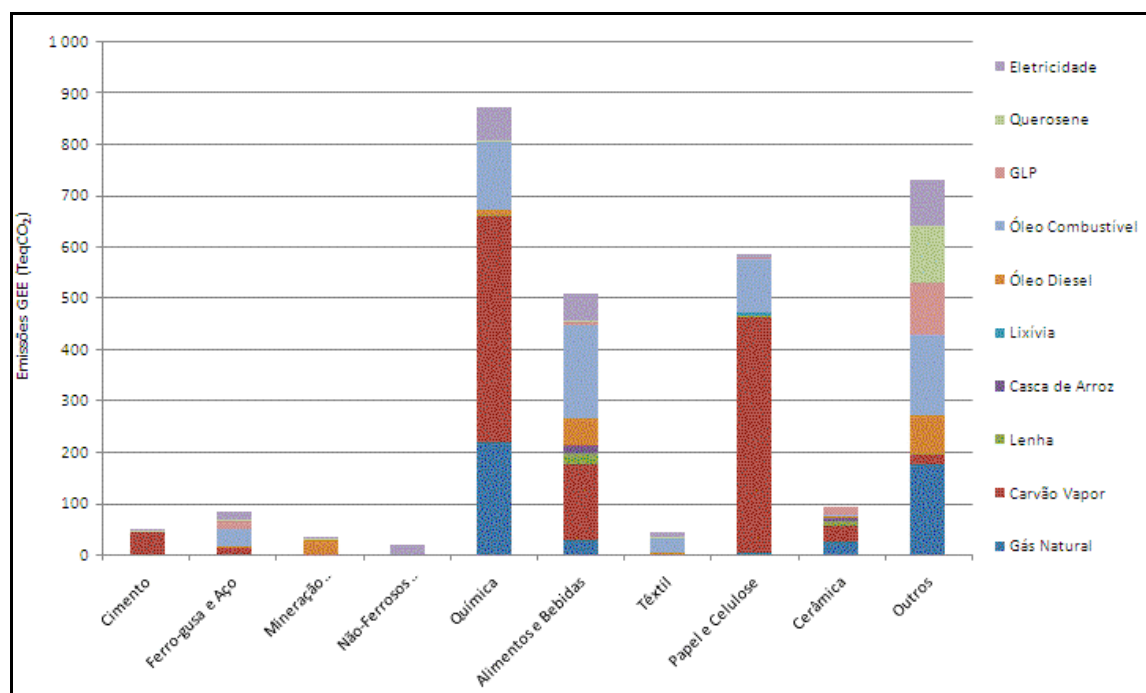


Figura 10 – Distribuição das emissões de GEE do setor industrial por atividade e por fonte (Fonte : Enviroconsult, 2010)

A fim de desagregar as informações do nível do Estado ao nível das macrorregiões ou dos municípios, cálculos poderão ser realizados em função da localização das indústrias. Uma análise mais precisa de tipo "bottom up" está em curso para o cruzamento das informações do BERS com as informações indicadas nas licenças de operação da base de dados FEPAM. Particularmente, a realização de um cadastro preciso das fontes fixas de combustão permitirá consolidar os resultados apresentados no âmbito deste inventário.

Recomendação: Prosseguir a análise dos consumos de energia no setor industrial no RS, utilizando como base o banco de dados da FEPAM, bem como a FIERGS já solicitada.

B.1.4. Emissões fugitivas

As emissões fugitivas correspondem a todas as emissões de GEE, intencionais ou não, que decorrem da extração, do processamento, da estocagem ou do transporte dos combustíveis fósseis sólidos (carvão) ou líquidos (petróleo e gás) até o ponto de consumo final.

Neste relatório, serão levadas em consideração as seguintes emissões fugitivas:

- Exploração, preparação, processamento e transporte do carvão: trata-se de uma atividade muito importante no RS, que possui as maiores reservas do Brasil.
- Transporte, Processamento e Distribuição do petróleo e do gás natural: o RS importa a totalidade destes combustíveis em seu território, que são depois transformados e distribuídos em todo o Estado.

B.1.4.a) Extração, Distribuição do Carvão

Os resultados apresentados neste relatório incluem as emissões fugitivas de CH₄ das minas de carvão, bem como as emissões de CO₂ ligadas à combustão de resíduos de carvão. Eles correspondem a uma extração dos resultados apresentados no relatório⁵ da ABCM, cujos resultados serão integrados no 2º inventário de GEE do Brasil.

De um ponto de vista metodológico, as linhas diretrizes do GIEC 1996 foram adotadas e um trabalho de pesquisa foi também efetuado a fim de melhorar o conhecimento sobre os fatores de emissões das minas de carvão brasileiras. O Laboratório de Química Analítica Ambiental, ligada à Faculdade de Química da Universidade Católica do RS – PUCRS, efetuou este trabalho, que consistia principalmente em realizar campanhas de medição de emissões de CH₄ de diferentes minas de carvão, no RS (a céu aberto) e em Santa Catarina (subsolo).

Os resultados indicam particularmente que o carvão do Sul do Brasil apresenta um fator de emissões de CH₄ relativamente baixo, muito inferior aos fatores de emissões mínimos propostos pelas linhas diretrizes do GIEC 1996.

Quadro 4 – Fatores de emissões de CH₄ das minas de carvão no Brasil
(Fonte: MCT)

Fatores de emissão para emissões fugitivas de metano do carvão mineral	BAIXO NÍVEL DE EMISSÃO	
	Mineração	Pós-mineração
	m ³ CH ₄ /t carvão	
Minas subterrâneas	10	0,9
Minas a céu aberto	0,3	0,05

Os fatores de emissões apresentados no Quadro 4 foram adotados de maneira arbitrária, a fim de não apresentar emissões nulas, particularmente para as minas de céu aberto.

As emissões de CH₄ da atividade mineira (seja a céu aberto ou subterrânea) são depois calculadas utilizando a seguinte fórmula:

⁵ Emissões Fugitivas na Mineração e Beneficiamento do Carvão Mineral, ABCM 2010

Emissões (CH₄) = Produção de Carvão (t) * Fator de Emissão (kg CH₄.t⁻¹)

Por outro lado, o carbono contido no carvão pode ser convertido em emissões de CO₂ na combustão espontânea dos resíduos de carvão (produzido no processamento e da preparação do carvão "Run-of-Mine"). As emissões de CO₂ são depois estimadas a partir da produção anual e do teor em carbono deste carvão.

Os dados utilizados no âmbito deste estudo foram os do Departamento Nacional de Produção de Minerais – DNPM, que é vinculado ao Ministério das Minas e da Energia (MME).

No RS, cinco empresas de extração de minerais de carvão foram levadas em consideração, como o indica o Quadro 5.

Quadro 5 – Minas em atividade no Rio Grande do Sul em 2005,
(Fonte: MCT)

Estado	Empresa	Minas a Céu Aberto	Minas Subterrâneas
Rio Grande do Sul	Cia. Riograndense de Mineração (CRM)	Mina de Candiota	Mina Leão I
		Mina Taquara	
		Mina da Boa Vista	
	Copelmi Mineração Ltda.	Mina do Recreio	Mina Charqueadas
		Mina do Faxinal	
		Mina Butiá-Leste	
		Mina do Seival	
	Carbonífera Palermo Ltda.	Mina Capané I	
		Mina Capané II	
		Rejeitos	
Cia. Nacional Mineração Candiota	Mina do Seival		
Sociedade Mineradora do Cerro Ltda.	Mina do Cerro		

A maioria das minas do RS são, portanto, minas a céu aberto.

Em 2005, a produção de carvão de tipo "Run-of-Mine" (carvão produzido por explorações mineiras, antes da peneiragem, britagem ou preparação) foi de 4.250.367 toneladas em 2005, proveniente unicamente de minas a céu aberto [ABCM, 2010].

A aplicação da metodologia descrita anteriormente, utilizando os dados de produção de carvão "Run-of-Mine", permite obter uma estimativa das emissões de CH₄ na extração e na preparação do carvão:

- Exploração de carvão (a céu aberto): **854 tCH₄**
- Preparação, processamento, transporte do carvão: **142 tCH₄**

No que diz respeito às emissões de CO₂ ligadas à combustão espontânea dos resíduos de carvão, em 2005 eram consideradas como sendo nulas.

No total, as emissões fugitivas devidas à extração do carvão em 2005 foram de **996 tCH₄**, ou seja, **20.916 t CO₂**.

B.1.4.b) Refino do Petróleo

Uma vez que a totalidade do petróleo e do gás natural é importada no RS, não levaremos em consideração as emissões ligadas à exploração e a produção destes combustíveis.

Existem duas refinarias de petróleo no território: Ipiranga e REFAP. O Quadro 6 apresenta a capacidade nominal de refino no RS, que corresponde a 10,2% da capacidade total do país.

Quadro 6 - Capacidade nominal de Refino no Rio Grande do Sul
(Fonte: CEEE 2008)

unidade: m ³ /dia		
Refinaria	Município	Capacidade Nominal
Ipiranga	Rio Grande	2.700
REFAP	Canoas	30.000
Total RS		32.700
Total Brasil		320.650

Fonte: ANP - Anuário Estatístico Brasileiro de Petróleo e Gás Natural - 2007

Em 2005, o volume de petróleo processado nas refinarias do Estado foi de 7.238.864 m³, o que representa 7% do petróleo processado nas refinarias do país (106.138 milhões de m³ em 2005 [PETROBRAS, 2010]).

Os resultados apresentados neste relatório incluem emissões fugitivas de CO₂, CH₄ e N₂O ligadas aos diferentes procedimentos de processamento e refino do petróleo. Eles correspondem a uma extração dos resultados apresentados no relatório⁶ da PETROBRAS, cujos resultados serão integrados no 2º inventário de GEE do Brasil.

Em uma primeira aproximação, consideraremos que as emissões fugitivas de GEE ligadas à atividade de refino de petróleo no RS representam 7% das emissões nacionais (unicamente ligado ao Refino e ao Transporte). O Quadro 7 apresenta as emissões de GEE nacional e a estimativa para o RS:

Quadro 7 - Emissões de GEE devidas à atividade de Refino do Petróleo no Brasil e estimativa para o Rio Grande do Sul

	Emissões CO ₂ (ton)	Emissões CH ₄ (ton)	Emissões N ₂ O (ton)
Refino Brasil	6 897 503	8 853	22
Refino RS (7% Brasil)	482 825	620	2

Estima-se, portanto, que em 2005, as emissões de GEE devidas ao refino do petróleo no RS foram de **496.317 teqCO₂**.

Recomendação: Aprofundar estes resultados trabalhando em parceria com as refinarias do Estado e baseando-se no Relatório da PETROBRAS, no que tange às emissões fugitivas na indústria do petróleo e do gás, publicado no âmbito do 2º inventário de GEE do Brasil.

⁶ Emissões Fugitivas de Gases de Efeito Estufa na indústria de petróleo e gás natural, PETROBRAS 2010

Conforme o Quadro 8, as vendas de Gás natural no RS foram de 1.026 milhões de m³ em 2005, o que representa 6,87% das vendas do país.

Quadro 8 – Vendas de Gás natural no Brasil
(Fonte: CEEE 2008)

Regiões e Estados	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
unidade: milhões m ³										
Região Norte										
Região Nordeste	1.898	2.015	2.211	2.526	2.645	2.812	3.533	4.022	3.539	3.291
Região Sudeste	2.833	2.744	3.138	3.794	5.049	6.470	7.060	8.448	9.421	10.194
Região Sul				262	1.239	1.247	1.191	1.558	1.749	2.045
Região Centro-Oeste					154	572	704	969	716	555
Paraná				53	127	206	186	219	249	414
Rio Grande do Sul				134	895	753	694	949	1.026	1.105
São Paulo	1.231	1.202	1.359	1.668	2.293	3.012	3.543	4.110	4.779	5.324
Rio de Janeiro	1.242	1.161	1.307	1.559	2.054	2.702	2.639	3.203	3.610	3.730
Minas Gerais	154	190	253	305	365	403	483	726	647	733
Total Brasil	4.731	4.789	5.349	6.583	9.088	11.100	12.488	14.997	15.426	16.085

Nota: Inclui o consumo próprio das distribuidoras
Fonte: ANP - Anuário Estatístico Brasileiro de Petróleo e Gás Natural - 2007

De um ponto de vista metodológico, as emissões são normalmente calculadas a partir do comprimento da rede de transporte e distribuição e dos fatores de emissões nacionais.

Entretanto, consideraremos novamente, em uma primeira aproximação, que as emissões de GEE ligadas à atividade de transporte e Distribuição do Petróleo e Gás natural representaram 7% das emissões totais do país. O Quadro 9 apresenta as emissões de GEE nacionais e a estimativa para o RS.

Quadro 9 – Emissões de GEE devidas à atividade de transporte e distribuição do Petróleo e do Gás natural no Brasil e estimativa para o Rio Grande do Sul

	Emissões CO ₂ (ton)	Emissões CH ₄ (ton)	Emissões N ₂ O (ton)
Transporte Brasil	81 011	6 723	3
Transporte RS (7% Brasil)	5 671	471	0,21

Estima-se, portanto, que em 2005 as emissões de GEE devidas ao transporte e à distribuição do petróleo e do gás natural no RS foram de **496.317 teqCO₂**.

Recomendação: Aprofundar estes resultados trabalhando em parceria com as companhias de distribuição de gás natural e baseando-se no relatório da PETROBRAS no que tange às emissões fugitivas na indústria do petróleo e do gás, publicado no âmbito do 2º inventário de GEE do Brasil.

B.1.5. Emissões da Biomassa

Segundo as linhas diretrizes do GIEC, a biomassa renovável, que é utilizada como fonte de energia, deve ser levada em consideração e as emissões de CO₂ associadas devem ser informadas no inventário, sob forma de uma nota informativa no setor de Energia.

Estas emissões de CO₂ não serão contabilizadas na síntese das emissões do setor "Energia", na medida em que o CO₂ emitido na combustão corresponde ao CO₂ absorvido durante a fase de crescimento da biomassa.

Em contrapartida, as emissões de CH₄ e N₂O foram contabilizadas e incluídas nas emissões totais.

No âmbito deste inventário, as seguintes emissões foram contabilizadas:

- Combustão da madeira para produzir energia (sob forma de calor ou eletricidade) e do carvão de madeira;
- Combustão de carvão vegetal para produzir energia;
- Combustão dos resíduos de cana-de-açúcar;
- Combustão de cascas de arroz;
- Combustão das lixívias negras;
- Combustão de álcool de etanol nos veículos particulares.

Os fatores de emissões de CO₂, no que tange à combustão da biomassa e utilizados no âmbito deste inventário, foram informados no Quadro 1 relativo às emissões de GEE ligadas à utilização da energia. A Figura 12 apresenta as emissões de GEE ligadas à combustão da biomassa por setor de atividades e fonte.

As emissões de CO₂ ligadas à combustão da madeira representam 72% das emissões totais. Após vêm as emissões ligadas à combustão de cascas de arroz (13%) no setor industrial e o álcool incorporado à gasolina (9%).

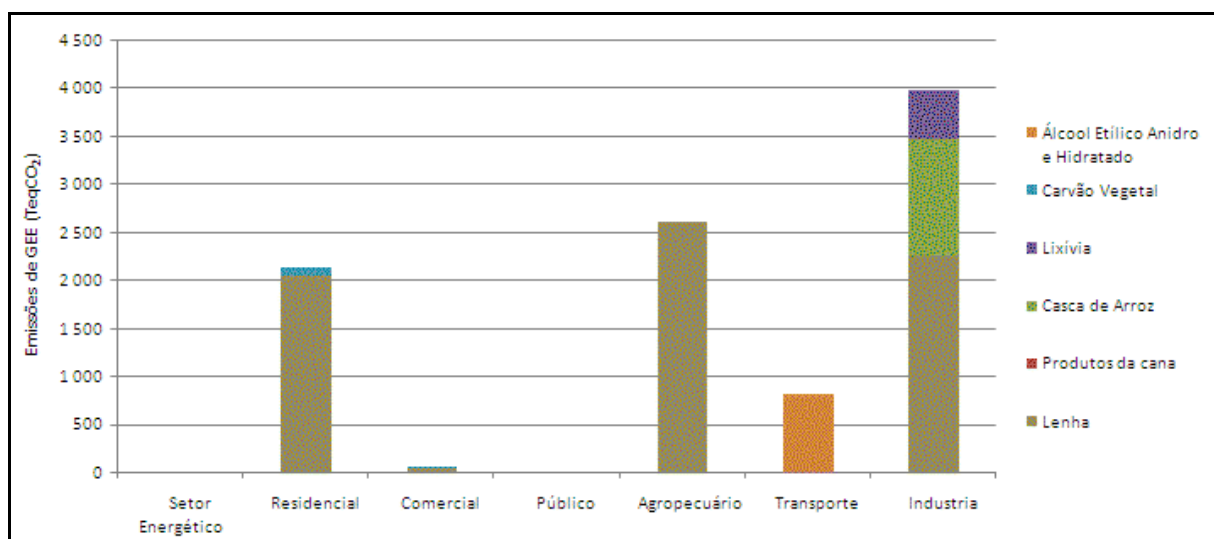


Figura 12 – Distribuição das emissões de GEE ligadas à combustão da biomassa por setor de atividades e fontes (Fonte: Enviroconsult, 2010)

As emissões devidas à combustão da biomassa foram de **9.603.312 tCO₂** em 2005.

B.2. Processos Industriais e Uso dos Produtos

Este capítulo trata das emissões de GEE provenientes dos procedimentos industriais, da utilização dos GEE nos produtos e das utilizações não energéticas do carbono de combustível fóssil.

As emissões de GEE são produzidas por uma grande variedade de atividades industriais. As principais fontes de emissões provêm de procedimentos industriais que transformam os materiais quimicamente ou fisicamente, (como por exemplo, os altos fornos da indústria siderúrgica, o amoníaco e outros produtos químicos fabricados a partir de combustíveis fósseis, utilizados como matérias químicas intermediárias e a indústria do cimento, que são exemplos indicados de procedimentos industriais que produzem uma quantidade importante de CO₂). Nestes procedimentos, numerosos GEE de diferentes tipos, especialmente o CO₂, o CH₄, o N₂O, os HFC e os PFC podem ser produzidos.

Além do mais, os GEE são muitas vezes utilizados em outras aplicações como nas geladeiras, nas espumas e nos aerossóis. Por exemplo, os HFC são utilizados no lugar das substâncias que empobrecem o ozônio em diversos tipos de aplicações de produtos.

As emissões totais do Setor PIUP totalizaram **1.136.980 teqCO₂** em 2005. A Figura 13 apresenta uma síntese das emissões por setores inventariados.

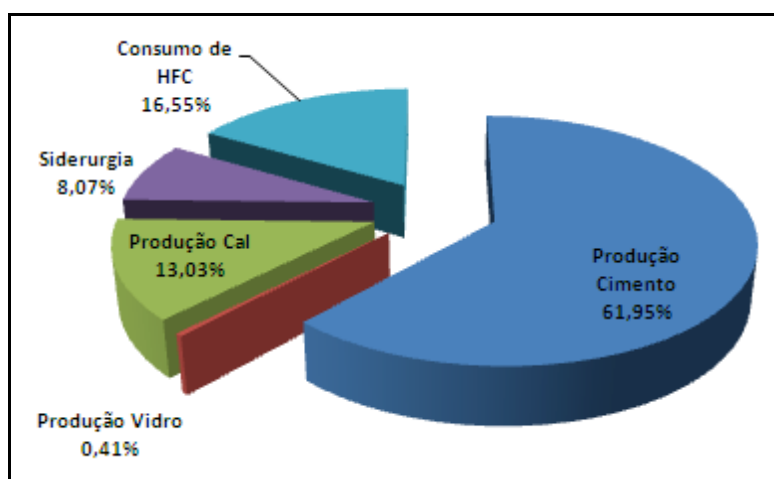


Figura 13 – Emissões de GEE (em TeqCO₂) do setor PIUP (Fonte : Enviroconsult, 2010)

Pode-se ressaltar, desde já, que esta seção contém numerosas recomendações para aprofundar e consolidar os resultados apresentados.

B.2.1. Procedimentos da indústria química

O setor da química comporta numerosas atividades que implementam ou produzem múltiplos produtos através diferentes processos. As atividades emissoras de gases de efeito estufa são as seguintes: produção de amoníaco, de ácido nítrico, de ácido adípico, de ácido glioxílico (e outras fabricações com origem de N₂O), de carboneto de cálcio, de negro de carbono, de etileno e de propileno.

No RS, apesar do fato de que a indústria da química é fortemente desenvolvida, não recenseamos qualquer atividade deste tipo. Notam-se, entretanto, os elementos seguintes, que poderão permitir aprofundar as emissões deste setor.

- O carboneto de cálcio, que é obtido em um forno elétrico a uma temperatura muito elevada (2200°C) através da redução da cal por carbono, é especialmente utilizado na fabricação de adubos, que é um setor importante do Estado. Sua utilização provoca emissões de CO₂.
- A indústria petroquímica é presente no RS e dá lugar à produção de diversos produtos e especialmente o polietileno e o polipropileno. Entretanto, estas informações são consideradas como sendo confidenciais.

Recomendação: Consolidar e aprofundar os resultados trabalhando em parceria com SINDIQUIM – *Sindicato das Indústrias Químicas no Estado do Rio Grande do Sul* ou a FIERGS e apoiando-se nos relatórios de referência que serão publicados no âmbito do 2º inventário GEE do Brasil.

B.2.2. Procedimentos dos produtos minerais

Esta seção diz respeito às diversas atividades que produzem produtos minerais e materiais de construção. Uma grande parte destas atividades concerne os setores emissores de CO₂ pelo fenômeno de descarbonatação. É o caso dos setores estudados no âmbito deste inventário, a saber: a produção de cimento, de cal, de vidro e de cerâmica.

B.2.2.a) *Produção de cimento*

Esta seção concerne às emissões de CO₂ ligadas ao fenômeno de descarbonatação nas instalações de produção de cimento. A parte relativa às emissões provenientes da combustão nas instalações de produção de cimento é tratada no capítulo "Energia".

O CO₂ da descarbonatação tem uma proveniência química proporcional a do clínquer produzido. Ele provém da transformação do carbonato de cálcio em óxido de cálcio (cal aérea) ou do carbonato duplo de cálcio e de magnésio constituindo a dolomita em cal magnesiano:



No RS, em 2005, existiam alguns locais de produção de cimento.

Em um primeiro momento, a quantidade de clínquer produzida anualmente no território pode ser estimada graças às informações disponíveis na FEPAM.

O fator de emissão, que é determinado a partir da reação química anterior, foi elaborado pelos profissionais do setor: 536 kg CO₂/ t clínquer produzido [SNIC, 2010]. A produção anual de clínquer no RS é da ordem de 1.314.000 toneladas [FEPAM].

Assim, deduzimos que a indústria do cimento gera a emissão de **704.304 tCO₂** em média. Adotaremos este valor para o ano 2005.

B.2.2.b) *Produção de cal*

Esta seção concerne unicamente às emissões de CO₂ ligadas ao fenômeno de descarbonatação nas instalações de produção de cal. A parte relativa às emissões provenientes da combustão nas instalações de produção de cal é tratada no capítulo "Energia".

No setor da produção de cal, dois tipos de produção devem ser distinguidos:

- A produção de cal aérea, também chamada cal cálcica e de cal magnesiana. A cal aérea é principalmente constituída por óxido de cálcio que endurece lentamente ao ar sob o efeito do CO₂ presente na atmosfera. A cal magnesiana é constituída integralmente por óxido de cálcio e por magnésio e resulta da descarbonatação da dolomita.
- A produção de cal hidráulica: é produzida pela descarbonatação de um calcário mais ou menos argiloso e silicioso, com redução em pó por extinção (com ou sem esmagamento).

O fator de emissão de CO₂ é diferente para cada tipo de cal e depende da proporção de óxidos de cálcio e de magnésio. Os fatores de emissões utilizados neste inventário são apresentados no Quadro 10 e trasladados do relatório⁷ publicado pelo MCT em 2010:

Quadro 10 – Fator de emissão de CO₂ para os diferentes tipos de cal
(Fonte: MCT)

Classificação da cal	CaO médio	CaO.MgO médio	FE (t CO ₂ /t cal)
Calcítica	88,0%	12,0%	0,800
Magnesiana	46,2%	53,8%	0,854
Dolomítica	8,2%	91,8%	0,903

A base de dados FEPAM nos fornece uma informação sobre a capacidade de produção mensal máxima para as empresas que produzem cal, o que nos permite quantificar as emissões de GEE associadas. A produção anual estimada no RS é de 166.200 toneladas de cal viva e 7.559 toneladas de cal hidráulica.

Tendo em vista que não dispomos de informações sobre o tipo de cal aérea produzida, adotaremos um Fator de Emissão médio de 0,85 tCO₂ / t cal aérea.

No que diz respeito à cal hidratada, admite-se que uma tonelada de cal aérea permite produzir 1,27 tonelada de cal hidráulica [MCT, 2010].

Assim, deduz-se que a indústria da cal no RS gera a emissão de **148.101 tCO₂** em média. Adotaremos este valor para o ano 2005.

Recomendação: Afinar os resultados, avaliando de forma mais precisa a produção anual em 2005, para cada tipo de cal.

B.2.2.c) Produção de vidro

Este setor concerne unicamente às emissões de CO₂ no fenômeno de descarbonatação nas instalações de produção de vidro.

A metodologia para determinar estas emissões de CO₂ é baseada na quantidade de vidro produzida no RS. Segundo a Base de dados FEPAM, estima-se que a produção anual média de vidro é de 106.000 toneladas.

O fator de emissão da utilização de calcário no procedimento de fabricação do vidro é de 0,44 tCO₂ / t Calcário [MCT, 2010]. Por outro lado, é considerado que o calcário representa 10% dos componentes do vidro de origem [MCT, 2010].

⁷ Emissões de Gases de Efeito Estufa nos processos industriais - Produção de cal, outros usos de Calcário e Dolomita, Produção e uso de barrilha, MCT 2010

Pode-se, portanto, estimar que a indústria da produção de vidro no RS gera a emissão de **4.673 tCO₂** em média. Adotaremos este valor para o ano 2005.

Recomendação: Afinar os resultados avaliando de forma mais precisa a produção anual em 2005.

B.2.2.d) Produção de cerâmica

Observa-se que a quantidade de energia consumida pelo setor é relativamente relevante. Entretanto, não dispomos de informações detalhadas sobre o tipo de produtos, tais como cerâmicas, porcelanas, telhas ou tijolos. As emissões de CO₂ são determinadas mediante a produção de produto e de um fator de emissão médio, de 40 kg CO₂ t de telhas e tijolos produzidos por exemplo [MCT, 2010].

Recomendação: Aprofundar os conhecimentos sobre este setor, detalhando particularmente a produção anual no RS por tipo de produto.

B.2.2.e) Consumo de carbonato de sódio

Em primeiro lugar, não existe nenhum local de produção de carbonato de sódio no Brasil [MCT, 2010].

O carbonato de sódio é utilizado na indústria do vidro, na indústria dos detergentes como agente de branqueamento e na indústria química.

Não dispomos de informações sobre a quantidade consumida nestes diferentes setores, mas estes dados podem ser informados na Base de dados da FEPAM.

As emissões poderão depois ser calculadas mediante um fator de emissão (415 kg CO₂ / t Na₂CO₃ [GIEC, 2006]) relacionado à quantidade utilizada.

Recomendação: Aprofundar os conhecimentos sobre este setor, detalhando particularmente a produção anual no Rio Grande do Sul.

B.2.3. Procedimentos da produção de metais

B.2.3.a) Metalurgia dos ferrosos

As atividades envolvidas com este setor são os altos fornos, as aciarias com oxigênio ou elétricas, os laminadores e a produção de ligas de ferro.

No RS, em 2005, existiam várias oficinas siderúrgicas, cujo procedimento de fabricação repousava sobre fornos elétricos a arco (FEA). Trata-se, portanto, de aciarias integradas elétricas que utilizam principalmente as sucatas e a gusa como matérias-primas (sem produção no lugar), a fim de produzir o aço bruto e chapas.

Para as aciarias elétricas, o fator de emissão do CO₂ tem base nos consumos de gusa, os consumos de combustíveis, o conteúdo em carbono dos eletrodos e os consumos destes mesmos eletrodos. Ele varia, portanto, todos os anos e nos é fornecido pelos profissionais do setor: 80 kg CO₂/ t aço produzido [MCT, 2010].

Por outro lado, deve-se notar que as aciarias elétricas emitem também CH₄ e N₂O, cujos valores são os seguintes [EMEP/CORINAR, Guidebook]:

- 10 g CH₄/ t aço produzido
- 0,6 g N₂O/ t aço produzido

A produção anual de aço no RS é da ordem de 1.144.000 toneladas.

Assim, deduzimos que a indústria siderúrgica gera a emissão de **91.757 teqCO₂** em média. Adotaremos este valor para o ano 2005.

Recomendação: Afinar os resultados avaliando de forma mais precisa a produção anual em 2005.

B.2.3.b) Metalurgia dos não ferrosos

As atividades envolvidas são: a produção de alumínio, níquel, chumbo, zinco, cobre e magnésio. Nenhum local de produção dos produtos recenseados anteriormente é recenseado no RS.

Em contrapartida, existem várias empresas de galvanização e de fabricação de peças metálicas fazendo uso do aço como matéria-prima.

B.2.4. Utilização de solventes e produtos derivados

O setor industrial do RS, que é fortemente orientado para a indústria de transformação, comporta numerosas empresas que fazem uso de solventes. Particularmente, os setores de automóveis, de extração de óleos vegetais e a química poderão ser estudados mais detalhadamente, motivo pelo qual os mencionamos neste relatório. Entretanto, tendo em vista a complexidade do cálculo do número relevante de empresas e da escolha metodológica, esta categoria não foi tratada no âmbito deste inventário.

A utilização de solventes fabricados utilizando combustíveis fósseis como intermediários pode levar a emissões de evaporações de diversos COVNM (Componentes Orgânicos Voláteis Não Metânicos), que são posteriormente oxidados na atmosfera. Um exemplo de sólido se dissolvendo em um líquido: os combustíveis fósseis utilizados como solventes são, particularmente, o white spirit e a querosene (óleo de parafina). Na Europa ocidental, aproximadamente 60 % do consumo total de white spirit é utilizado nas pinturas, nas lacas e nos vernizes. O white spirit é o solvente mais amplamente empregado na indústria da pintura.

Esta seção diz respeito, portanto, às atividades industriais que utilizam produtos contendo solventes, a saber:

- a aplicação de pintura e especialmente no setor automobilístico, a construção e a utilização doméstica;
- o desengorduramento e a limpeza a seco, através da utilização de percloroetileno;
- a fabricação e a implementação de produtos químicos: fabricação de pinturas, tintas, colas e adesivos e o acabamento de têxteis
- as outras utilizações de solventes na indústria e especialmente a indústria da impressão, extração de graxas e de óleos, utilização de colas e de adesivos, preservação da madeira.

Metodologias para a estimativa de emissões de COVNM podem ser encontradas no Guia de Inventários de emissões EMEP/CORINAR [EEA, 2005]. As emissões de CO₂ traduzem a transformação do carbono contido nas emissões de COVNM em CO₂ último, na base de um conteúdo médio em carbono de 85%.

Recomendação: Contabilizar e integrar no inventário as emissões de GEE ligadas à utilização de solventes e produtos derivados, que se baseiam nas metodologias do GIEC, bem como nos resultados que serão apresentados no 2º inventário de GEE do Brasil.

B.2.5. Produção e Consumo de gás fluorados

Distinguem-se, de maneira geral, três vias de emissão dos gases fluorados (HFC, PFC, SF₆):

- Emissões provenientes da produção dos gases fluorados. Estas emissões são tratadas na categoria da indústria manufatureira e não existia local de produção de gases fluorados no RS em 2005.
- Emissões provenientes da utilização dos gases fluorados. Estas emissões são distribuídas entre várias categorias IPCC. A metodologia geral de cálculo das emissões ligadas ao consumo destes gases é apresentada abaixo.
- Emissões provenientes de atividades particulares. Por exemplo, a produção de alumínio de primeira fusão produz PFC por efeito de ânodo. Não se recenseou emissões deste tipo no RS em 2005.

As emissões são distribuídas entre:

- as emissões na carga que correspondem aos vazamentos na carga dos equipamentos;
- as emissões no banco que correspondem aos vazamentos ligados ao uso, à manutenção e às emissões ao uso segundo a natureza e a utilização do equipamento;
- as emissões em fim de vida: as emissões para a destruição ou a reciclagem.

Segundo a publicação preliminar de 30 de novembro de 2009 sobre os resultados do 2º inventário brasileiro de emissões de GEE⁸, nota-se que as emissões de HFC-134a ligadas ao consumo nos equipamentos de refrigeração foram de **2.531** toneladas em 2005 para o Brasil, ou seja, 3.290.300 teqCO₂. Trata-se de uma primeira estimativa, que deveria ser consolidada na publicação de um relatório temático sobre o assunto, até setembro de 2010.

A fim de obter uma primeira estimativa das emissões de HFC e PFC no RS em 2005, o método que adotamos no âmbito deste inventário consiste em efetuar uma estimativa em relação às emissões nacionais, se baseando na população do Estado, que representava 5,7% da população nacional em 2005.

Assim, deduz-se que o consumo de HFC-134a nos equipamentos de refrigeração no RS gerou a emissão de **188.146 teqCO₂** em 2005.

⁸ Inventário Brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases do efeito estufa, informações gerais e valores preliminares, MCT, 24 de novembro de 2009

Entretanto, tendo em vista a importância de atividades bastante consumidoras em equipamentos de refrigeração no RS, especialmente o setor agro-alimentar, tais como, os matadouros e as indústrias do vinho, entre outros, será interessante aprofundar a análise do setor "Frio industrial". Os outros setores que poderão ser aprofundados são: a Refrigeração doméstica, a Refrigeração comercial, a Climatização embarcada e o transporte frigorífico.

Recomendação: Consolidar os resultados apresentados neste inventário trabalhando em parceria com a ASBRAV, a ABRVA e a UFRGS, por exemplo, se baseando nos resultados que serão apresentados no 2º inventário de GEE do Brasil, bem como a metodologia que está se desenvolvendo em São Paulo.

B.2.6. Outras produções

A título indicativo, lembraremos que outros setores de atividades, fortemente presentes no RS, são também emissores de COVNM. Particularmente citam-se a produção de Papel e Celulose, a indústria Alimentar (e especialmente a produção de pão) e as indústrias ligadas à produção de bebidas alcoólicas (Vinho, Cervejas).

Estes setores de atividade são importantes no RS, motivo pelo qual os mencionamos neste relatório. Particularmente, a produção de vinho foi de 325 milhões de litros em 2005 e representa mais de 90% da produção nacional [EMBRAPA, 2010].

Entretanto, tendo em vista a complexidade do cálculo e da escolha metodológica adotada no âmbito deste relatório, esta categoria não foi levada em consideração. Recomendamos contabilizá-los no âmbito de uma atualização futura, onde poderemos nos basearmos nos trabalhos conduzidos pelo MCT no âmbito do 2º inventário de GEE do Brasil.

Recomendação: Contabilizar as emissões de GEE ligadas às outras produções, se baseando sobre as metodologias do GIEC, bem como sobre os resultados que serão apresentados no 2º inventário de GEE do Brasil.

B.3. Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo

O uso do solo tem consequências sobre diferentes processos do ecossistema que afetam os fluxos de GEE, tais como a fotossíntese, a respiração, a decomposição, a nitrificação/denitrificação, a fermentação entérica e a combustão. Estes processos implicam transformações do carbono e do nitrogênio provocadas pelos processos biológicos (atividade dos microorganismos, plantas, animais) e físicos (combustão, lixiviação, escoamentos). Os principais GEE relacionados são: o CO_2 , o N_2O e o CH_4 , cujas fontes de emissão são brevemente expostas abaixo:

- Os fluxos de CO_2 entre a atmosfera e os ecossistemas são principalmente controlados pela absorção através da fotossíntese das plantas e as emissões por respiração, da decomposição e da combustão de matéria orgânica.
- O N_2O é principalmente emitido pelos ecossistemas como subproduto da nitrificação e da desnitrificação
- O CH_4 é emitido pela metanogênese em condições anaeróbicas nos solos e a estocagem do estrume, pela fermentação entérica e durante uma combustão incompleta no momento da queima de matéria orgânica.

A Figura 14 ilustra as principais fontes e processos de emissão/absorção de gás de efeito estufa nos ecossistemas geridos:

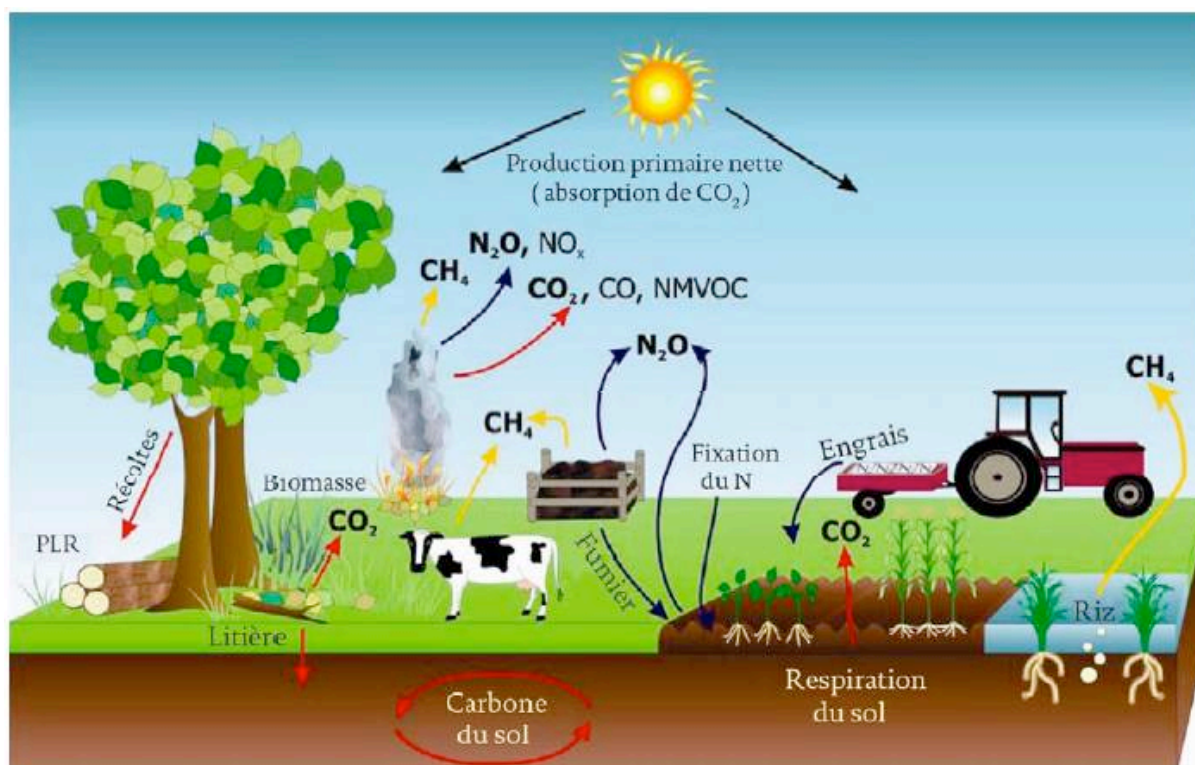


Figura 14 – Fontes e processos de emissão nos ecossistemas geridos
(Fonte: GIEC)

As emissões totais do Setor Agricultura totalizaram **39.823.884 teqCO₂** em 2005. A Figura 15 apresenta a distribuição das emissões de GEE do setor Agricultura. As emissões de GEE ligadas à mudança no uso do solo não são apresentadas na Figura 15, pois os resultados não são apresentados neste relatório.

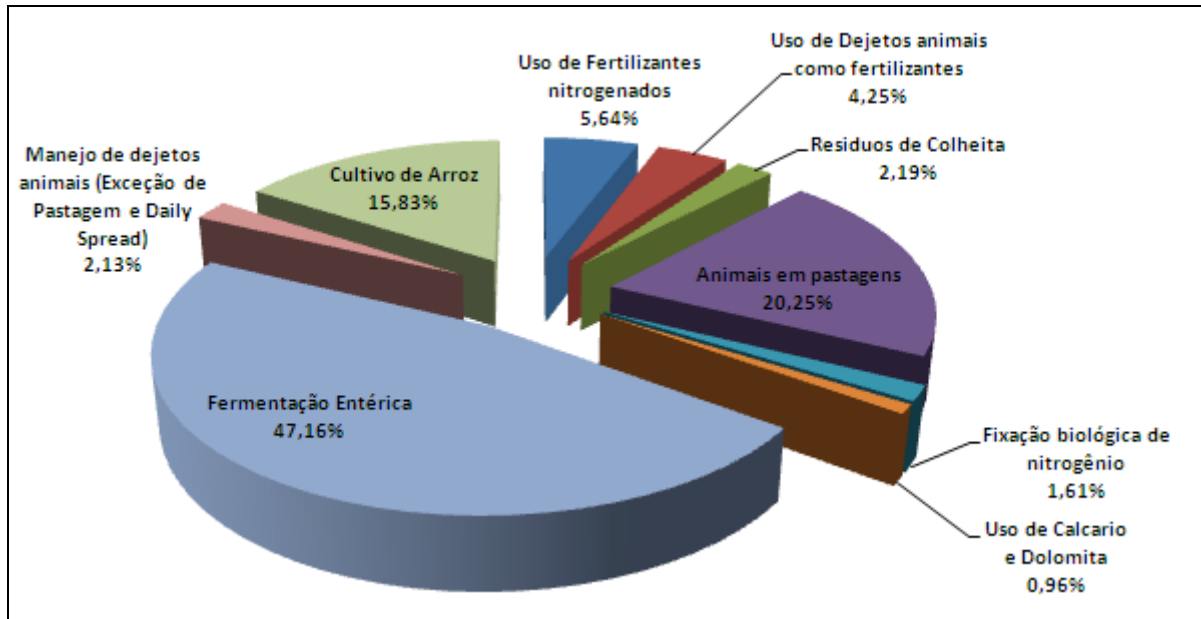


Figura 15 – Emissões de GEE (em TeqCO₂) do setor Agricultura (Fonte : Enviroconsult, 2010)

A pecuária, particularmente a fermentação entérica e as dejeções dos bovinos representam uma parte muito importante das emissões de GEE do setor. Nota-se, também, que a contribuição do cultivo do arroz é significativa e contribui por 15,8% das emissões do setor.

B.3.1. Solos Agrícolas

Esta seção trata das emissões devidas às práticas agrícolas (espalhamento dos fertilizantes minerais e orgânicos, trabalho do solo, calagem).

As emissões de nitrogênio dos fertilizantes (minerais e orgânicos) e também o espalhamento dos lodos, as plantas fixadoras de nitrogênio e a combustão dos resíduos de cultura são fontes de emissões diretas de N₂O nos solos agrícolas. Os fenômenos de redeposição amoniacal e de lixiviação dos solos contribuem também para as emissões indiretas de N₂O nos solos.

O esquema seguinte apresenta, de forma sintética, os principais fluxos do ciclo do nitrogênio (em uma fazenda de leite), o que permite ter uma primeira visão do conjunto das diferentes contribuições de nitrogênio nos solos e especialmente, o nitrogênio "entrando" na exploração principalmente através da alimentação do gado e o nitrogênio "saindo" da exploração através dos produtos animais, que estão na base das emissões de N₂O.

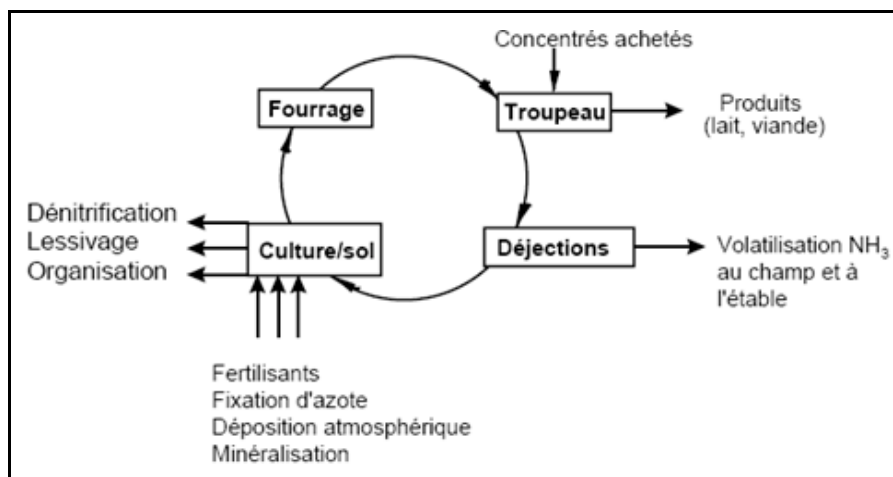


Figura 16 – Principais fluxos do ciclo do nitrogênio em uma fazenda de leite
(Fonte: O Gall e Cabaret)

Tendo em vista a complexidade dos cálculos, não apresentaremos neste relatório a metodologia utilizada de forma detalhada. Entretanto, observaremos aqui que a ferramenta de cálculo foi colocada à disposição da FEPAM, a fim de garantir a transparência dos cálculos efetuados.

Por outro lado, as emissões dos arrozais serão tratadas separadamente. Finalmente, esta seção não inclui as atividades de combustão da agricultura (instalações fixas e máquinas especiais para a agricultura).

B.3.1.a) Emissões diretas

B.3.1.a.a. Fertilizantes minerais

No espalhamento dos fertilizantes minerais e orgânicos, uma parte do nitrogênio contido nos fertilizantes (entre 10 e 20%, dependendo do caso) é perdida sob forma de NO_x/NH_3 . A quantidade de nitrogênio emitida (volatilização) sob forma de N_2O corresponde a 1% do saldo, em conformidade com as recomendações do GIEC.

De acordo com a ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, o consumo de fertilizantes minerais no RS foi de 2.194.064 toneladas em 2005. Uma vez que a parte dos fertilizantes nitrogenados é de 12% na região Sul do Brasil, deduz-se que o consumo de nitrogênio (N) tenha sido de **263.288 toneladas** em 2005.

Em 2005, as emissões ligadas à aplicação de fertilizantes minerais no RS foram de **3.724 toneladas de N_2O** .

Recomendação: Aprofundar e consolidar estes resultados em parceria com a Secretaria de Agricultura (dados já solicitados) e apoiando-se sobre o relatório da EMBRAPA, que deve ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.3.1.a.b. Fertilizantes orgânicos

Os fertilizantes orgânicos correspondem ao espalhamento de estrume animal.

As emissões de N_2O são determinadas a partir dos seguintes dados de atividade:

- quantidade de nitrogênio excretada pelo rebanho;
- compostos nitrogenados oriundos das dejeções animais.

O cálculo das emissões é feito posteriormente, tendo como base a fração de nitrogênio emitido sob forma de NO_x e NH_3 , bem como sobre a taxa de volatilização do nitrogênio sob forma de N_2O .

Os fatores de secreção de nitrogênio (kg N/ano) para cada animal são definidos pelo GIEC e retomados no relatório temático sobre as emissões de N_2O dos solos agrícolas e integrados no 1º inventário das emissões de GEE do Brasil⁹:

- Vacas leiteiras: 70 kg N/ano;
- Bovinos, Búfalos, Cavalos, Burros, Cabras: 40 kg N/ano;
- Porcos: 16 kg N/ano;
- Carneiros: 12 kg N/ano;
- Aves domésticas: 0,6 kg N/ano.

Finalmente, no que diz respeito à gestão dos resíduos orgânicos dos diferentes animais do RS, adotaremos as frações para a região Sul apresentadas na Figura 17 e propostas pela EMBRAPA.

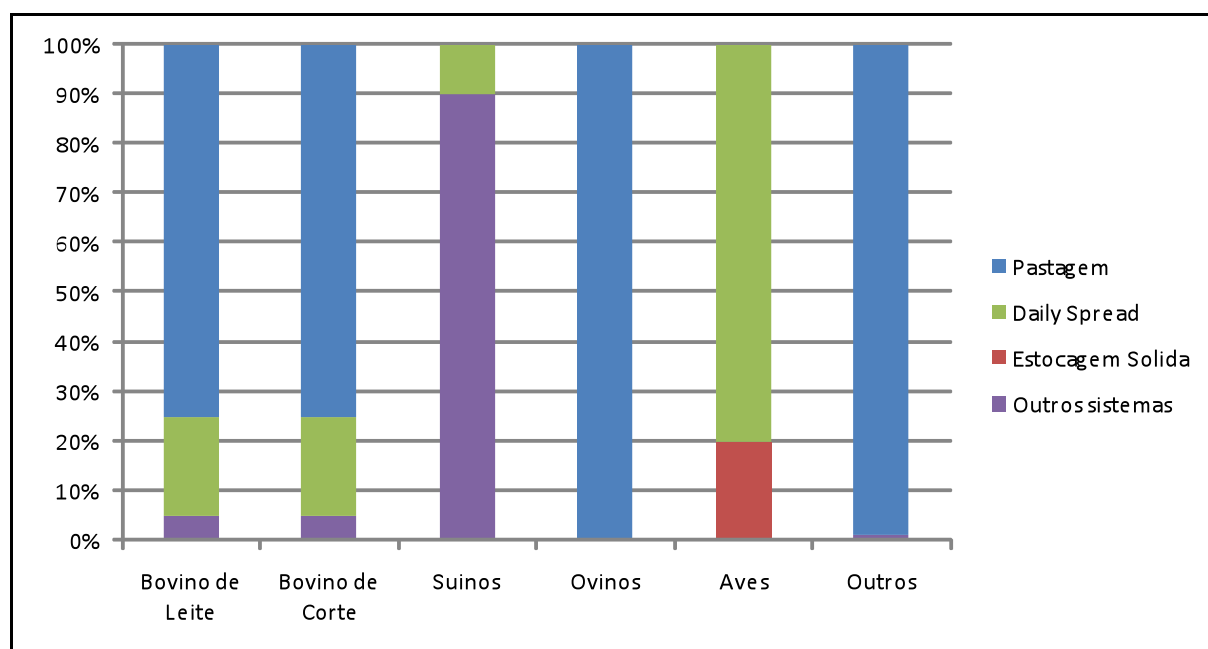


Figura 17 – Gestão das dejeções animais no Brasil
(Fonte: EMBRAPA)

Segundo a Figura 17, o espalhamento de dejeções animais, que corresponde à categoria "Daily spread", é praticada para os rebanhos de bovinos (20%), de porcos (10%) e sobretudo, de aves domésticas, em que 80% das dejeções são utilizadas como fertilizantes orgânicos.

Em 2005, as emissões ligadas à aplicação de fertilizantes orgânicos no RS foram de **2.496 toneladas de N_2O** .

⁹ Emissões de óxido nitroso (N_2O) provenientes de solos agrícolas, EMBRAPA 2006

Recomendação: Consolidar estes resultados utilizando uma metodologia mais detalhada (Tier 2 do GIEC) e o relatório da EMBRAPA a ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil.

B.3.1.a.c. Emissões de N₂O provenientes da fixação do nitrogênio

Certas plantas fixam uma quantidade de nitrogênio superior à média. Este excedente provoca emissões mais importantes de N₂O e são consideradas de forma específica. Estas atividades são as produções de soja, de proteaginosas, de trevos, legumes com casca, legumes secos e pastagens artificiais. No Brasil, em conformidade com as recomendações da EMBRAPA, somente a produção de soja é levada em consideração.

O cálculo das emissões posteriormente baseado sobre o teor em nitrogênio, bem como sobre a taxa de volatilização do nitrogênio sob forma de N₂O.

Com uma superfície cultivada de 4.179.272 hectares em 2005, o RS é um dos maiores produtores de soja no Brasil. No âmbito deste relatório, adotaremos um fator de fixação biológica de N₂ de 0,03 kg de N/kg de Matérias Secas (MS), como recomendado pelo GIEC e pelo relatório da EMBRAPA⁹.

Em 2005, as emissões ligadas à fixação do nitrogênio pela cultura de soja no RS foram de **2.070 toneladas de N₂O**.

Recomendação: Consolidar estes resultados trabalhando em parceria com a Secretaria de Agricultura (dados) e apoiando-se sobre o relatório da EMBRAPA a ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.3.1.a.d. Emissões de N₂O provenientes dos resíduos de cultura

Certas culturas dão lugar à produção de importantes quantidades de resíduos que são abandonados no campo (folhas, palha, etc.). O nitrogênio contido nestes resíduos, uma vez assimilado pelos solos, pode conduzir à produção de N₂O.

Os dados de atividade utilizados são os preconizados pela EMBRAPA, a saber, a produção anual de matérias secas de todas as culturas recenseadas, fora a soja e apresentadas no Quadro 11, que indica a **superfície total cultivada** das culturas no RS em 2005, bem como a porcentagem de MS associada.

Quadro 11 – Superfície cultivada e produção anual em 2005 no RS
(Fonte: IBGE)

Principais produtos das lavouras temporárias	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	% MS Fonte: Embrapa	t MS
Abacaxi	327	327	3 840	14,6	561
Alho	3 249	3 249	20 046	36,2	7 257
Amendoim (em casca)	4 611	4 506	4 062	93,5	3 798
Arroz (em casca)	1 055 229	1 005 871	6 103 289	87,6	5 346 481
Aveia (em grão)	54 936	54 726	102 751	89	91 448
Batata-doce	13 431	13 430	142 504	35	49 876
Batata-inglesa	24 016	23 612	284 137	31,1	88 367
Cana-de-açúcar	32 570	32 439	908 930	89	808 948
Cebola	10 591	10 581	136 211	21,8	29 694
Centeio (em grão)	3 658	3 518	4 557	12,9	588
Cevada (em grão)	86 695	86 695	196 973	89	175 306
Ervilha (em grão)	498	498	1 283	73,8	947
Fava (em grão)	69	69	106	30	32
Feijão (em grão)	118 103	108 580	75 004	87,4	65 553
Fumo (em folha)	242 180	241 730	430 347	80	344 278
Girassol (em grão)	6 028	6 028	9 292	-	-
Linho (semente)	21 914	21 914	15 819	92	14 553
Mamona (baga)	420	210	63	91,5	58
Mandioca	87 307	87 051	1 129 500	38	429 210
Melancia	19 570	19 513	422 182	6,4	27 020
Melão	2 145	2 126	12 394	7,2	892
Milho (em grão)	1 206 119	965 586	1 485 040	89,4	1 327 626
Soja (em grão)	4 179 272	3 733 822	2 444 540	89,8	2 195 197
Sorgo granífero (em grão)	21 672	21 413	27 372	89	24 361
Tomate	2 535	2 528	91 001	6,2	5 642
Trigo (em grão)	844 821	844 420	1 389 731	87,9	1 221 574
Triticale (em grão)	9 843	9 843	14 890	-	-

O cálculo das emissões é depois feito com base no teor de nitrogênio, na taxa de volatilização do nitrogênio sob forma de N₂O, na proporção da quantidade de plantas queimadas, bem como na proporção de plantas retiradas do campo.

Em 2005, as emissões provenientes dos resíduos de cultura no RS foram de **2.811 toneladas de N₂O**.

Recomendação: Consolidar estes resultados trabalhando em parceria com a Secretaria de Agricultura (dados) e apoiando-se sobre o relatório da EMBRAPA a ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.3.1.a.e. Emissões de N₂O provenientes dos animais nas pastagens

Uma grande parte dos rebanhos está nas pastagens e da mesma forma que no espalhamento das dejeções animais, as emissões de N₂O ocorrem na degradação destas dejeções. Estas emissões são determinadas a partir dos dados das seguintes atividades:

- quantidade de nitrogênio excretada pelo rebanho;
- compostos nitrogenados oriundos das dejeções animais.

Em 2005, as emissões provenientes dos animais na pastagem no RS foram de **17.632 toneladas de N₂O**.

Recomendação: Consolidar estes resultados utilizando uma metodologia mais detalhada (Tier 2 do GIEC) e o relatório da EMBRAPA a ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil.

B.3.1.b) Emissões indiretas

Além das emissões diretas apresentadas anteriormente, emissões indiretas ocorrem pelo fato da redeposição amoniacal e da lixiviação dos solos. O cálculo destas emissões retoma, assim, as quantidades de nitrogênio anteriormente estimadas e considera certos coeficientes preconizados pelo GIEC e pela EMBRAPA.

B.3.1.b.a. Emissões de N₂O provenientes da redeposição de NH₃ e NO_x

O nitrogênio anteriormente emitido sob forma de NH₃ e NO_x pode se redepositar nos solos, favorecendo assim a formação de N₂O.

As emissões são determinadas com o auxílio da fração de nitrogênio emitida sob forma de N₂O.

Em 2005, as emissões ligadas à redeposição de NH₃ e NO_x no RS foram de **2.801 toneladas de N₂O**.

B.3.1.b.b. Emissões de N₂O provenientes das águas

Devido à lixiviação dos solos pelas águas, uma parte do nitrogênio do solo é levada embora e dá lugar à formação de N₂O.

As emissões de N₂O são determinadas com o auxílio dos seguintes parâmetros: fração de nitrogênio emitida sob forma de N₂O e fração de nitrogênio que vai nas águas.

Em 2005, as emissões provenientes da lixiviação dos solos pelas águas no RS foram de **12.055 toneladas de N₂O**.

B.3.1.c) Calagem

A calagem, isto é, a mistura com o solo de fertilizadores básicos (rocha calcária esmagada, cal viva) é praticada há muito tempo na agricultura. Ela permite combater a acidificação, fenômeno que diminui a fertilidade do solo. As misturas são de vários tipos: calcário esmagado, dolomita, cal viva, cal magnesiana ou cal apagada.

As misturas sob forma de calcário (CaCO₃) e de dolomita (CaMg(CO₃)₂) provocam emissões de CO₂ na descarbonatação dos carbonatos.

Os fatores de emissões adotados no âmbito deste inventário são aqueles preconizados pelo GIEC, a saber, 441 kg CO₂ / t de produto.

Segundo a ABRACAL – Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola, o consumo aparente de calcário agrícola no RS foi de **863.200 toneladas em 2005**, muito inferior ao consumo médio observado desde 1992, que variava em torno de 2.000.000 toneladas.

Em 2005, as emissões provenientes da calagem no RS foram de **380.671 toneladas de CO₂**.

Recomendação: Aprofundar e consolidar estes resultados em parceria com a Secretaria de Agricultura (dados já solicitados) e apoiando-se sobre o relatório da EMBRAPA a ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.3.1.d) Queima dos resíduos agrícolas

A combustão dos resíduos agrícolas provoca uma liberação importante de CO₂, que corresponde à quantidade absorvida pela planta no processo de fotossíntese. Portanto estas emissões não são contabilizadas. Em contrapartida, outros GEE, tais como o N₂O e o CH₄ são emitidos durante esta combustão e devem ser contabilizados.

No Brasil, a queima de resíduos de safra é hoje principalmente ligada à cultura de cana-de-açúcar¹⁰. Na medida em que este tipo de cultura é relativamente baixo no RS, as emissões de GEE deste setor não serão levadas em consideração no âmbito deste inventário.

B.3.2. Pecuária

Esta seção trata das emissões devidas às atividades relativas à pecuária que se referem, de uma parte, ao fenômeno de fermentação entérica e, de outra parte, às reações químicas geradas pelas dejeções animais.

Estes 2 fenômenos constituem emissões maiores de CH₄ e N₂O.

B.3.2.a) Fermentação entérica

As emissões induzidas pela fermentação entérica são emissões de CH₄, que é um produto da digestão incompleta na fermentação gastro-entérica dos ruminantes. De forma geral, quanto mais o animal consome alimentos, mais ele emite metano. A composição do regime alimentar tem também uma influência significativa.

Os rebanhos a serem considerados são os seguintes:

- Bovinos leiteiros;
- Outros bovinos;
- Os suínos de engorda e jovens;
- Os suínos para reprodução;
- Os carneiros;
- Os caprinos machos e fêmeas;
- Os equinos;
- Os asininos;
- As galinhas, os frangos e outras aves domésticas.

Os dados sobre a composição dos rebanhos estão disponíveis no IBGE e na FEE e provêm do último recenseamento agrícola realizado em 2006 – “*Pesquisa Pecuária Municipal*”. Nota-se aqui que o Estado do RS faz parte dos grandes Estados produtores, em matéria de pecuária, no Brasil.

¹⁰ Emissões de gases de efeito estufa na Queima de Resíduos Agrícolas, EMBRAPA 2010

Quadro 12 – Número de cabeças por rebanho no Rio Grande do Sul
(Fonte: IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal 2006)

Efetivo dos Rebanhos – Cabeças						
Unidade da Federação: Rio Grande do Sul						
Tipo de Rebanho	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bovino	14.581.757	14.669.713	14.239.906	13.974.827	13.516.426	14.115.643
Equino	499.358	484.512	476.639	468.447	449.955	454.938
Bubalino	87.321	85.618	82.159	79.587	71.724	70.868
Asinino	1.785	1.563	1.502	1.503	1.493	1.600
Muar	6.790	6.240	5.893	5.660	4.393	3.867
Suíno	4.145.052	4.094.030	4.233.791	4.339.484	5.197.008	5.320.252
Caprino	77.923	84.525	86.620	87.185	88.771	94.545
Ovino	3.912.103	3.826.650	3.732.917	3.764.031	3.830.061	4.009.938
Galos, frangas, frangos e pintos	108.526.536	109.897.470	108.730.854	109.545.613	114.426.689	119.675.071
Galinhas	18.942.498	18.926.137	18.412.223	19.856.188	19.719.198	20.446.255
Codornas	307.970	334.796	355.619	356.505	372.326	397.393
Coelhos	111.078	109.614	101.191	101.909	98.667	92.739

Sempre seguindo a mesma fonte de informação, em 2005 havia 1.203.601 vacas leiteiras, que se acrescentam, portanto, ao número de bovinos informado no Quadro 12.

Os fatores de emissões nacionais são depois utilizados para determinar as emissões do Estado, indicados no Quadro 13.

Quadro 13 – Fator de emissões de CH₄ por rebanho
(Fonte: MCT)

Rebanho	Fator de Emissão (kg CH ₄ /cabeça)	
	Fermentação entérica	Manejo de dejetos
Gado de Leite	62	1
Equinos	18	1,6
Asininos e Muares	10	0,9
Suínos	1	1
Gado de Corte - Fêmeas adultas	65	-
Gado de Corte - Machos adultos	66	-
Gado de Corte - Jovens	50	-
Aves	0	0,018
Bubalinos	55	1
Caprinos	5	0,17
Ovinos	5	0,16

Nota-se aqui que a fermentação entérica constitui uma fonte chave na medida em que a atividade de pecuária é muito desenvolvida no RS. No âmbito deste inventário, adotamos uma abordagem simplificada, que corresponde à metodologia de nível 1 preconizada pelo GIEC.

Entretanto, é importante sublinhar desde já que as emissões deste setor necessitarão ser aprofundadas, particularmente caracterizando de forma mais detalhada o gado. As informações seguintes poderão ser solicitadas junto à Secretaria da Agricultura do RS:

- Consumo de alimentação cotidiana média: de forma geral, os dados relativos ao consumo cotidiano médio não estão disponíveis, especialmente para o gado de pastagem. Metodologias preconizadas pelo GIEC permitem estimar este consumo a partir de dados sobre o peso dos animais, as condições alimentares, a digestibilidade da alimentação, a produção leiteira por dia e o teor em gorduras, entre outros.
- Fator de conversão de metano (porcentagem de energia alimentar convertido em metano).

Todos estes dados permitirão, por um lado, avaliar de forma mais precisa os fatores de emissões e por outro lado, apresentar de forma mais precisa a atividade de pecuária, o que permitirá determinar estratégias de atenuação mais pertinentes.

Em 2005, as emissões ligadas à fermentação entérica no RS foram de **894.322 toneladas de CH₄**.

Recomendação: Aprofundar e consolidar estes resultados em parceria com a Secretaria de Agricultura (dados) e apoiando-se sobre o relatório da EMBRAPA a ser publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.3.2.b) Gestão das dejeções animais

No caso da determinação das emissões induzidas pelas dejeções animais, várias categorias devem ser consideradas:

- as emissões de CH₄ provenientes das dejeções animais;
- as emissões de N₂O provenientes dos compostos nitrogenados oriundos das dejeções animais. Nesta parte, somente as emissões devidas à estocagem das dejeções são contabilizadas. As emissões indiretas (re deposição do nitrogênio, lixiviação dos solos) e as devidas ao espalhamento das dejeções foram contabilizadas na seção anterior relativa às culturas.

Para estimar as emissões de CH₄ ligadas à gestão das dejeções animais, utilizaremos os mesmos dados que anteriormente.

B.3.2.b.a. Compostos orgânicos

As emissões induzidas pelas dejeções animais são emissões de CH₄. Os rebanhos a serem considerados são os mesmos que os utilizados para calcular as emissões devidas à fermentação entérica. Os fatores de emissão nacionais são depois utilizados para determinar as emissões.

Em 2005, as emissões induzidas pelas dejeções animais no RS foram de **23.429 toneladas de CH₄**.

B.3.2.b.b. Compostos nitrogenados

As emissões de N₂O deste setor correspondem à quantidade de nitrogênio excretada pelos animais. No RS, estas emissões estão essencialmente ligadas à estocagem sólida das dejeções das aves domésticas e aos sistemas de gestão de dejeções dos porcos.

Em 2005, as emissões induzidas pelas dejeções animais no RS foram de **1.144 toneladas de N₂O**.

Recomendação: Aprofundar e consolidar estes resultados em parceria com a Secretaria de Agricultura (dados) e apoiando-se sobre o relatório da EMBRAPA, que foi publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.3.3. Cultivo do arroz

O RS é o maior produtor de arroz do Brasil, como indicado na Figura 18.

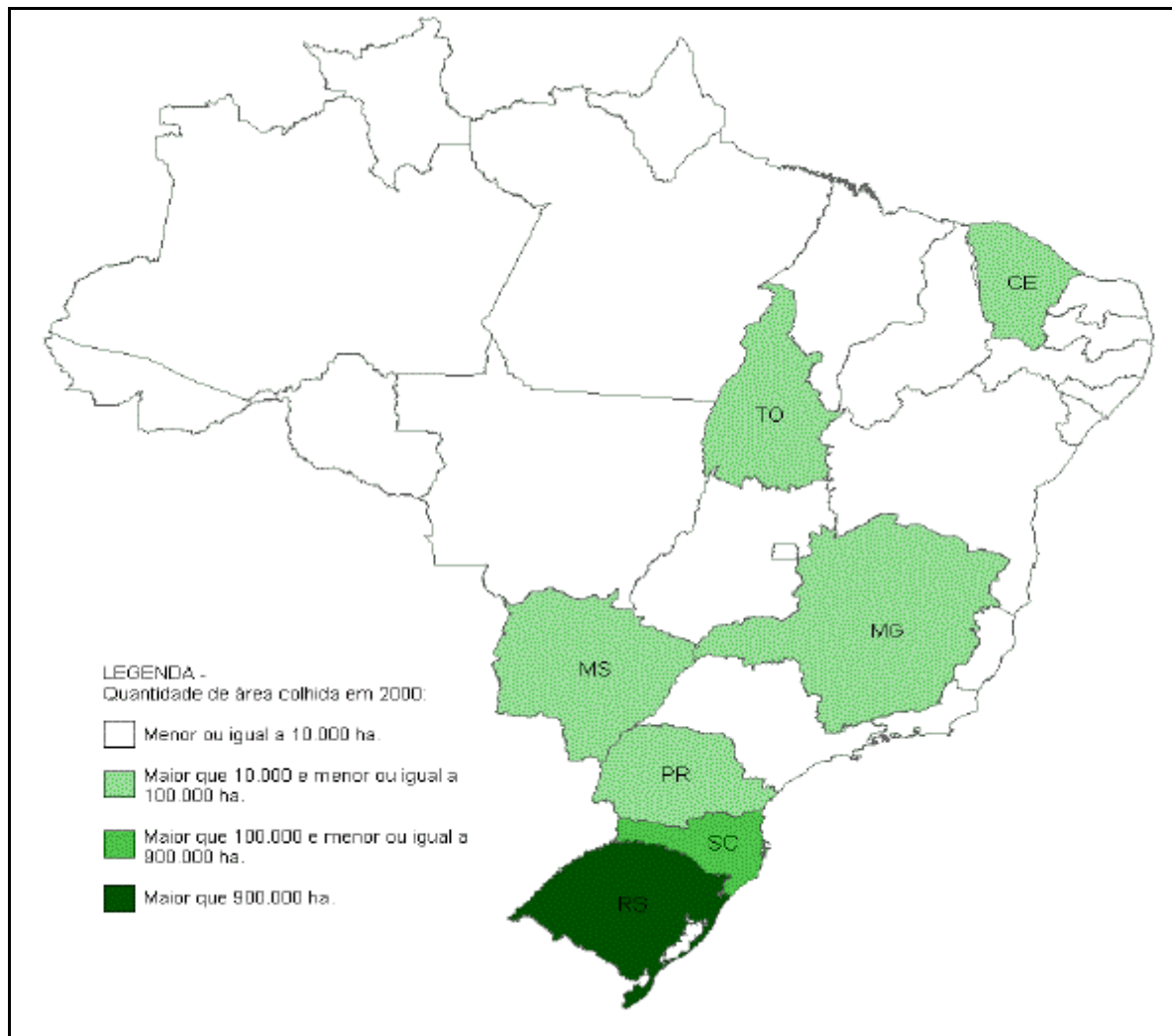


Figura 18 – Superfície de arroz de irrigação cultivado no Brasil em 2000
(Fonte : EMBRAPA)

No 2º inventário de GEE do Brasil, a EMBRAPA, publicou um relatório¹¹ de referência sobre as emissões de CH₄ ligadas à cultura do arroz. A sua metodologia é detalhada e os resultados são relacionados a cada Estado. Os resultados apresentados neste inventário correspondem a uma extração do relatório da EMBRAPA. A metodologia de cálculo, bem como os dados de base, são apresentados de forma detalhada abaixo.

Os dados necessários para calcular as emissões da cultura do arroz são os seguintes:

¹¹ Emissões de metano do cultivo de arroz, EMBRAPA 2010

- Superfície de arroz colhido: esta informação pode ser obtida na EMBRAPA, mas também junto a organismos locais, tais como, IRGA, FARSUL ou EMATER, bem como a Secretaria de Agricultura do RS. A superfície colhida foi de **1.000.495 ha em 2005**.
- Sistema de irrigação: no RS, a cultura do arroz se faz unicamente por inundação contínua.
- Informação sobre a aplicação de fertilizantes orgânicos e o tipo de solo.

As informações anteriores (sistema de irrigação, aplicação de fertilizantes orgânicos) são traduzidas de maneira numérica por fatores de escala. O fator de emissão (g CH₄/m²) é posteriormente calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$FE = FE_c * SF_w * SF_o * SF_s$$

Onde:

FE_c: Fator de emissão para campos inundados continuamente sem contribuição orgânica suplementar. O valor de 20 g/m² foi adotado como sendo o mais representativo no Brasil.

SF_w: Fator de escala para levar em consideração os diferentes ecossistemas e sistemas de gestão da água. Tem valor 1 para os sistemas continuamente inundados.

SF_o: Fator de escala que varia em função do tipo e da quantidade de contribuições orgânicas aplicadas. O Quadro 14 indica o valor deste fator em função das contribuições orgânicas.

Quadro 14 – Fator de escala correspondente à quantidade de contribuições orgânicas aplicadas para o cultivo de arroz (Fonte: EMBRAPA)

Quantidade de matéria seca aplicada (t/ha)	Fator de escala - SF _o	Intervalo
1-2	1,5	1-2
2-4	1,8	1,5-2,5
4-8	2,5	1,5-3,5
8-15	3,5	2-4,5
15+	4	3-5

Nota: Para usar a tabela para acréscimos orgânicos fermentados, dividir a quantidade aplicada por seis.
Fonte: proveniente de Denier va der Gon e Heue, 1995.

Fonte: Good Practice Guidance, 2000

No âmbito do inventário nacional, foi considerado que no RS, 2 t de matéria orgânica (palha) era aplicada por hectare para as culturas de tipo pré-germinada e convencional, o que corresponde a um fator de 1,5.

SF_s: Fator de escala que depende do tipo de solo. Este fator de escala não foi levado em consideração (Valor de 1).

Assim, obtém-se um Fator de Emissões de 30 gCH₄/m². Em 2005, as emissões induzidas pelo cultivo de arroz no RS foram de **300.149 toneladas de CH₄**.

Citaremos, por outro lado, o trabalho de pesquisa efetuado pelo IRGA, que determinou fatores de emissões (em g CH₄/ha) em função do crescimento e do tipo de sistema de plantação do arroz.

Recomendação: Consolidar e eventualmente aprofundar estes resultados em parceria com a Secretaria de Agricultura e o IRGA.

B.4. Uso do Solo e Mudanças no Uso do Solo

Esta seção trata das atividades ligadas às mudanças no uso do solo, bem como das emissões/absorções ligadas à floresta. Ela exclui as emissões ligadas à utilização energética em silvicultura e agricultura, bem como as emissões específicas ligadas à prática da agricultura (emissões dos solos devidas ao espalhamento de fertilizantes nitrogenados, de fertilizadores calcários), que foram tratadas nas partes anteriores.

Trata-se de um setor muito importante no Brasil, a mudança no uso do solo representa cerca de 57% das emissões de GEE do país em 2005.

Entretanto, tendo em vista a complexidade dos cálculos e a incerteza sobre os dados a nossa disposição, não apresentaremos resultados no âmbito deste inventário, mas unicamente algumas pistas de reflexão que permitirão uma primeira avaliação futura das emissões.

B.4.1. Uso do solo no Rio Grande do Sul

O RS é composto por diferentes territórios cuja distribuição e cujas características são muito variadas. A análise da ocupação dos solos é um assunto de atualidade e vários estudos recentes foram conduzidos ou estão sendo realizados a fim de compreender de forma mais precisa o uso do solo. Citaremos particularmente o relatório “*Zoneamento ambiental da silvicultura*” [SEMA/RS, 2010] que se apóia em dois relatórios técnicos, realizados no âmbito do projeto PROBIO – *Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da diversidade Biológica Brasileira*, a fim de definir de forma precisa a ocupação dos solos.

- “*Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica*”, publicado em 2007 pelo IESB – *Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia*. Este trabalho foi realizado em parceria com a UFRJ e a UFF.
- “*Cobertura vegetal do bioma Pampa, Relatório técnico*”, publicado em 2007 também pela secretaria de *Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente*. Este trabalho foi realizado em parceria com a UFRGS e a EMBRAPA, com o apoio do CNPq, do PNUD, do The World Bank e do GEF.

Estes dois estudos de caracterização da ocupação dos solos foram realizados com base em levantamentos feitos por satélites entre 2001 e 2003.

Mencionaremos também a tese de doutorado do Professor Elvis Rabuske Hendges da universidade de Santa Maria, “*Modelos Estocásticos da Dinâmica da Paisagem Florestal e simulação de cenários para o Estado do Rio Grande do Sul no período de 1988 a 2020*”, que propõe simulações da evolução da ocupação dos solos neste período.

Finalmente, no início de 2010, um acordo de cooperação foi assinado entre a SEMA/RS e o Ministério do meio ambiente, tendo como objetivo a realização do inventário Florestal do RS. Isso permitirá, entre outras coisas, atualizar os resultados do inventário florestal¹² de 2001.

¹² Relatório Final do Inventário Florestal contínuo do Rio Grande do Sul, SEMA/RS, 2001

Existem dois biomas importantes no RS: "Pampa" e "Mata Atlântica", ilustrados na Figura 19.

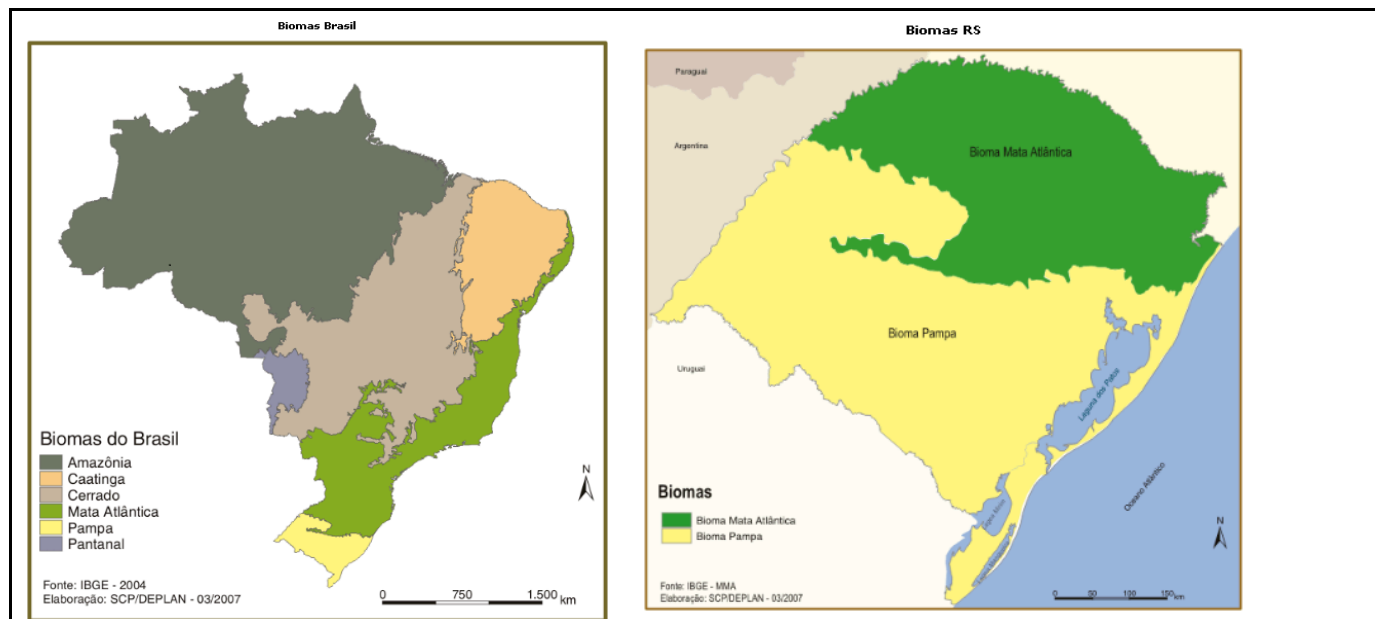


Figura 19 – Mapas dos diferentes biomas no Brasil e no Estado do RS.
(Fonte: IBGE, 2004, Lei nº11.428, de 22 de dezembro de 2006)

A superfície total do RS é de 281.761 km², dos quais 36% são ligados ao bioma "Mata Atlântica" e 64% ao bioma "Pampa".

A ocupação do solo foi determinada segundo as regras do IBGE, indicadas no Manual Técnico da Vegetação¹³. O Quadro 15 apresenta a compilação dos dados indicados nos relatórios técnicos do PROBIO sobre a ocupação dos solos no RS em 2002.

¹³ Sistema Fisionômico-Ecológico de Classificação segundo o Manual Técnico de Vegetação, IBGE, 1992

Quadro 15 – Ocupação dos solos no Rio Grande do Sul em 2005
(Fonte: SEMA/RS)

Tipo de Vegetação	Area (ha)	%
Agricultura culturas cíclicas	6 247 185	23,27
Afloramento rochoso	20 997	0,08
Agropecuaria	8 832 937	32,90
Água (ocorrência natural)	295 464	1,10
Água (barramentos)	204 789	0,76
Áreas antropizadas indiscriminadas	61	0,00
Pecuaria (Pastagem)	177 508	0,66
Floresta estacional decidual aluvial	49 014	0,18
Floresta estacional decidual montana	550 571	2,05
Floresta estacional decidual submontana	1 352 801	5,04
Floresta ombrofila densa aluvial	5	0,00
Floresta ombrofila densa de terras baixas	4 468	0,02
Floresta ombrofila densa montana	63 603	0,24
Floresta ombrofila densa submontana	34 745	0,13
Dunas	120 593	0,45
Estepe arborizada	1 702 318	6,34
Estepe gramíneo-lenhosa	464 739	1,73
Ecotono Estepe/Floresta estacional	13 828	0,05
Floresta estacional semidecidual de terras baixas	63 990	0,24
Floresta estacional semidecidual montana	48 752	0,18
Floresta estacional semidecidual submontana	208 763	0,78
Área degradada por mineração	5 037	0,02
Influência urbana	220 312	0,82
Floresta ombrofila mista alto montana	46 156	0,17
Floresta ombrofila mista montana	573 103	2,13
Floresta ombrofila mista submontana	5 100	0,02
Vegetação não classificada	27	0,00
Formação pioneira	370 047	1,38
Restinga	159 851	0,60
Reflorestamento	414 200	1,54
Escotono Savana/Floresta Estacional	56	0,00
Savana estépica arborizada	296 358	1,10
Savana estépica agramíneo-lenhosa	4 300 011	16,02
Vegetação secundária inicial	302	0,00
TOTAL	26 847 691	

Por outro lado, no âmbito do “Zoneamento Ambiental da Silvicultura”, uma classificação de utilização dos solos é disponível para cada UPN – Unidade de Paisagem Natural, que corresponde a regiões naturais homogêneas que têm um objetivo de planificação ambiental a um nível de detalhe mais elevado. Estas UPN foram especialmente utilizadas como base para definir as linhas diretrizes do trabalho de análise da atividade silvicultura.

Entretanto, não dispomos de informações baseadas em levantamentos de satélites quanto à evolução da ocupação dos solos no RS desde 2003.

B.4.2. Evolução do uso do solo

A tese de Doutorado do Professor Elvis Rabuske Hendges apresenta estimativas da ocupação dos solos para diferentes anos, 1988, 1998 e 2007, o que permite obter uma primeira estimativa da evolução anual da ocupação do solo no RS no período 1998/2007. A Figura 20 seguinte ilustra esta evolução.

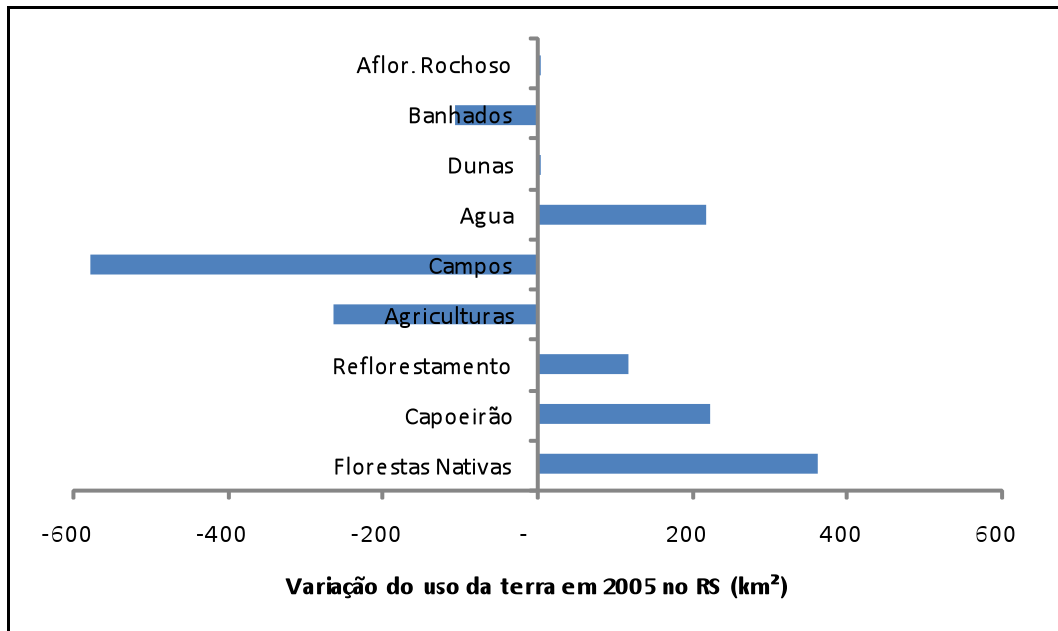


Figura 20 – Média anual no período 1998/2007 da variação da utilização dos solos no RS
(Fonte: Universidade Santa Maria/RS)

Segundo este estudo, a ocupação dos solos pelas categorias “Campos” e “Agriculturas” teria fortemente diminuído no período 1998/2007, em proveito das superfícies com madeira, principalmente. Sublinharemos, entretanto, a forte incerteza ligada a estes dados, que repousam sobre simulações e não levantamentos de ocupação dos solos.

B.4.3. Variação dos estoques de carbono

A fim de realizar uma estimativa das emissões /absorções de CO₂ ligadas à modificação de utilização dos solos, uma primeira abordagem consiste em avaliar, para cada tipo de solos, as variações dos estoques de carbono como diferença média anual entre estimações efetuadas em dois pontos temporais diferentes: Trata-se do método de diferença dos estoques, cuja equação é apresentada abaixo.

$$\Delta C = \frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

onde,

ΔC = Variações anuais dos estoques de carbono, em toneladas C por ano

C_{t_1} = Estoque de carbono no ponto temporal t_1 , em toneladas C

C_{t_2} = Estoque de carbono no ponto temporal t_2 , em toneladas C

As variações das categorias de estoques de Carbono (que implicam transferências em direção à atmosfera) podem depois ser convertidas em unidades de emissões de CO₂ multiplicando as variações dos estoques de C por -44/12.

No estado atual dos dados à nossa disposição, não estamos em condição de estimar as variações dos estoques de carbono. Portanto, as emissões e absorções de CO₂ associadas são imputáveis à modificação de utilização dos solos. Vários motivos principais nos permitem explicar o fato:

- **A incerteza dos dados fontes:** não dispomos de informações suficientes para que nos permita estimar a variação anual dos estoques de carbono, tendo em vista que conhecemos somente a ocupação dos solos para o ano 2002.
- **A complexidade dos cálculos:** a estimativa das emissões/absorções de CO₂ devidas ao uso do solo e suas mudanças é muito complexa e necessita da participação de numerosos organismos de pesquisas, peritos e universitários. Os trabalhos realizados em nível nacional no âmbito do 1º inventário de GEE do Brasil¹⁴ necessitaram da implicação de numerosos parceiros, especialmente a FUNCATE e o INPE.

No âmbito do 2º inventário de GEE do Brasil, relatórios temáticos sobre as emissões/absorções de CO₂ ligadas à conversão das florestas e o abandono das terras cultivadas, a modificação dos estoques de carbono das florestas plantadas ou a mudança no uso do solo deverão ser publicados até dezembro 2010. Além do mais, no âmbito da realização do inventário florestal do RS, iniciado no começo de 2010, as informações sobre a ocupação dos solos serão publicadas e poderão também servir de base para avaliação do impacto destas variações em prazos de emissões de GEE. Poderemos, portanto, atualizar o inventário GEE do RS a partir destes resultados, que serão publicados entre 2010 e 2011.

Recomendação: Integrar as emissões/absorções de GEE ligadas à mudança no uso do solo apoiando-se sobre os relatórios a serem publicados no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil, bem como os trabalhos em curso no RS (*Inventário Florestal 2010*). Trabalhar em parceria com a UFRGS, DEFAP, INPE e FUNCATE.

Na seção seguinte, apresentamos de forma mais detalhada os dados disponíveis, concernindo a duas categorias específicas de utilização dos solos: as florestas plantadas (Pinho e Eucalipto) e a Mata Atlântica.

B.4.4. Florestas plantadas: pinho e eucalipto

Esta seção corresponde a uma apresentação de pistas de reflexão que permitem uma primeira estimativa das emissões/seqüestros de GEE ligadas à modificação da superfície de florestas plantadas no RS.

O pinho e o eucalipto são as duas principais espécies de árvores plantadas no RS, cuja utilização é principalmente dedicada à indústria do Papel & Celulose. Dispomos, portanto, de informações relativamente precisas no que diz respeito à evolução da superfície plantada destas duas espécies desde 2000, apresentada no Quadro 16.

¹⁴ Emissões e remoções de dióxido de carbono por conversão de florestas e abandono de terras cultivadas, MCT, 2006

Quadro 16 – Superfície de florestas plantadas e teor em carbono para o pinho e o eucalipto
(Fonte: ABRAF, SEMA/RS, FEAM/MG)

	Superfície de Florestas Plantadas (ha)						2000/2009	Teor de Carbono (tC/ha)
	2000	2005	2006	2007	2008	2009		
Eucalipto	111525	179690	184245	222245	277320	271980	+144%	134,04
Pinus	153583	185080	181378	182378	173160	171210	+11%	67,22
TOTAL	265108	364770	365623	404623	450480	443190	+67%	

Observamos um aumento importante da superfície de florestas de Eucalipto no período 2000/2009.

A fim de estimar as emissões/sequestros de carbono das florestas plantadas em 2005, o método da variação de estoque de carbono apresentado anteriormente pode ser utilizado em primeira aproximação, fazendo a hipótese de que a variação de superfície de florestas plantadas em 2005 corresponde à média observada no período 2000/2009. Segundo esta hipótese, a superfície plantada aumentou de 17.828 ha para o eucalipto e 1.959 ha para o pinho.

Quanto aos fatores de emissões, eles são oriundos do relatório¹⁵ da FEAM/MG publicado em 2008 e têm base em dados do IEF – *Instituto Estadual de Florestas*.

Entretanto, tendo em vista a grande incerteza ligada a este tipo de cálculos e considerando o fato de que um relatório de referência em nível federal deverá ser publicado até dezembro de 2010, não apresentaremos quaisquer resultados neste relatório.

Recomendação: Integrar os resultados de emissões/absorções de GEE das florestas plantadas, trabalhando em parceria com a FIERGS (dados) e apoiando-se sobre o relatório de FBDS¹⁶ sobre as florestas plantadas, publicado no âmbito do 1º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia) e do qual uma versão atualizada deveria ser publicada no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil.

B.4.5. Desmatamento da Mata Atlântica

Esta seção corresponde a uma apresentação de informações que permitem uma primeira estimativa das emissões/sequestros de GEE ligados à modificação da superfície de *Mata Atlântica* no RS.

A *Mata Atlântica*, que corresponde ao bioma mais rico no mundo no que diz respeito à biodiversidade, se estende do RS ao Piauí sobre cerca de 1,3 milhões de km², ou seja, 15% do território nacional.

Entretanto, segundo a ONG *SOS Mata Atlântica*, 93% da *Mata Atlântica* já foi devastada, e continua a ser colocada em perigo pela atividade humana apesar das numerosas medidas de proteção. Esta ONG recenseia a evolução da superfície ocupada pela *Mata Atlântica* nos municípios brasileiros e no RS. A seguir são apresentados os dados para o período 2000/2008:

- 2000/2005: diminuição da superfície ocupada pela floresta ("mata") de 2.907 ha
- 2005/2008: diminuição da superfície ocupada pela floresta ("mata") de 3.117 ha

¹⁵ Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais, FEAM/MG, 2008

¹⁶ Emissões e remoções de dióxido de carbono por mudanças nos estoques de florestas plantadas, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2006

De mesma forma que anteriormente, a fim de estimar as emissões/sequestros de carbono da *Mata Atlântica* em 2005, podemos utilizar o método da variação de estoque de carbono, fazendo a hipótese de que a variação de superfície da *Mata Atlântica* em 2005 corresponde à média observada no período 2000/2009. Segundo esta hipótese, a superfície plantada diminuiu de 753 ha.

No que se refere ao fator de emissão, o relatório da EMBRAPA publicado no âmbito do 1º inventário de emissões de GEE do Brasil [FBDS, 2006] nos indica um valor de 123,6 tC/ha.

Entretanto, tendo em vista a incerteza muito grande ligada a este tipo de cálculos e considerando o fato que um relatório de referência em nível federal deveria ser publicado até dezembro 2010, não apresentamos qualquer resultado neste relatório.

Recomendação: Integrar os resultados de emissões/absorções de GEE ligadas ao desmatamento apoiando-se sobre o relatório de referência sobre as florestas, que será publicado no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.5. Resíduos

Esta seção trata das atividades relativas ao processamento dos resíduos.

Os resíduos de qualquer natureza gerados pelas atividades domésticas, industriais, agrícolas, hospitalares, etc. são normalmente eliminados após processamento através de diferentes meios. Os diferentes procedimentos implementados geram rejeitos, muitas vezes significativos, de poluentes como o CH₄ dos aterros.

As seções que seguem descrevem as metodologias implementadas e os resultados para os diversos tipos de resíduos considerados neste inventário, a saber:

- Os resíduos sólidos urbanos, principalmente eliminados em aterro;
- Os efluentes domésticos e industriais, que são objeto de vários tipos de processamento.

As emissões totais do Setor Resíduos totalizaram **1.763.036 teqCO₂** em 2005. A Figura 21 apresenta uma síntese das emissões por setor inventariado.

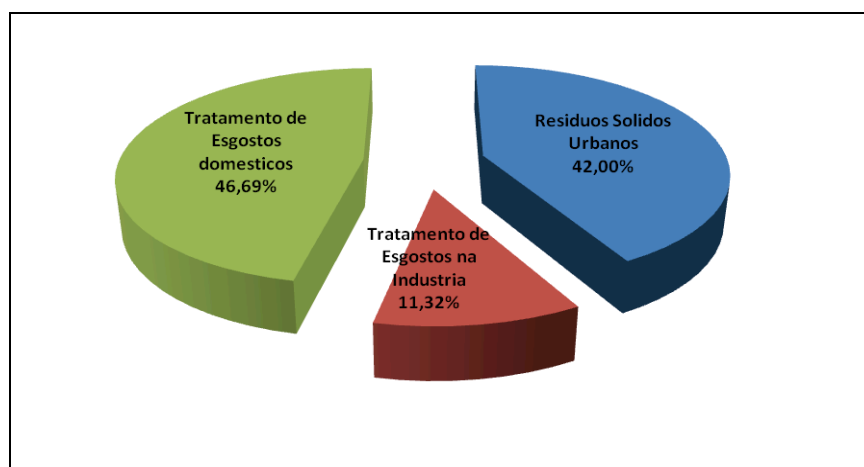


Figura 21 – Emissões de GEE (em TeqCO₂) do Setor dos Resíduos (Fonte : Enviroconsult, 2010)

B.5.1. Resíduos sólidos urbanos

Os resíduos sólidos urbanos podem ser uma fonte de metano (CH₄) quando eles se decompõem de forma anaeróbica nos aterros. Existem também emissões de dióxido de carbono (CO₂), mas tendo em vista que elas são de origem biogênica, elas não são incluídas no âmbito deste inventário.

Os resíduos sólidos podem provir de numerosas fontes, domésticas, comerciais e industriais. Entretanto, no âmbito deste inventário, serão unicamente considerados os resíduos sólidos domésticos, que representam a maior parte dos resíduos sólidos.

No RS e de maneira mais geral, no Brasil, diferentes tipos de aterros são utilizados para a estocagem do lixo doméstico. Os resíduos levam então vários anos para se decompor, e o volume de CH₄ assim produzido depende de vários parâmetros, apresentados abaixo. Encontraremos no Anexo 3 um relatório detalhado da metodologia utilizada para estimar as emissões de CH₄ dos resíduos sólidos urbanos. São apresentados neste relatório as principais hipóteses e resultados.

- **Quantidade de resíduos colocados em aterro cada ano:** a partir da produção média de resíduos por habitante e por ano em função do tamanho do município, indicada no Quadro 17, é possível estimar a produção anual de resíduos no RS. Para informação, em 2005, a quantidade de resíduos sólidos urbanos foi de 953.067 toneladas.

Quadro 17 - Produção anual média de resíduos
(Fonte: Ministério das Cidades)

Faixa de população (hab)	Geração média (kg/hab.dia)
Até 15.000	0,6
15.001 a 50.000	0,65
50.001 a 100.000	0,7
100.001 a 200.000	0,8
200.001 a 500.000	0,9
Acima de 500.000	1,15

- **Composição dos resíduos** (cinética de degradação, conteúdo em Carbono Orgânico Degradável DCO): o Quadro 18 ilustra a composição média dos resíduos e seu conteúdo em carbono orgânico degradável segundo o tamanho do município no RS.

Quadro 18 - Composição média e DCO dos resíduos sólidos no RS
(Fonte: ENGEBIO)

Faixa (hab)	Food	Paper Cardboard	Wood	Textile	Plastic, Glass, Metal	Other
0 - 60.000	63,73%	5,37%	0,47%	1,73%	10,54%	18,17%
60.001 - 500.000	55,64%	12,80%	0,37%	2,23%	17,62%	11,38%
500.001 - 2.500.000	53,90%	15,62%	0,86%	2,34%	16,09%	11,20%
DCO	15%	40%	43%	24%	-	-

- **Disposição final dos resíduos:** os dados, no que diz respeito à situação dos aterros no RS, foram obtidos junto à FEPAM (entrevistas, consulta da base de dados de "Licenciamento"). A Figura 22 apresenta a porcentagem da população

atingida por cada tipo de aterros recenseado no RS. Em 2005, 24,5% dos resíduos eram enviados para "aterro sanitário" (aterros controlados) e, sobretudo, mais de 70% dos sistemas de disposição final não eram conhecidos.

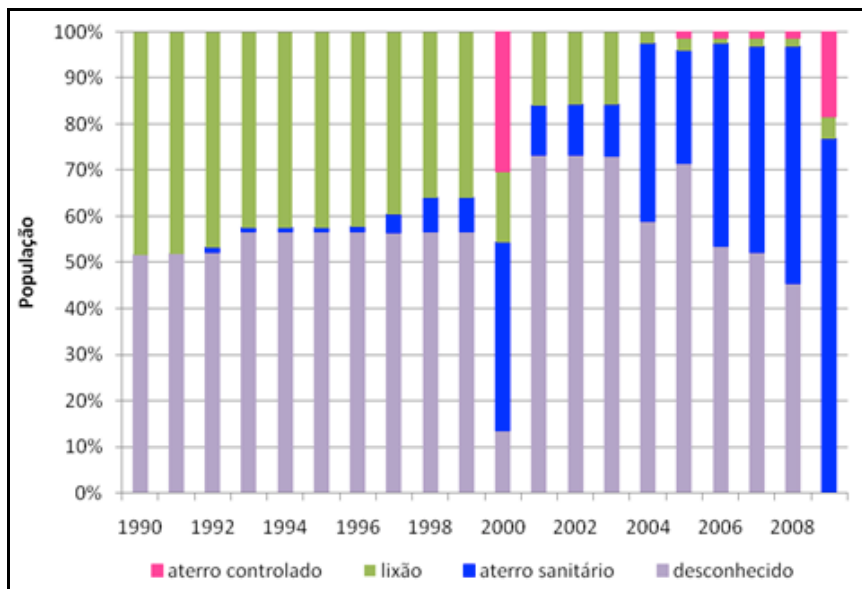


Figura 22 – Porcentagem de população por tipo de aterro
(Fonte: ENGEBIO)

Estima-se as emissões de CH₄ ligadas à decomposição anaeróbica dos resíduos sólidos em aterro a partir da metodologia do GIEC, detalhada no relatório apresentado no Anexo 3.

Em 2005, as emissões induzidas pela decomposição dos resíduos sólidos em aterros no RS foram de **35.257 toneladas de CH₄**.

B.5.2. Efluentes

Os efluentes podem tanto ser uma fonte de CH₄ quando elas são tratadas ou eliminadas de forma anaeróbica, quanto ser fonte de N₂O. As emissões de CO₂ provenientes dos efluentes não são tratadas nas Linhas diretrizes do GIEC, pois elas são de origem biogênica e não deveriam ser incluídas nas emissões totais. Os efluentes provêm de numerosas fontes domésticas, comerciais e industriais. Elas podem ser tratadas no lugar (não coletadas), conduzidas por esgotos em direção a uma estação de purificação (coletadas), ou rejeitadas, sem serem tratadas, na vizinhança ou por intermédio de um desaguadouro.

O volume de CH₄ assim produzido depende principalmente da quantidade de matérias biodegradáveis nos efluentes e do sistema de purificação.

B.5.2.a) Efluentes domésticos

No Rio Grande do Sul, apenas 19% da população gaúcha tem acesso a coleta e tratamento de esgoto [Agenda 2020, Rio Grande do Sul].

Os Efluentes domésticos são geralmente tratadas em estações de purificação centralizadas, em latrinas com fossa, fossas sépticas ou simplesmente evacuadas, através dos esgotos abertos ou fechados, das lagunas ou curso de água não tratados. Os

sistemas de purificação e de rejeição são muito diferentes dependendo de se o usuário vive em zona rural ou urbana. O Quadro 19 indica os sistemas de tratamento dos esgotos utilizados no RS, nos meio urbano e rural. Trata-se de uma estimativa para o ano 2005, baseada sobre informações do IBGE¹⁷.

Observamos que 52% dos Efluentes domésticos são tratadas em fossas sépticas, 6% em reatores anaeróbicos e que 42% não são objeto de qualquer tratamento e são descartadas diretamente na natureza.

Quadro 19 – Sistema de tratamento dos esgotos domésticos no RS e fatores de emissões associados
(Fonte: IBGE & MCT)

	Fossa séptica	Rio, lago ou mar	Reator Anaerobico
Urbana (%)	47,06	24,10	5,70
Rural (%)	5,04	18,11	-
Total (%)	52,10	42,20	5,70
Fator de Emissão (kg CH ₄ /kg DBO)	0,48	0,30	0,06

Em 2005, a população do RS era de 10.486.207 habitantes, dos quais 83,13% em meio urbano [SEPLAG, 2010].

O segundo fator que serve para determinar o potencial de produção do CH₄ dos efluentes domésticos é o volume de matérias biodegradáveis nos efluentes domésticos. Diversos parâmetros são utilizados para medir a componente orgânica dos efluentes domésticos entre os quais a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). No âmbito deste inventário, adotaremos o valor preconizado pelo MCT, que é de 50 g DBO/hab./dia.

Para cada sistema de tratamento dos efluentes domésticos, associamos um fator de emissão, expresso em kg CH₄ / kg DBO. Os fatores de emissões adotados no âmbito deste inventário correspondem aos preconizados pela CETESB¹⁸ e são informados no Quadro 19.

Após, estimamos as emissões de CH₄ provenientes dos efluentes domésticos através da seguinte equação:

$$\text{Emissões } CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] \cdot TOW$$

U_i: fração de população por grupo de rendas *i* no ano de inventário

T_{i,j}: grau de utilização da via ou do sistema de tratamento e/ou de eliminação, *j*, para cada fração de grupo por rendas *i*

TOW: total de matérias orgânicas nos efluentes domésticos do ano de inventário, kg DBO/ano

EF_j: fator de emissão, kg CH₄ / kg DBO

Em 2005, as emissões induzidas pelo tratamento dos efluentes domésticos no RS foram de **24.335 toneladas de CH₄**.

¹⁷ Domicílios particulares permanentes e Moradores em Domicílios particulares permanentes por situação e tipo do esgotamento sanitário, Censo IBGE 2000 & Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, IBGE 2000

¹⁸ Emissões de metano no tratamento e na disposição de resíduos, CETESB, 2006

O N₂O é também associado à degradação dos componentes do nitrogênio nos efluentes domésticos. Os efluentes domésticos incluem os dejetos humanos misturados a outros efluentes domésticos e emissões diretas de N₂O, que são produzidas durante a nitrificação e a desnitrificação do nitrogênio presente nestes efluentes domésticos.

A quantidade de nitrogênio presente nos efluentes domésticos repousa principalmente sobre o consumo anual de proteína por habitante por ano. No sul do Brasil, ela é estimada em 95,1 g/habitante/dia [CETESB, 2006]. A partir da fração de nitrogênio presente na proteína (0,16, kg N/kg proteína segundo o GIEC), podemos estimar as emissões de N₂O em proveniência dos efluentes domésticos a partir da seguinte equação:

$$\text{Emissões } N_2O = N_{\text{EFUENTE}} \cdot FE_{\text{EFUENTE}} \cdot 44/28$$

N_{EFUENTE}: nitrogênio presente no efluente e que é descartado em meios aquáticos, N kg/ano

EF_{EFUENTE}: fator de emissão para as emissões de N₂O oriundas de efluentes domésticos descartados, N₂O-N kg/kg N. O fator de emissões padrão do GIEC para as emissões de N₂O resultante do efluente de nitrogênio dos efluentes domésticos é de 0,005 (0,0005 – 0,25) kg N₂O-N/kg N.

O fator 44/28 é a conversão de N₂O-N kg em N₂O kg.

Em 2005, as emissões induzidas pelo tratamento dos efluentes domésticos no RS foram de **1.007 toneladas de N₂O**.

Recomendação: Consolidar estes resultados a partir de informações atualizadas do SNIS, IBGE, CORSAN e outras companhias municipais de tratamento, e apoiando-se sobre o relatório de referência sobre os resíduos que serão publicados no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

B.5.2.b) Efluentes industriais

Os efluentes oriundos dos processos industriais são, na maioria dos casos, tratados diretamente no lugar pelos industriais no RS. Trata-se de uma obrigação regulamentar imposta pela FEPAM na atribuição da Licença de Operação. No âmbito deste inventário, consideramos que os sistemas de tratamento dos efluentes industriais utilizados pelos industriais do RS são compostos em 50% por sistemas anaeróbicos, isto é, por reatores anaeróbios ou por lagunas anaeróbias profundas [ENGEBIO, 2010], o restante sendo tratado por sistemas aeróbicos. Por conseguinte, adotaremos um fator de emissão médio idêntico para todos os setores de atividades de 0,27 kg CH₄/ kg DBO, que corresponde à média dos fatores de emissões dos sistemas anaeróbicos e dos sistemas aeróbicos preconizados pelo GIEC.

As principais fontes de efluentes industriais, que têm um potencial elevado de produção de CH₄, são as seguintes:

- Fabricação de papel e de pasta de papel;
- Beneficiamento das carnes e das aves domésticas (matadouros);
- Produção de álcool, de cerveja e de amido;
- Produção de derivados químicos orgânicos;

- Outros procedimentos de produção de alimentos e de bebidas (produtos leiteiros, óleos vegetais, frutas e legumes, fabricação de conservas, fabricação de sucos, etc.).

Quadro 20 – Produção industrial anual e fatores de emissões associados (Fonte : Enviroconsult, 2010)

Setor Industrial	Produção industrial anual		Fator de Emissão (kg DBO / t produto)
	(tonelada)	Fonte	
Vinho	325 037	UVIBRA	0,26
Automoveis	230 000	FEPAM	19,3
Leite cru	280 692		11
Leite pasteurizado	24 000		22
Bovinos (325 kg/cabeça)	348 598		7
Suínos (120 kg/cabeça)	327 989		30
Aves (2,4 kg/cabeça)	1 630 511	ASGAV	7,13
Refrigerantes	62 400	FEPAM	2,5
Papel	373 493		8

O Quadro 20 indica a produção anual estimada em 2005 dos diferentes setores de atividades levados em consideração no âmbito deste inventário, bem como os fatores de emissões associados (kg DBO/t_{produto}) preconizados pela CETESB¹⁸. Existem, obviamente, muitos outros setores importantes a serem levados em consideração no RS, particularmente no setor da Química/Petroquímica. Entretanto, em uma primeira abordagem, poderemos nos contentar com os setores acima.

O cálculo das emissões corresponde a uma abordagem simplificada da metodologia preconizada pelo GIEC e corresponde à seguinte equação:

$$\text{Emissões } CH_4 = \sum_i [TOW_i \cdot EF_i]$$

TOW_i: total das matérias orgânicas nos efluentes industriais do ano de inventário para o setor industrial *i*, kg DBO/ano

EF_j: fator de emissão (idêntico para todos os setores *i*), kg CH₄ / kg DBO

Em 2005, as emissões induzidas pelo tratamento das efluentes industriais domésticas no RS foram de **9.501 toneladas de CH₄**.

Recomendação: Consolidar estes resultados trabalhando em parceria com a FIERGS e apoiando-se sobre a base de dados FEPAM (dados) e o relatório de referência sobre os resíduos que serão publicados no âmbito do 2º inventário de emissões de GEE do Brasil (metodologia).

C. Síntese

C.1. Resultados

Os principais resultados do Inventário GEE do RS em 2005 são os seguintes:

- As emissões totais de GEE foram de **58 727 006 teqCO₂** em 2005, sem contar as absorções das florestas plantadas de pinho e de eucalipto e ao desmatamento da Mata Atlântica.
- A agricultura é, de longe, o setor mais emissor no RS, com mais de 67,8% das emissões associadas, seguido pelo setor da energia com 27,2%. Os setores industriais e resíduos têm contribuições muito menores, como indicado na Figura 23.

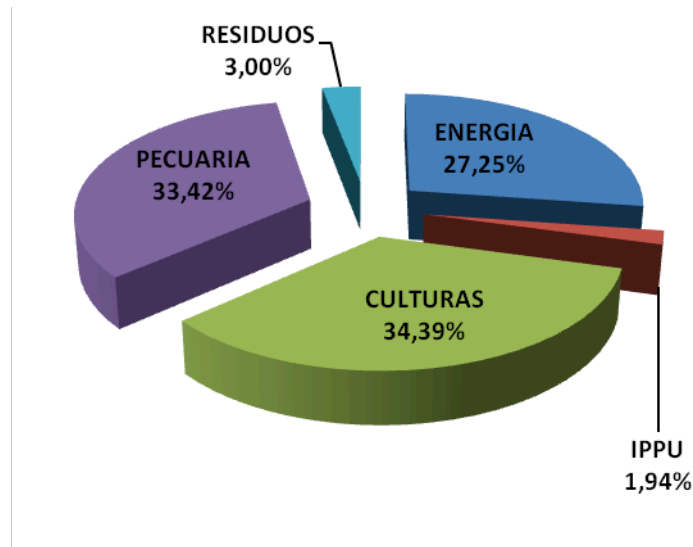


Figura 23 – Participação dos setores nas emissões totais de GEE (em TeqCO₂) (Fonte : Enviroconsult, 2010)

- O CH₄ é o GEE cujas quantidades emitidas são as mais importantes, na medida em que ele representa 46% das emissões totais, como indicado na Figura 24.

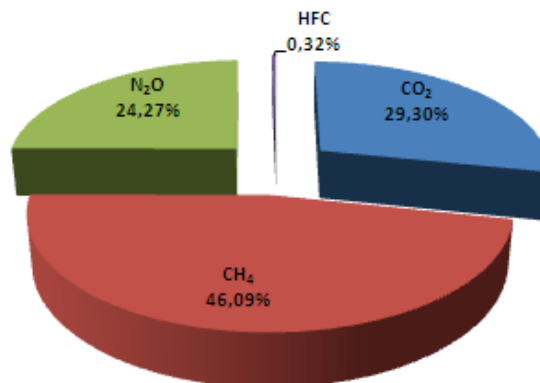


Figura 24 – Participação dos GEE nas emissões totais de GEE (em TeqCO₂) (Fonte : Enviroconsult, 2010)

- No setor “Energia”, o transporte representa cerca de 63% das emissões totais, seguido pela Indústria com cerca de 19% das emissões.
- O setor da Agricultura é o principal contribuinte das emissões de CH₄, totalizando cerca de 93% das emissões totais. Neste setor, a fermentação entérica dos rebanhos de ruminantes e as dejeções associadas representam 70% das emissões totais.
- As emissões do setor “Resíduos” representam 6.4% das emissões de CH₄, sendo que a disposição dos resíduos sólidos urbanos é responsável por 42% das emissões do setor.
- As emissões de CO₂ ligadas à combustão da biomassa para fins energéticos foram de 9.603.312 teqCO₂. Estas emissões não foram integradas no inventário do Estado, na medida em que o CO₂ emitido na combustão corresponde ao CO₂ absorvido durante a fase de crescimento da biomassa.
- As emissões per capita do RS, considerando que a população gaúcha era de 10,4 milhões de habitantes em 2005, são de **5,60 teqCO₂ por habitante**. Para informação, a nível do Brasil, as emissões per capita são estimadas em 5,06 teqCO₂ por habitante em 2005 (sem levar em consideração as emissões ligadas à desmatamento e mudanças no uso do solo).
- De um ponto de vista econômico, podem-se estimar as emissões de GEE geradas no RS em 2005 em função do PIB, que foi de 144.344.171 (R\$ 1.000), ou seja, **407 kg CO₂/1000 R\$**.
- Finalmente, a título de primeira comparação, nota-se que, em 2005, as emissões de GEE foram de 122.949.300 teqCO₂ para o Estado de Minas Gerais¹⁹ e de 69.580.100 teqCO₂ para o Estado do Rio de Janeiro²⁰.

C.2. Recomendações

Como explicado na introdução, este relatório constitui uma etapa intermediária à realização do 1º inventário de emissões de GEE do RS. Ele apresenta, portanto, um certo número de resultados, mas também e sobretudo, um certo número de recomendações, que permitem aprofundar e consolidar os resultados, a fim de assegurar uma maior exaustividade e exatidão dos resultados. Ele é acompanhado por uma ferramenta Excel colocada à disposição da FEPAM que será apresentada de forma detalhada na restituição dos resultados da fase de diagnóstico em setembro de 2010.

Em cada parte, certo número de recomendações foi apresentado, cujas linhas principais são as seguintes:

¹⁹ Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais, FEAM/MG, 2008

²⁰ Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro, Centro Clima, 2007

- Analisar e basear-se nos resultados que serão apresentados no âmbito do 2º inventário das emissões de GEE do Brasil. Lembramos que um processo de consulta aberto ao público está em curso e os relatórios de referência são acessíveis no seguinte site: www.mct.gov.br/clima/
- Aprofundar e consolidar os resultados apresentados neste relatório, trabalhando em parceria com os grandes atores do território, para cada setor envolvido (Energia, Transporte, Indústrias, Agricultura, Florestas, Utilização dos solos, Resíduos)
- Integrar os resultados que faltam no que tange às mudanças no uso do solo
- Realizar uma análise temporal no período 1990-2005.

C.3. Implicação dos atores

É importante lembrar aqui que um inventário das emissões de GEE deve ser percebido como uma ferramenta que permite levar em consideração um novo parâmetro ambiental – as emissões de GEE – nas decisões e nas escolhas de ordenamento do território.

Graças ao apoio da FEPAM, os consultores puderam encontrar numerosos atores do RS com interesse em executar uma dinâmica entre as instâncias políticas e os atores públicos ou privados do território. Citaremos, particularmente, para cada um dos grandes setores do inventário, os organismos que manifestaram um interesse para a diligência e que forneceram informações necessárias para a elaboração deste relatório:

- O IBGE e a FEE para informações gerais e estatísticas sobre o RS;
- Setor "Energia": Grupo CEEE e DETRAN/RS;
- Setor "PUIP": FIERGS e FEPAM;
- Setor "Agricultura": IRGA, EMATER/RS e Secretaria da Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio do RS;
- Setor "Florestas": AGEFLOR, DEFAP, Universidade de Santa Maria e UFRGS;
- Setor "Resíduos": CORSAN.

D. Bibliografia e referências

D.1. Metodologias

GIEC – Lignes directrices 2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

EMEP / CORINAIR Guidebook

D.2. Dados

BEN – Balanço Energético Nacional, 2006

CEEE – Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2009

Empresa de Pesquisa Energética – Estatística e Análise do Mercado de Energia Elétrica, 2006

FEE – Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, a partir de informações da FEE

IBGE – Sistema Fisionômico-Ecológico de Classificação segundo o Manual Técnico de Vegetação do IBGE, 1992

IBGE – Domicílios particulares permanentes e Moradores em Domicílios particulares permanentes por situação e tipo do esgotamento sanitário (Censo IBGE), 2000

IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000

SEMA/RS – Relatório Final do Inventário Florestal contínuo do Rio Grande do Sul, 2001

D.3. Inventário Brasil – Relatórios de referência

ABCM – Emissões Fugitivas na Mineração e Beneficiamento do Carvão Mineral, 2010

ANAC – Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Aéreo, 2010

CETESB – Emissões de metano no tratamento e na disposição de resíduos, 2006

EMBRAPA – Emissões de óxido nitroso (N₂O) provenientes de solos agrícolas, 2006

EMBRAPA – Emissões de gases de efeito estufa na Queima de Resíduos Agrícolas, 2010

EMBRAPA – Emissões de metano do cultivo de arroz, 2010

FBDS – Emissões e remoções de dióxido de carbono por mudanças nos estoques de florestas plantadas, 2006

MCT – Emissões de gases de efeito estufa por fontes moveis, no setor energético, 2006

MCT – Emissões de dióxido de carbono por queima de combustíveis: abordagem top-down, 2010

MCT – Emissões de Gases de Efeito Estufa nos processos industriais - Produção de cal, Outros usos de Calcário e Dolomita, Produção e Uso de Barrilha, 2010

MCT – Emissões e remoções de dióxido de carbono por conversão de florestas e abandono de terras cultivadas, 2006

<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321034.html>

MMA – Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por veículos automotores rodoviários, 2010

PETROBRAS – Emissões Fugitivas de Gases de Efeito Estufa na indústria de petróleo e gás natural, 2010

SNIC – Emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais – Produção de Cimento, 2010

D.4. Outros Inventários

CENTRO CLIMA – Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro, 2007

FEAM/MG – Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais, 2008

D.5. Resíduos

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Biogás: Pesquisas e projetos no Brasil, São Paulo, 2006.

ENGEBIO. Estudo para implantação de usina de tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com geração de energia elétrica em Minas Gerais. Volume 1. Belo Horizonte, 2009.

ENGEBIO. Projeto MDL de Biogás - Aterro Municipal de Alvorada, 2008.

ENGEBIO. Projeto MDL de Biogás - Aterro Municipal de Canoas, 2008.

ENGEBIO. Projeto MDL de Biogás - Aterro Municipal de Caxias do Sul, 2008.

GOVERNO DO PARANÁ. Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Setor de Resíduos no Paraná, Paraná 2005.

IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Vol. 5. – IPCC, 2006.

IPCC. Revisited 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC, 1996.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Termo de referência geral - TR1. Elaboração de projetos de engenharia e estudos ambientais de obras e serviços de infra-estrutura de sistemas integrados de destinação final de resíduos sólidos urbanos. Brasil, 2009.

REIS, M. F. P. et al. Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares de Porto Alegre. Anais do Congresso de Agroecologia. Porto Alegre, 2002.

SOARES, A. C. B. et al. Avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de São Leopoldo. SEMMAM, São Leopoldo, 2009.